

Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии
им. Д.И. Менделеева»
(ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»)

Государственный научный центр Российской Федерации

Конференция проводится при поддержке



Комитета по науке и высшей школе
Правительства Санкт-Петербурга



Федерального агентства по техническому регулированию
и метрологии (Росстандарт)

**I Всероссийская научно-практическая конференция
молодых ученых и специалистов «ЗА НАМИ БУДУЩЕЕ»
к 180-летию ВНИИМ им. Д.И. Менделеева**

Сборник тезисов докладов



8 – 10 июня 2022 года
Санкт-Петербург

УДК 006.91

ББК 30.10

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт),
город Москва

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева» (ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева») и Молодежный совет при генеральном директоре ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева», город Санкт-Петербург

Издано по заказу Комитета по науке и высшей школе Правительства Санкт-Петербурга

I Всероссийская научно-практическая конференция молодых ученых и специалистов «ЗА НАМИ БУДУЩЕЕ» к 180-летию Всероссийского научно-исследовательского института метрологии им. Д.И. Менделеева. Сборник тезисов докладов. – СПб: Издательский Дом «ПремиумПресс», 2022. – 274 с.

В сборнике опубликованы тезисы докладов I Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и специалистов «ЗА НАМИ БУДУЩЕЕ» к 180-летию ВНИИМ им. Д.И. Менделеева. Тематика конференции охватывает такие направления, как:

- вопросы обеспечения единства измерений;
- вопросы в области оценки и подтверждения соответствия;
- компетенции метрологии будущего.

Сборник представляет интерес для научных работников, студентов учебных заведений общего среднего профессионального и высшего образования, аспирантов, инженерно-технического персонала, осуществляющего научных и прикладных исследований в области технического регулирования и метрологии.

ISBN 978-5-6047731-4-7

© ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

© Издательский Дом «ПремиумПресс»



Дорогие друзья!

Рад приветствовать участников, организаторов и гостей I Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и специалистов «ЗА НАМИ БУДУЩЕЕ», приуроченной к 180-летию Всероссийского научно-исследовательского института метрологии имени Д.И. Менделеева!

Век инноваций и стремительного научно-технического прогресса ставит перед нами новые задачи, а современные технологии открывают огромные перспективы для решения давно назревших вопросов. Метрология, как наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства, пронизывая все без исключения области нашей деятельности, играет важнейшее значение в точности достижения поставленных нами целей.

Уважаемые молодые ученые – метрологи! Объявленное Президентом Российским Федерации Владимиром Владимировичем Путиным Десятилетие науки и технологий в Российской Федерации предоставляет вам уникальную возможность проявить свои способности и таланты, внести значимый вклад в научно-технологическое развитие страны, внедрить результаты передовых научных исследований и разработок на практике.

Перед нами стоят важные задачи – в условиях турбулентности мировой экономики необходимо обеспечить поступательное развитие нашей страны, независимость и самодостаточность российской экономики, сохраняя и развивая ее инновационный потенциал. И ваша роль в достижении поставленных задач очень важна!

Уверен, участие в I Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и специалистов «ЗА НАМИ БУДУЩЕЕ» станет для вас одной из первых ступеней на пути к новым научным достижениям!

Желаю всем плодотворной работы, свежих решений и творческих успехов!

Председатель Комитета по науке и высшей школе
А.С. Максимов



Участникам I Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и специалистов «ЗА НАМИ БУДУЩЕЕ» к 180-летию Всероссийского научно-исследовательского института метрологии им. Д.И. Менделеева

Уважаемые коллеги!

I Всероссийская научно-практическая конференция молодых ученых и специалистов «ЗА НАМИ БУДУЩЕЕ», сборник трудов которой вы держите в руках, призвана продемонстрировать потенциал молодого поколения отечественных метрологов и выявить основные перспективные направления развития российской науки в сфере метрологии и стандартизации.

В юбилейный для Всероссийского научно-исследовательского института метрологии имени Д.И. Менделеева год особенно важно и приятно отметить, что вошедшие в сборник работы молодых специалистов, представляющих Москву и Московскую область, Казань, Санкт-Петербург, Томск, Тюмень, Ульяновск и другие научные центры нашей страны, обнаруживают разнообразие исследовательских интересов, глубокую проработанность материала, подлинную увлеченность темой исследований, интеллектуальное бесстрашие и бескомпромиссность научного поиска.

Нет никаких сомнений, что заявленные в программе конференции вопросы обеспечения единства измерений, подтверждения соответствия, вопросы компетенции метрологии настоящего и будущего и другие важные аспекты современной метрологии получат дальнейшее развитие в работах молодых ученых, достойно представляющих свои научные коллективы.

От имени Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии желаю всем участникам конференции дальнейших успехов в выбранном деле и всего самого доброго!

Заместитель руководителя Федерального агентства
по техническому регулированию и метрологии
Е.Р. Лазаренко



*Наука начинается с тех пор,
как начинают измерять.
Точная наука немыслима без меры.
Дмитрий Иванович Менделеев*

Дорогие друзья!

Рад приветствовать участников I Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и специалистов «ЗА НАМИ БУДУЩЕЕ», приуроченной к 180-летию Всероссийского научно-исследовательского института метрологии имени Дмитрия Ивановича Менделеева!

Динамичный экономический рост является важнейшим фактором конкурентоспособности в рыночной системе, в процессе совершенствования которой приоритетное внимание должно быть уделено развитию производства нановой технической основе, активизации инновационной деятельности по воплощению результатов научно-исследовательских и технических разработок в производство, созданию принципиально новых решений.

Именно вам, молодым и дерзким, умеющим мыслить нестандартно, предстоит развивать отечественную метрологию и стандартизацию на благо нашей страны.

Уверен, что ваши идеи и проекты всегда будут востребованы в России.

Желаю всем участникам конференции плодотворной работы, творческой результативной дискуссии, активности, оптимизма и приобретения дружеских контактов. Надеюсь, что удастся создать условия для конструктивного диалога и обмена опытом и мнениями между молодыми учеными и специалистами. Пусть наша конференция в стенах Всероссийского научно-исследовательского института метрологии им. Д.И. Менделеева, по праву считающегося одним из ведущих научных центров Российской Федерации, станет местом для дальнейших интересных и плодотворных встреч!

Генеральный директор
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»
А.Н. Пронин



*Границ научному познанию
и предсказанию предвидеть невозможно.
Дмитрий Иванович Менделеев*

Уважаемые коллеги!

В 2022 году Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии имени Дмитрия Ивановича Менделеева отмечает юбилейную дату – 180 лет со дня основания. Институт был основан 16 (4) июня 1842 года по указу российского императора Николая I.

ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

преемствует деятельность Главной палаты мер и весов, первого в России и одного из старейших в мире государственных метрологических учреждений. Сегодня институт является одним из крупнейших мировых центров научной и практической метрологии, головной организацией страны по фундаментальным исследованиям в метрологии, Государственным научным центром России. Важнейшая государственная задача, стоящая перед институтом, – обеспечение единства измерений в стране на международном уровне на основе использования государственных эталонов единиц физических величин, совершенствования существующих эталонов и создания новых путем проведения фундаментальных и прикладных научных исследований.

В целях усиления роли науки и технологий в решении важнейших задач развития общества и страны Указом Президента Российской Федерации от 25.04.2022 № 231 «Об объявлении в Российской Федерации Десятилетия науки и технологий» определены основные задачи на 2022–2031 годы, важнейшей из которых является привлечение талантливой молодежи в сферу исследований разработок.

Таким образом, приоритетными задачами I Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и специалистов «ЗА НАМИ БУДУЩЕЕ» являются повышение роли молодых ученых и специалистов в научной, производственной и общественной сферах деятельности Российской Федерации и обмен опытом между молодыми учеными и специалистами, работающими в области обеспечения единства измерений.

Желаю всем участникам конференции ярких творческих идей, научных открытий и свершений!

Заместитель генерального директора
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»
К.В. Чекирда

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ

Председатель комитета

Антон Николаевич Пронин	ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»	A.N.Pronin@vniim.ru
----------------------------	-------------------------------------	---------------------

Сопредседатели

Евгений Русланович Лазаренко	Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии	Elazarenko@rst.gov.ru
---------------------------------	---------------------------------------------------------------------------	-----------------------

Константин Владимирович Чекирда	ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»	K.V.Chekirda@vniim.ru
------------------------------------	-------------------------------------	-----------------------

Помощник председателя

Наталья Радиковна Вербицкая	ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»	N.R.Verbitskaya@vniim.ru
--------------------------------	-------------------------------------	--------------------------

Члены программного комитета

Евгений Петрович Кривцов	ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»	E.P.Krivtsov@vniim.ru
-----------------------------	-------------------------------------	-----------------------

Михаил Владимирович Окрепиллов	ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»	M.V.Okrepilov@vniim.ru
-----------------------------------	-------------------------------------	------------------------

Юрий Анатольевич Кустиков	ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»	Y.A.Kustikov@vniim.ru
------------------------------	-------------------------------------	-----------------------

Егор Павлович Собина	ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»	Uniim@uniim.ru
----------------------	-------------------------------------	----------------

Александр Иванович Горчев	ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»	Nio13@vniir.org
------------------------------	-------------------------------------	-----------------

Сергей Петрович Абрамов	ФБУ «Чувашский ЦСМ»	Abr_csm@chtt.ru
----------------------------	---------------------	-----------------

Наталья Витальевна Иванникова	ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»	N.V.Ivannikova@vniim.ru
----------------------------------	-------------------------------------	-------------------------

Сергей Викторович Медведевских	ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»	S.V.Medvedevskih@vniim.ru
-----------------------------------	-------------------------------------	---------------------------

Анна Гурьевна Чуновкина	ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»	A.G.Chunovkina@vniim.ru
----------------------------	-------------------------------------	-------------------------

Владимир Шалвович Сулаберидзе	ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»	V.SH.Sulaberidze@vniim.ru
----------------------------------	-------------------------------------	---------------------------

Татьяна Ярославовна Селиванова	ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»	T.YA.Selivanova@vniim.ru
-----------------------------------	-------------------------------------	--------------------------

Ольга Вячеславовна Тудоровская	ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»	O.V.Tudorovskaya@vniim.ru
-----------------------------------	-------------------------------------	---------------------------

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

Молодежный совет при генеральном директоре
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

Председатель	Неклюдова Анастасия Александровна
Сопредседатель	Сергеев Павел Константинович
Члены секретариата	Смирнова Антонина Юрьевна
	Тумилович Анастасия Андреевна
	Пименова Анастасия Александровна
	Анцукова Алиса Игоревна

Тел.: +7 812 323-93-94
E-mail: mson@vniim.ru



ВНИИМ
им. Д.И.Менделеева
МОЛОДЕЖНЫЙ СОВЕТ



Контакты ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

Адрес: 190005, Российская Федерация,
г. Санкт-Петербург, пр. Московский, 19

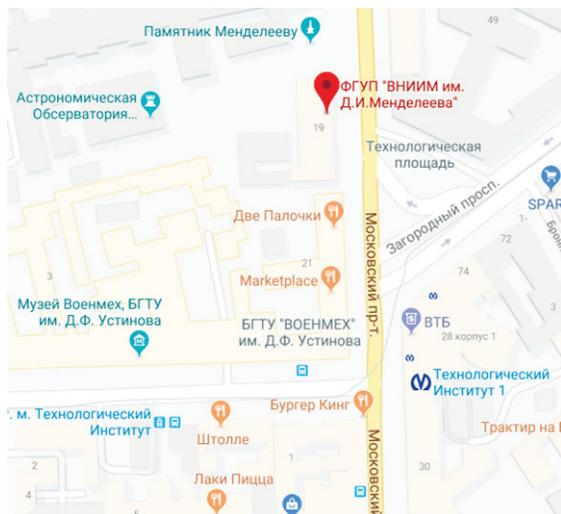
Телефон: +7 812 251-76-01

Факс: +7 812 713-01-14

E-mail: info@vniim.ru

Сайт: www.vniim.ru

VK:



ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Лазаренко Е.Р.

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии
(Росстандарт),
Москва, Российская Федерация, e-mail: elazarenko@rst.gov.ru

Аннотация: В докладе представлены планы по развитию метрологии и метрологического обеспечения Российской Федерации, в том числе подготовленные предложения по корректировке Стратегии обеспечения единства измерений в Российской Федерации до 2025 года.

Ключевые слова: ЕДИНСТВО ИЗМЕРЕНИЙ, РАЗВИТИЕ, ЭКОНОМИКА, ЗАКОНОДАТЕЛЬНАЯ МЕТРОЛОГИЯ, РОССТАНДАРТ

Возникшая внешнеэкономическая и внешнеполитическая обстановка выдвигает на первый план такие стратегические приоритеты как развитие импортозамещающих производств и повышение производственной кооперации. Для достижения поставленных целей Росстандартом уже проделана большая работа: ведутся разработки научно-технических, методических и организационных подходов к обеспечению прослеживаемости и сопоставимости измерений, стандартизации и оценки соответствия в области обеспечения единства измерений; готовится проект внесения поправок в Федеральный закон «Об обеспечении единства измерений» от 26.06.2008 № 102-ФЗ; подготовлен пакет предложений по корректировке Стратегии обеспечения единства измерений в Российской Федерации. Предпринимаемые действия позволят метрологической службе адаптироваться к новым условиям, быть актуальной и эффективной в постоянно изменяющемся мире.

Текущая экономическая и политическая обстановка, приводит к ограничениям мировой торговли, изменению логистики и, как следствие, сокращение импорта промышленных товаров (особенно высокотехнологичной продукции). И как следствие из этого, развитие импортозамещающих

производств и повышение производственной кооперации становится одним из стратегически важных направлений развития.

Наиболее остро стоит задача по развитию высокотехнологичных производств, где доля измерений достигает 30 % и более, а важность измерительной информации нельзя недооценивать. Сегодня перед нами стоит непростая задача по развитию метрологии и метрологического обеспечения в нынешней экономической ситуации. При этом, необходимо отметить, что в настоящее время, наша страна занимает лидирующие позиции на международном уровне в области метрологии (2-е место по количеству признанных и опубликованных Международным бюро мер и весов измерительных возможностей, определяемых по результатам международных сличений эталонов Российская Федерация занимает второе место в мире (1803), уступая лишь КНР (1816), на третьем месте Германия (1469); база Государственных первичных эталонов насчитывает 160 эталонов, большинство из которых не уступают, а зачастую превосходят эталоны зарубежных стран) [1]. Исходя из этого в ближайшее время нам необходимо не только сохранить имеющейся задел, но и создать принципиально новые эталоны, отвечающие современным вызовам, восстановить и создать технологии производства отечественных первичных преобразователей и принять активное участие в развитии отечественного приборостроения.

Росстандартом для реализации задач в прошлом году начаты 24 новых работы по разработке и совершенствованию государственных первичных эталонов. К 1 июля этого года планируется завершить формирование «портфеля» предложений, которые в настоящее время рассматриваются комиссиями по видам (областям) измерений (комиссии сформированы приказом Росстандарта от 23.09.2021 № 2103) [2].

Большая работа сегодня идёт по подготовке проекта внесенных изменений в Федеральный закон «Об обеспечении единства измерений» [3]. Основные предложения направлены на корректировку сфер государственного регулирования обеспечения единства измерений, уточнение понятийного аппарата; изменение организации аттестации первичных референтных методик (методов) измерений и т.д.

Подготовлены предложения по корректировке Стратегии обеспечения единства измерений в Российской Федерации до 2025 года:

1. дополнить Стратегию направлением «развитие инфраструктуры, обеспечивающей единство измерений во всех направлениях цифровой трансформации экономики»;
2. акцент на необходимость развития областей и видов измерений, как измерения массы, силы, давления и вязкости, длины и углов, радиофотоника, интегральная фотоника, квантовая сенсорика и квантовая метрология, физико-химические измерения, измерения радиотехнических

- величин, измерения в целях дистанционного зондирования Земли, измерения при решении задач создания и применения перспективных навигационных средств;
3. применение оптического волокна для передачи сигналов времени и частоты;
 4. создание новых стандартных образцов для обеспечения единства измерений в области фармацевтической промышленности, судебной экспертизы, наркоконтроля;
 5. необходимость развития системы подготовки специалистов в области обеспечения единства измерений. Результаты анализа потребности системы обеспечения единства измерений в специалистах, проведенного в 2020 году, показали, что ежегодная потребность экономики в новых специалистах-метрологах с высшим образованием (магистры, бакалавры) оценивается на уровне 1500 человек, при этом выпускается в 2 раза меньше таких специалистов. Имеет место постоянное снижение доли специалистов-метрологов с высшей квалификацией (кандидаты и доктора наук) [4].

Результатом осуществления перечисленных планов является эффективное руководство деятельностью государственной метрологической службы, государственной службы времени, частоты и определения параметров вращения Земли, государственной службы стандартных справочных данных о физических константах и свойствах веществ и материалов, государственной службы стандартных образцов состава и свойств веществ и материалов, а также утверждение национальных стандартов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Россия стала мировым лидером по измерительным возможностям [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.rst.gov.ru/portal/gošt/home/presscenter/news?portal:componentId=88beae40-0e16-414c-b176>.
2. Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 23.09.2021 № 2103 «О комиссиях по видам (областям) измерений».
3. Федеральный закон от 26.06.2008 № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений».
4. Прогноз потребностей экономики и общества в измерениях на 2020 – 2025 годы: Министерство промышленности и торговли Российской Федерации. – М., 2020. – 194 с.

180 ЛЕТ ПЕРВОМУ ГОСУДАРСТВЕННОМУ МЕТРОЛОГИЧЕСКОМУ УЧРЕЖДЕНИЮ РОССИИ

Пронин А.Н.

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева»

(ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»),

Санкт-Петербург, Россия, e-mail: A.N.Pronin@vniim.ru

Аннотация: В докладе освещена история Всероссийского научно-исследовательского института метрологии имени Дмитрия Ивановича Менделеева, а также представлены возможности предприятия и основные направления деятельности.

Ключевые слова: ДМИТРИЙ ИВАНОВИЧ МЕНДЕЛЕЕВ, МЕЖДУНАРОДНОЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ СООБЩЕСТВО, НАУЧНЫЙ ЦЕНТР, ТЕХНОЛОГИИ, ЭТАЛОННАЯ БАЗА

ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева» (ВНИИМ им. Д.И.Менделеева, Предприятие) – подведомственная организация Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) [1], головная организация Российской Федерации по фундаментальным исследованиям в области метрологии и развитию государственной эталонной базы. Основная деятельность Предприятия – обеспечение национального и международного единства измерений, создание и совершенствование измерительных технологий – ключевых составляющих развития отечественной промышленности и роста экономики.

ВНИИМ им. Д.И.Менделеева – преемник одного из старейших в мире и первого в России государственного метрологического учреждения – Депо образцовых мер и весов, основанного 16 июня 1842 года. По инициативе Д.И.Менделеева, возглавлявшего организацию с 1892 по 1907 годы, 20 июня 1893 года Депо преобразовано в Главную палату мер и весов, которая в 1934 году была переименована во Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии. С 1945 года Предприятие носит имя великого русского ученого Дмитрия Ивановича Менделеева. В 1971 году организация награждена орденом Трудового Красного Знамени [2].

С 1994 года имеет статус Государственного научного центра Российской Федерации, Научного методического центра Государственной службы стандартных образцов состава и свойств веществ и материалов (НМЦ ГССО). ВНИИМ им. Д.И.Менделеева включен в Перечень предприятий оборонно-промышленного комплекса. В 2020 году к ВНИИМ им. Д.И.Менделеева в форме филиалов присоединены ФГУП «Всероссийский

научно-исследовательский институт расходомерии» (ВНИИР) и ФГУП «Уральский научно-исследовательский институт метрологии» (УНИИМ) [3].

В 2022 году по решению Правительственной комиссией по повышению устойчивости российской экономики в условиях санкций на основании предложения Министерства образования и науки Российской Федерации, Министерства экономического развития Российской Федерации и Ассоциации государственных научных центров «НАУКА» Предприятие включено в перечень системообразующих организаций российской экономики [4].

В настоящее время во ВНИИМ им. Д.И.Менделеева созданы, совершенствуются и применяются **70** государственных первичных эталонов и четыре национальных эталона Международной системы единиц, SI (единица длины – метр, единица массы – килограмм, единица силы электрического тока – ампер, единица термодинамической температуры – кельвин). Калибровочные и измерительные возможности Предприятия составляют более **70 %** измерительных возможностей Российской Федерации, зарегистрированных в Базе данных Международного бюро мер и весов (МБМВ, ВРМ). По данным международной базы данных МБМВ в феврале 2022 года ВНИИМ им. Д.И.Менделеева занял третье место среди национальных метрологических институтов стран-участниц Метрической конвенции по количеству калибровочных и измерительных возможностей и первое среди метрологических институтов системы Росстандарта.

Институт является лидером в сфере разработки и производства эталонных материалов и стандартных образцов (СО), обеспечивая выпуск более **600** типов, для более чем **1500** промышленных организаций и лабораторий [5].

ВНИИМ им. Д.И.Менделеева выполняет возложенные на него государственные функции по обеспечению единства измерений в следующих областях:

- измерения геометрических величин и механических величин;
- измерения параметров потока жидкостей и газов;
- измерения давления и вакуума;
- измерения физико-химического состава и свойств веществ;
- измерения теплофизических и температурных параметров;
- измерения электрических и магнитных величин;
- измерения параметров ионизирующих излучений.

Сотрудничество с ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева» в производстве продукции гарантирует ее высокое качество и конкурентоспособность на российском и зарубежных рынках.

ВНИИМ им. Д.И.Менделеева – активный участник международного метрологического сообщества. Институт представляет Российскую Федерацию и является полноправным участником в семи из десяти Международных консультативных комитетах по видам измерений. Ученые ВНИИМ им. Д.И. Менделеева возглавляют Технические комитеты по видам измерений в региональной

метрологической организации КООМЕТ, принимают участие в работе по закрепленным видам измерений в Международном бюро мер и весов (BIPM), Международной организации законодательной метрологии (OIML), Организации Евро-Азиатского сотрудничества государственных метрологических учреждений (КООМЕТ), Организации Европейского сотрудничества по эталонам (EURAMET), Межгосударственном совете СНГ по стандартизации, метрологии и сертификации (МГС), Международной электротехнической комиссии (IEC), Международной организации по стандартизации (ISO).

Институт является полноправным членом региональной метрологической организации «Азиатско-тихоокеанская метрологическая программа» (APMP). В МБМВ зарегистрировано **367** ключевых сличений с участием Института.

Соответствие международным стандартам ISO 17025 и ISO 17034 обеспечивает Институту международное признание: ВНИИМ им. Д.И. Менделеева уполномочен Международным комитетом мер и весов (МКМВ) на использование логотипов СИРМ MRA и MRA ILAC на сертификатах калибровки и протоколах измерений.

Деятельность ВНИИМ им. Д.И. Менделеева исторически связана с профессиональной подготовкой кадров в области метрологии и метрологического обеспечения. В 2020 году Институт отметил **120-летие** непрерывного метрологического образования, инициированного Д.И. Менделеевым в стенах Главной палаты мер и весов. В настоящее время на базе института функционируют:

- Ученый совет;
- Совет по защите диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук;
- аспирантура;
- учебно-методический центр;
- отдел подготовки кадров высшей квалификации и образовательных технологий;
- фундаментальная научно-техническая библиотека;
- Метрологический музей Росстандарта.
- Метрологический образовательный кластер.

Институт является базовой организацией Метрологической академии и сотрудничает с ведущими техническими вузами Российской Федерации. ВНИИМ им. Д.И. Менделеева принимает активное участие в разработке и актуализации профессиональных стандартов. На базе организации действует Центр оценки квалификации (ЦОК) для специалистов-метрологов и входящая в него экзаменационная площадка для специалистов по качеству, сертификации и закупкам. ЦОК обеспечивает организацию и проведение процедуры профессионального экзамена на соответствие требованиям профессиональных стандартов «Специалист по метрологии», «Специалист

по качеству продукции», «Специалист по сертификации продукции», «Специалист в сфере закупок», «Эксперт в сфере закупок».

В 2022 году профориентационный проект «Метрологический образовательный кластер», запущенный в Санкт-Петербурге по инициативе ВНИИМ им. Д.И. Менделеева в 2019 году, стал общероссийским. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии утвердило Метрологический образовательный кластер в качестве своего проекта. Начавшись с трех участников – метрологического института, школы № 237 «Берегиня» и Санкт-Петербургского государственного университета Петра Великого, – сегодня кластер объединяет более десяти организаций: школы, вузы, промышленные предприятия. За два года участниками было проведено несколько десятков мероприятий различного формата: Всероссийская метрологическая студенческая онлайн-олимпиада во Всемирный день метрологии, Дни науки и уроки метрологии для школьников, игровые занятия для воспитанников детского сада и т. д. Как отмечают члены кластера, успех проекта объясняется комплексной возможностью развития инженерных профориентационных направлений для средней школы, что особенно актуально для современного рынка образования и труда.

Используя опыт Санкт-Петербурга, региональные кластеры создаются в девяти городах, регионах и областях России (г. Казань, г. Томск, г. Севастополь, г. Москва, г. Волгоград, Северо-Кавказский федеральный округ, Республика Бурятия, Республика Башкортостан, Тульская область) с расширением диапазона образовательных составляющих: метрология, стандартизация, управление качеством.

ЛИТЕРАТУРА

1. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт). [Электронный ресурс] URL: <https://www.rst.gov.ru/portal/go#t> (дата обращения 20.04.2022).
2. О ВНИИМ. Официальный сайт ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» [Электронный ресурс] <https://www.vniim.ru/info.html> (дата обращения 20.04.2022).
3. Указ Президента Российской Федерации от 11 марта 2019 г. № 96 «О реорганизации федеральных государственных унитарных предприятий».
4. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 13 мая 2022 года № 1155-р.
5. Утвержденные типы стандартных образцов. Официальный сайт Федеральной государственной информационной системы Росстандарта. [Электронный ресурс] URL: <https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/19> (дата обращения 18.05.2022).

О РАБОТАХ ПО СОЗДАНИЮ СОВРЕМЕННЫХ ЭТАЛОНОВ ОСНОВНЫХ ЕДИНИЦ, СООТВЕТСТВУЮЩИХ ИХ НОВЫМ ОПРЕДЕЛЕНИЯМ

Чекирда К.В.

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева»
(ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева», Санкт-Петербург, Россия,
ORCID 0000-0003-3462-1027, e-mail: K.V.Chekirda@vniim.ru

Аннотация: В докладе представлены основания и предпосылки для переопределения единиц, SI, а также основные результаты работ, направленных на создание во ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» эталонных комплексов, входящих в состав государственных первичных эталонов основных единиц физических величин.

Ключевые слова: МЕЖДУНАРОДНАЯ СИСТЕМА ЕДИНИЦ SI, АМПЕР, КЕЛЬВИН, КИЛОГРАММ, МЕТР, ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ КОНСТАНТЫ

Международная система единиц, SI (далее – СИ), которая основана на секунде, метре, килограмме, ампере, кельвине, моле и канделе (основных единицах), пересмотрена с целью обновления определений четырех из этих единиц. В ноябре 2018 года пересмотренные определения килограмма, ампера, кельвина и моля утверждены 26-й Генеральной конференцией по мерам и весам (ГКМВ) и международным органом, ответственным за глобальную сопоставимость измерений. Российская Федерация, в лице своих делегатов проголосовала за принятие новых определений и поддержала необходимость совершенствования Международной системы единиц на основе фундаментальных физических констант.

Основания и предпосылки для переопределения СИ были следующие:

- необходимость совершенствования согласованности групп единиц – термодинамических, механических и электромагнитных;
- несоответствие практической реализации и определений (электрические единицы);
- проблемы контроля возможных изменений единиц и восстановления в случае утраты (масса).

Цель переопределения СИ была следующая: замена основы системы – макрообъектов (артефактов, свойств веществ и материалов) на объекты микромира, проявляющие свои свойства в фундаментальных физических константах (ФФК) и физических закономерностях [1].

В настоящее время во ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» (далее – ВНИИМ) хранятся и применяются четыре государственных первичных эталона основных единиц СИ – метр, килограмм, ампер и кельвин.

В период с 2017 по 2020 годы во ВНИИМ проводились работы по созданию комплекса аппаратных средств высшей точности для воспроизведения и передачи единицы длины и формирование единого комплексного подхода к метрологическому обеспечению размерной метрологии в Российской Федерации. Работы проводились в рамках реализации Стратегии обеспечения единства измерений в Российской Федерации до 2025 года в области развития эталонной базы.

За счет введения в состав Государственного первичного эталона единицы длины – метра (ГЭТ 2) нового источника эталонного лазерного излучения с длиной волны 532 нм и комплекса для измерения частоты лазеров в диапазоне длин волн от 500 до 1050 нм на основе оптической частотной гребенки (СОМВ-генератора) расширены функциональные возможности и улучшены метрологические характеристики эталона [2]. Новый источник излучения позволяет осуществлять воспроизведение единицы длины дополнительно на длине волны 532 нм, что соответствует Рекомендации Международного комитета мер и весов (далее – МБМВ) [3]. Благодаря СОМВ-генератору с водородным стандартом частоты обеспечена связь с Государственным первичным эталоном единиц времени, частоты и национальной шкалой времени ГЭТ 1. Это позволит осуществлять измерение частоты (длины волны) излучения с наивысшей точностью.

Новое определение кельвина, рекомендовано через фиксированное значение постоянной Больцмана.

Ведущие национальные метрологические институты (далее – НМИ), принимавшие участие в подготовке нового определения кельвина, выполнили большой объем работ по определению точного значения этой константы.

Результаты выполненных исследований, сформулированные в докладе рабочей группы по переопределению кельвина, являются принципиально важными для совершенствования эталонов единицы температуры и внедрения в практику нового определения кельвина.

Во ФГУП «ВНИИФТРИ» и во ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» в рамках комплекса научно-исследовательских (далее – НИР) и опытно-конструкторских работ (далее – ОКР) были созданы экспериментальные образцы государственных первичных эталонов единицы температуры, исследования которых позволили определить и реализовать основные научно-технические решения, обеспечивающие возможность воспроизведения единицы температуры методом первичной термометрии в соответствии с ее новым определением.

Принятие нового определения единицы силы электрического тока ампера путем фиксации численного значения элементарного заряда дает возможность практической реализации ампера через:

- использование закона Ома, реализация единицы $A = B/\text{Ом}$, и использования практической реализации в СИ производных единиц вольта (В) и ома (Ом), на основе эффектов Джозефсона и Холла, соответственно;
- использование одноэлектронного туннелирования (SET) или подобных устройств, реализация единицы $A = K/c$, таким образом количество элементарных зарядов в единицу времени;
- с использованием соотношения $I = C \cdot dU/dt = dQ/dt = ke/t$, реализация единицы $A = \Phi \cdot B/c$, на основе практической реализации в СИ производных единиц вольта (В) и фарады (Ф) и основной единицы СИ секунды (с), путем приложения изменяющегося напряжения dU/dt конденсатору с емкостью C .

В России (ВНИИМ) единица силы электрического тока – ампер, реализуется на основе первой реализации через закон Ома.

Во ВНИИМ планируются исследования по воспроизведению ампера с помощью метода туннелирования электронов.

До переопределения СИ единица массы – килограмм определялся через массу международного прототипа килограмма (далее – МПК), хранящегося в БМБВ в предместье Парижа. Поскольку многие единицы величин в СИ определены через килограмм, МПК должен храниться с особой тщательностью и осторожностью. Более чем за 120-летний период применения МПК и его физических копий со временем стали очевидными недостатки существующего определения килограмма, одним из которых является неконтролируемые в принципе изменения массы МПК. По различным оценкам эти изменения составляют около 50 мкг, в сторону уменьшения массы, т.е. МПК со временем «худеет» [4]. Эти изменения никак не скажутся на обычных измерениях, например, при поверках весов и гирь, в торговле и др. Однако такой дрейф массы МПК вызывал обеспокоенность метрологов, связанную с тем, что многие единицы величин СИ определены через килограмм.

С целью замены существующего Государственного эталона массы как высшего звена Государственной поверочной схемы для данного вида измерений Российская Федерация начала проводить исследования путей по разработке измерительного комплекса для независимой реализации единицы массы – килограмма через постоянную Планка в соответствии с новым определением на основе ватт-весов.

Ватт-весами называют прибор для установления соотношения между массой и постоянной Планки, вытекающего из виртуального сравнения электрической и механической мощности. Физические принципы работы ватт-весов охватывают целый ряд областей, таких как механика, электродинамика,

термодинамика. Ватт-весы являются устройством, объединяющим принципы классической и квантовой механики.

Во ВНИИМ совместно с другими НМИ и институтами Министерства образования и науки были проведены ряд НИР по определению облика и принципа построения отечественных ватт-весов. В результате работ были созданы следующие макеты:

- макет механической системы ватт-весов;
- макет электромагнитной системы ватт-весов, позволяющий компенсировать силу тяжести до 10 г в эквиваленте массы;
- макет электроизмерительной аппаратуры с прослеживаемостью результатов измерений к эталонам на квантовых эффектах Холла и Джозефсона.

Результаты выполнения НИР позволили подготовить научно-обоснованные подходы к реализации Государственного первичного эталона массы в соответствии с новым определением через фундаментальную физическую константу – постоянную Планка [5].

Созданные и создаваемые во ВНИИМ эталонные комплексы основных единиц позволят обеспечить метрологическую независимость России при реализации политики обеспечения единства измерений на основе современных достижений науки и техники.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Официальный сайт Международного бюро мер и весов [Электронный ресурс]. URL: <http://www.bipm.org/en/measurement-units/rev-si/> (дата обращения 23.03.2020).
2. Захаренко Ю.Г., Кононова Н.А., Федорин В.Л., Фомкина З.В., Чекирда К.В. Перспективы развития эталонной базы Российской Федерации в области измерений длины // Измерительная техника. – 2020. № 2. – с. 3-5.
3. Recommended values of standard frequencies for applications including the practical realization of the metre and secondary representations of the second. 2016. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.bipm.org/en/publications/mises-en-pratique/standard-frequencies.html> (дата обращения 23.03.2020).
4. Davis R.S., Barat P., Stock M., A brief history of the unit of mass: continuity of successive definitions of the kilogram, Metrologia, 2016, 53(5), A12-A18.
5. Медведевских С.В., Чекирда К.В. Исследование макета ватт-весов с верхним пределом измерений 10 грамм // Измерительная техника. – 2022. № 2. – с. 28-33.

ПРЕЦИЗИОННЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ ВРЕМЕНИ И ЧАСТОТЫ И ИХ РОЛЬ В ПЕРЕОПРЕДЕЛЕНИИ ЕДИНИЦЫ ВРЕМЕНИ – СЕКУНДЫ В СИСТЕМЕ СИ

Пальчиков В.Г.

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений» (ФГУП «ВНИИФТРИ»), Менделеево, Московская область, Россия,
e-mail: palchikov@vniiftri.ru

Аннотация: Рассмотрены вопросы перехода к новому определению единицы времени – секунды в системе единиц СИ. Новое определение секунды будет основываться на высокоточных измерениях частот переходов в оптическом диапазоне. Перечислены требования, накладываемые на метрологические характеристики оптических стандартов, а также на средства сличений частот для территориально удаленных стандартов. Проанализированы результаты разработок высокоточных средства измерения времени и частоты, внедрённых в состав Государственного первичного эталона единиц времени, частоты и национальной шкалы времени (ГЭТ1-2022).

Ключевые слова: СИСТЕМА ЕДИНИЦ СИ, ВРЕМЯ И ЧАСТОТА, СРАВНЕНИЕ ШКАЛ ВРЕМЕНИ, ГЛОБАЛЬНАЯ НАВИГАЦИОННАЯ СПУТНИКОВАЯ СИСТЕМА ГЛОНАСС, ОПТИЧЕСКИЕ СТАНДАРТЫ ЧАСТОТЫ.

Участники 26-й Генеральной конференции по мерам и весам, прошедшей в 2018 году в Париже, приняли историческое решение о переопределении четырех из семи основных единиц Международной системы единиц (СИ) — килограмма, ампера, кельвина и моля. С этого момента все 7 единиц системы СИ привязаны к фундаментальным физическим константам

Это событие было вполне ожидаемым, однако его практическая реализация растянулась на несколько десятилетий. Начало для такого перехода было положено в 1983 году, когда на основе фиксации постоянства скорости света в вакууме была переопределена единица длины в системе СИ – оно стало «время-пролётным» и выражалась через фиксированный интервал прохождения электромагнитной волны в вакууме.

Поскольку измерения времени являются наиболее точными измерениями в современной науке, то на этом следует остановиться более подробно. Уход в 1967 г. от реализации единицы времени СИ – секунды на основе движения Земли к атомному времени, позволило передовым лабораториям мира за 50 лет повысить точность определения секунды на 8 порядков – с 10^{-8} до 10^{-16} . Современные прорывные технологии по созданию стандартов частоты

с использованием квантовых переходов в оптическом диапазоне демонстрируют возможность достижения точности $\sim 10^{-18}$.

В 1967 году на 13-й Генеральной конференции по мерам и весам определение единицы времени – секунды s сводилось к интервалу времени, равному 9 192 631 770 периодам излучения, соответствующим переходу между двумя сверхтонкими уровнями состояния атома Cs-133, находящегося в покое при 0 К [1]. На 26-й Генеральной конференции по мерам и весам это определение было изменено за счет фиксации значения частоты сверхтонкого перехода, равной 9 192 631 770 Гц. При этом единица времени – секунда определялась как s^{-1} от этого значения [2].

Международным Консультативным комитетом по времени и частоте разработана «дорожная карта» по переопределению единицы времени – секунды на основе использования высокоточных оптических стандартов частоты [3]. Основными этапами этого перехода являются следующие:

1. По крайней мере, 3 различных оптических часов (в различных лабораториях или на различных атомах) продемонстрируют подтвержденную неопределенность на два порядка лучше, чем самые точные Cs часы в настоящее время (на уровне нескольких единиц восемнадцатого знака);
2. По крайней мере, 3 независимых измерений будут проведены в различных институтах ($\Delta f/f < 5 \times 10^{-18}$) с помощью транспортируемых часов, усовершенствованных каналов сличений или замыкания отношений частот;
3. По крайней мере, после проведения трёх измерений частот оптических стандартов относительно трех независимых Cs первичных стандартов фонтанного типа будет достигнута предельная неопределенность измерений, ограниченная точностью этих фонтанов ($\Delta f/f < 3 \times 10^{-16}$);
4. По крайней мере, после того, как оптические часы (для вторичного представления секунды) будут давать регулярный вклад в Международную шкалу атомного времени TAI;
5. После того, как измерение отношения оптических частот между несколькими (по крайней мере 5) другими оптическим стандартами будет выполнено, каждое измерение независимыми лабораториями будет соответствовать уровню согласия на уровне ($\Delta f/f < 5 \times 10^{-18}$)

В настоящем докладе будут представлены предварительные результаты и сроки выполнения эти этапов, предложенные и обоснованные Международным консультативным комитетом по времени и частоте.

Во второй части доклада рассмотрены результаты разработок высокоточных средства измерения времени и частоты, внедрённых в состав Государственного первичного эталона единиц времени, частоты и национальной шкалы времени (ГЭТ1-2022):

- оптический стандарт частоты второго поколения на основе холодных атомов стронция с погрешностью измерений частоты менее $1 \cdot 10^{-17}$;
- комплекс высокоточных средств сличений национальной шкалы координированного времени России UTC (SU) со шкалой времени ГЛОНАСС, включающий в себя транспортируемые квантовые часы и оптический стандарт частоты, обеспечивающий ведение шкалы времени с погрешностью менее 1 нс на интервале времени измерения 1 сутки, а также комплекс космических дуплексных сличений для шкал времени;
- фонтанные эталоны частоты для хранения единиц времени и частоты с нестабильностью частоты менее $2 \cdot 10^{-16}$;
- эталонный комплекс на основе водородных эталонов частоты и времени нового поколения с суточной нестабильностью частоты менее $3,0 \cdot 10^{-16}$.

В результате проведения глубокой модернизации метрологические характеристики Государственного первичного эталона единиц времени, частоты и Национальной шкалы времени были улучшены в несколько раз и достигли значений мирового уровня.

ЛИТЕРАТУРА

1. Comptes Rendus de la 13e CGPM (1967/68), 1969, p.103 and Metrologia 4 (1968) 41-45, see also: <http://www.bipm.org/en/CGPM/db/13/1/>
2. Resolution 1 of the CGPM (2018): On the future revision of the International System of Units, the SI, <https://www.bipm.org/en/committees/cg/cgpm/26-2018/resolution-1>
3. Consultative Committee for Time and Frequency (CCTF) <https://www.bipm.org/utis/en/pdf/CCTF-strategy-document.pdf>

ПЕРВИЧНЫЕ РЕФЕРЕНТНЫЕ МЕТОДИКИ ИЗМЕРЕНИЙ: ОПЫТ РАЗРАБОТКИ И ПРИМЕНЕНИЯ

Медведевских С.В., Медведевских М.Ю.

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии имени Д.И. Менделеева» (ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»), г. Санкт-Петербург, Россия, ORCID 0000-0003-3084-1612, e-mail: msv@vniim.ru

Аннотация: Рассмотрены особенности создания и метрологические требования, предъявляемые к первичным референтным методикам измерений, применяемым в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений в Российской Федерации. Приведен пример процедуры разработки первичной референтной методики измерения содержания жира в пищевых продуктах.

Ключевые слова: первичная референтная методика измерения; метрологическая прослеживаемость; стандартные образцы; межлабораторные сличения; метрологическая сопоставимость; эмпирическая методика измерения

Референтные методики измерений (ПРМИ) получили широкое распространение в мировой метрологической практике [1], связанной с биоанализом и клинической диагностикой. В сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений в Российской Федерации (РФ) ПРМИ стали применяться после введения в действие соответствующих нормативных правовых актов [2,3], устанавливающих метрологические требования к ПРМИ и области их применения. Появление ПРМИ прежде всего связано с необходимостью построения метрологической иерархии, вершиной которой и является ПРМИ, позволяющая получать результаты измерения величины без их прослеживаемости к эталону единицы величины того же рода и применяемая для контроля правильности результатов измерений, полученных по другим методикам. Возможности применения ПРМИ при испытаниях стандартных образцов и средств измерений в целях утверждения типа, поверке средств измерений предусмотрена в нормативных правовых актах РФ [4,5].

Основными метрологическими требованиями к ПРМИ являются: отсутствие прослеживаемости в рамках понятий, определенных в [2], эквивалентность аналогичным зарубежным ПРМИ (при наличии), наивысшая в РФ точность результатов измерений, реализованная на одном комплекте оборудования, документированная процедура контроля точности результатов измерений (всех составляющих неопределенности или погрешности); пригодность применения для контроля точности других методик измерений той же величины.

Наиболее эффективным применением ПРМИ оказывается при обеспечении единства измерений так называемых «методозависимых» величин, определяемых по эмпирическим методиками измерений [6]. К таким величинам относится содержание жира в пищевых продуктах. В настоящей работе описаны способы повышения точности результатов измерений на основе выбора оптимальных значений путем проведения экспериментов и статистической обработки их результатов методами прямого поиска, многофакторного дисперсионного и регрессионного анализов [7]. Изложены результаты теоретических и экспериментальных исследований методики определения массовой доли жира в пищевых продуктах методом Рэндалла [8]. Представлена процедура оценки соответствия ПРМИ метрологическим требованиям к показателям точности и функционального назначения ПРМИ.

Приведены примеры применения разработанных ПРМИ при испытаниях стандартных образцов и средств измерения в целях утверждения типа.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ Р ИСО 15195-2006 «Лабораторная медицина. Требования к лабораториям референтных измерений».
2. Федеральный закон от 26.06.2008 N 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений»
3. Приказ Министерства промышленности и торговли Российской Федерации от 15 декабря 2015 года N 4091 «Об утверждении Порядка аттестации первичных референтных методик (методов) измерений, референтных методик (методов) измерений и методик (методов) измерений и их применения».
4. Приказ Министерства промышленности и торговли Российской Федерации от 28 августа 2020 года N 2905 «Об утверждении порядка проведения испытаний стандартных образцов или средств измерений в целях утверждения типа, порядка утверждения типа стандартных образцов или типа средств измерений, внесения изменений в сведения о них, порядка выдачи сертификатов об утверждении типа стандартных образцов или типа средств измерений, формы сертификатов об утверждении типа стандартных образцов или типа средств измерений, требований к знакам утверждения типа стандартных образцов или типа средств измерений и порядка их нанесения».
5. Приказ Министерства промышленности и торговли Российской Федерации от 28 августа 2020 года N 2907 «Об утверждении порядка установления и изменения интервала между поверками средств измерений, порядка установления, отмены методик поверки и внесения изменений в них, требований к методикам поверки средств измерений».

-
6. EURACHEM Guide Quantifying Uncertainty in Analytical Measurement, 3rd Edition (2012).
 7. Медведевских С.В., Медведевских М.Ю., Карпов Ю.А. Общие подходы к оценке неопределенности результатов воспроизведения единиц содержания влаги в твердых веществах и материалах// Измерительная техника. № 8. 2015, С.65-70
 8. S. Medvedevskikh, M. Medvedevskikh, V. Baranovskay, A. Sergeeva. Primary reference measurement procedure for the determination of mass fraction of fat content in food// Accreditation and Quality Assurance. 2021-06-14 | journal-article, DOI: 10.1007/s00769-021-01472-w.

О ДОКУМЕНТАХ ПО ОЦЕНИВАНИЮ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ

Чуновкина А.Г.

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева» (ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»), Санкт-Петербург, Россия, e-mail: A.G.Chunovkina@vniim.ru

Аннотация: В статье излагаются основы вычисления неопределенности измерений и рассматриваются перспективы дальнейшего развития этой концепции, связанные как с ее расширением на более сложные задачи с применением соответствующего теоретико-вероятностного подхода, так и распространением этой концепции на новые области измерений

Ключевые слова: ТОЧНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЯ, НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ ИЗМЕРЕНИЯ, СТАНДАРТНАЯ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ, РАСШИРЕННАЯ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ, МОДЕЛЬ/УРАВНЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

Руководства по выражению неопределенности измерения (GUM) [1] было издано в 1993 году под эгидой семи международных организаций: МБМВ, МЭК, ИСО, МОЗМ, Международного Союза по Чистой и Прикладной Химии, Международного Союза по Чистой и Прикладной Физике и Международной Федерации Клинической Химии. В настоящее время оно стало основополагающим документом в области оценивания точности, и принято многими международными организациями и странами в качестве стандарта.

Целью GUM является унификация подхода к оцениванию точности измерений, описание детального алгоритма расчета неопределенности измерений, что дает основу для сличения и взаимного признания результатов измерений. Основным количественным выражением неопределенности измерения является стандартная неопределенность (u) и суммарная стандартная неопределенность (u_c). Алгоритм GUM часто называют «законом трансформирования неопределенностей», поскольку он задает правило перехода от неопределенностей исходных данных, используемых и получаемых в процессе измерения, к неопределенности результата измерения.

Первым шагом в оценивании неопределенности измерений является составление уравнения измерения в виде: $Y = f(X_1, \dots, X_m)$, где Y – измеряемая величина; X_1, \dots, X_m – входные величины: непосредственно измеряемые или другие величины, влияющие на результат измерения; m – число входных величин; f – вид функциональной зависимости.

Оценку измеряемой величины Y вычисляют как функцию оценок входных величин x_1, \dots, x_m после внесения поправок на все известные систематические погрешности: $y = f(x_1, \dots, x_m)$.

На следующем этапе вычисляют стандартные неопределенности входных величин $u(x_i)$ ($i = 1, \dots, m$). Различают два типа оценивания стандартной неопределенности: оценивание по типу А и оценивание по типу В.

Исходными данными для оценивания оценивание стандартной неопределенности по типу А являются результаты многократных измерений: x_{i1}, \dots, x_{in} ; $i = 1, \dots, m$.

Стандартная неопределенность, связанная с i -той входной величиной со значением $x_i = \bar{x}_i$, вычисляется по формуле:

$$u(x_i) = u_A(x_i) = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{q=1}^n (x_{iq} - \bar{x}_i)^2}, \quad \text{где} \quad \bar{x}_i = \frac{1}{n} \sum_{q=1}^n x_{iq}.$$

Исходными данными для оценивания стандартной неопределенности по типу В является следующая априорная информация: данные предшествовавших измерений величин, входящих в уравнение измерения; сведения о виде распределения вероятностей; данные, основанные на опыте исследователя или общих знаниях о поведении и свойствах соответствующих приборов и материалов; неопределенности констант и справочных данных; данные поверки, калибровки, сведения изготовителя о приборе и др.

Неопределенности данных для такой информации обычно представляют в виде границ отклонения входной величины от ее оценки. В случае неизвестного закона распределения вероятностей наиболее распространенный способ формализации неполного знания о входной величине базируется на постулировании равномерного закона распределения в указанных (нижней и верхней) границах (b_{i-}, b_{i+}) для i -ой входной величины. При этом стандартная неопределенность, оцениваемая по типу В, определяется по формуле:

$$u(x_i) = u_B(x_i) = \frac{b_{i+} - b_{i-}}{2\sqrt{3}}, \quad \text{а для симметричных границ } (\pm b_i):$$

$$u(x_i) = u_B(x_i) = \frac{b_i}{\sqrt{3}}.$$

Далее вычисляют суммарную стандартную неопределенность u_c . В случае некоррелированных оценок x_1, \dots, x_m суммарная стандартная неопределенность вычисляется по формуле:

$$u_c^2(y) = \sum_{i=1}^m \left(\frac{\partial f}{\partial x_i} \right)^2 u^2(x_i), \quad \text{где} \quad u(x_i) -$$

стандартная неопределенность i -ой входной величины.

В тех случаях, когда это необходимо, вычисляют расширенную неопределенность U по формуле: $U = k u_c$, где k – коэффициент охвата (числовой

коэффициент, используемый как множитель суммарной стандартной неопределенности для получения расширенной неопределенности).

Во многих практических случаях в предположении нормального закон распределения при вычислении расширенной неопределенности измерений k полагают равным: $k = 2$ при $\approx 0,95$ и $k = 3$ при $p \approx 0,99$.

Принципы GUM предназначены для использования в широком спектре измерений, включая те, которые требуются для: поддержания контроля качества и обеспечения качества в процессе производства; согласованности и усиления действенности законов и регулирующих актов; проведения фундаментальных и прикладных исследований и разработок в науке и технике; эталонов и приборов для калибровки и проведения испытаний по всей национальной системе измерений для обеспечения единства измерений и связи с национальными эталонами; разработки, поддержания и сличения международных и национальных эталонов единиц физических величин, включая стандартные образцы состава и свойств веществ и материалов.

Подход GUM к оцениванию неопределенности измерений применим, прежде всего, для линейных или хорошо линеаризуемых моделей измерений и при распределениях, близких к нормальному. Позднее были разработаны Дополнения к GUM [3-5], которые распространили подход GUM на векторные величины и использование метода Монте-Карло при вычислении неопределенности измерения, последнее позволило отказаться от требования линеаризации модели и рассмотрения только нормального закона распределений. Параллельно шло развитие концепции неопределенности применительно к конкретным областям измерений, прежде всего физико-химических измерений, где исторически сложился свой подход к оцениванию точности с применением правильности и прецизионности измерений [6-8].

ЛИТЕРАТУРА

1. Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement: First edition. – ISO, Switzerland, 1993. – 101 p.
2. ГОСТ 34100.3 -2017/ISO/IEC Guide 98- 3:2008. Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения
3. ГОСТ 34100.3.1-2017/ISO/IEC Guide 98-3/Suppl 1:2008 Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения. Дополнение 1. Трансформирование распределений с использованием метода Монте-Карло;
4. ГОСТ 34100.3.2-2017/ISO/IEC Guide 98-3/Suppl 2:2011 Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению

-
- неопределенности измерения. Дополнение 2. Обобщение на случай произвольного числа выходных величин.
5. Чуновкина А. Г. Задачи оценивания точности измерений. // Измерительная техника. 2001. № 11. С. 60-62.
 6. Руководство ЕВРАХИМ / СИТАК CG 4 Количественное описание неопределенности в аналитических измерениях. Третье издание (2012).
 7. ISO 21748:2010. Руководство по применению оценок повторяемости, воспроизводимости и правильности при оценивании неопределённости.
 8. ISO/TS 20914:2019 Medical laboratories – Practical guidance for the estimation of measurement uncertainty.

ОЦЕНКА СООТВЕТСТВИЯ ПРИ КАЛИБРОВКЕ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

Мигаль П.В.

УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева», г. Екатеринбург, Россия
<https://orcid.org/0000-0003-1951-9868>, e-mail: mig@uniim.ru

Аннотация: Рассмотрены вопросы оценки соответствия средства измерений требованиям спецификации по результатам его калибровки. Описан способ нормирования предела спецификации путем применения численного метода нахождения интеграла функции плотности вероятности нормального распределения на основе заданного предела вероятности риска несоответствия.

Ключевые слова: МЕТРОЛОГИЯ, ОЦЕНКА СООТВЕТСТВИЯ, КАЛИБРОВКА, НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ

В последнее время существенно увеличился спрос на услуги по калибровке средств измерений. По мимо прочего, это вызвано требованиями Федеральной службы по аккредитации к метрологическому обеспечению оборудования, применяемого в испытательных и калибровочных лабораториях [1]. Исторически пользователи такой услуги как поверка средств измерений привыкли к тому, что в документе (свидетельство о поверке) приведена информации об оценке соответствия средства измерений обязательным требованиям: годен/негоден. Так же некоторые калибровочные лаборатории в ответ на просьбу заказчика калибровки выдавали сертификат с записью о пригодности или с записью о пределах допускаемой погрешности. При этом такие лаборатории не всегда обеспечивали выполнение требований к метрологической прослеживаемости и не вполне корректно делали выводы об оценке соответствия как того требует ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 [2].

Вероятно, что эти нарушения связаны с тем, что Российская система обеспечения единства измерений [3] применительно к поверке средств измерений основана на иерархической структуре поверочных схем, где каждое вышестоящее звено имеет определенный запас по точности. Такой подход является очень удобным, потому что ни у поверочных, ни у испытательных лабораторий не возникает сложности в принятии решения об оценке соответствия средства измерений, т.к. *пределы спецификации* установлены в поверочной схеме, а методика поверки опробована при испытаниях средства измерений в целях утверждения типа и гарантирует ответ на вопрос: годен/негоден.

При калибровке средств измерений представление заключений о соответствии должно проводиться согласно требованиям п. 7.8.6-7.8.7 ГОСТ ISO/IEC 17025. Общие подходы к принятию решения о соответствии [4-6] представлены в блок схеме на рисунке 1.



Рисунок 1. Блок-схема принятия решений

В работе рассмотрены основные правила принятия решений об оценке соответствия на основе модельных примеров с графическими пояснениями [7,8]. Кроме того, предложен способ нормирования предела спецификации на основании известного допуска вероятности риска несоответствия.

Вероятность соответствия СИ (P_{conf}) требованиям спецификации может быть оценена по формуле

$$P_{confj} = 1 - \frac{1}{\sqrt{2} \cdot \pi} \cdot \left(\int_{-\infty}^{z_l} \exp\left(-\frac{x^2}{2}\right) dx + \int_{z_u}^{\infty} \exp\left(-\frac{x^2}{2}\right) dx \right), \quad (1)$$

где

$$z_l = \frac{-\Delta_j + \Delta_{targetj}}{u_{cj}}, \quad (2)$$

$$z_u = \frac{-\Delta_j - \Delta_{targetj}}{u_{cj}}, \quad (3)$$

$\Delta_{targetj}$ – предел характеристики точности по спецификации (целевая неопределенность, приемочный интервал и т.п.) в j -й точке;

u_{cj} – суммарная стандартная неопределенность результата калибровки в j -й точке;

Δ_j – результат калибровки в j -й точке, который оценивают по формуле

$$\Delta_j = X_j - A_j, \quad (4)$$

где X_j – результат измерений калибруемым средством измерений в j -й точке;
 A_j – опорное значение измеряемой величины (результат измерений эталоном, аттестованное значение стандартного образца и т.п.) в j -й точке.

При заданном уровне доверия к результатам калибровки (обычно $P = 0,95$) можно оценить предел спецификации для объекта калибровки путем решения обратной задачи подбором параметра Δ_{target_j} такого, что выполняется неравенство $P \leq P_{conf}$. Этот подход реализуется численным методом последовательных итераций, т.к. аналитического решения $\Delta = f(P)$ не существует. Полученное значение Δ_{target_j} может быть использовано на практике так же, как пределы допускаемой погрешности измерений.

ЛИТЕРАТУРА

1. ILAC-P14:01/2013 Политика ILAC в отношении неопределенности при калибровках. <https://fsa.gov.ru/documents/9680/>
2. ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий
3. 102-ФЗ Об обеспечении единства измерений. <https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/1/items/232725>
4. ISO/IEC GUIDE 98-4:2012 (JCGM 106:2012) Неопределенность измерений. Часть 4. Роль неопределенности измерения в оценке соответствия. http://www.coomet.org/DB/isapi/cmt_docs/2017/12/7HHG12.pdf
5. OIML G 19:2017 Роль неопределенности измерений при принятии решений об оценке соответствия в законодательной метрологии. <https://fgis.gost.ru/fundmetrology/api/downloadfile/7c853552-63c6-4784-b432-0db7fb022694>
6. ILAC-G8:09/2019 Руководство по правилам принятия решения и декларациям соответствия. <https://kca.gov.kg/uploads/editor/6120fddc7ae76.pdf>
7. Srđan Damjanović and Predrag Katanić. A program for conformity assessment of the calibration results with the specification // International Journal of Electrical Engineering and Computing Vol. 3, No. 1 (2019). DOI 10.7251/IJEEC1901009D
8. Z. Zrno. Some applications of the normal (Gaussian) distribution // Zbornik radova Međimurskog veleučilišta u Čakovcu, Vol. 2 No. 2 (2011). <http://hrcak.srce.hr/74969>

МЕТРОЛОГИЯ – БЕЗ ГРАНИЦ

Эмануэль В.Л.

ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. И.П. Павлова» Минздрава России, Российская Федерация, г. Санкт-Петербург

Аннотация: В докладе представлены обоснования для организации в России «Объединенного комитета по прослеживаемости в лабораторной медицине» и системы референтных лабораторий в сети практического здравоохранения, наряду с введением калиметрии в менеджмент качества лабораторной диагностики.

Ключевые слова: МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОСЛЕЖИВАЕМОСТЬ, СИСТЕМА МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА, КАЛИБРАТОР, КОНТРОЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ, НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ, ЛАБОРАТОРНАЯ МЕДИЦИНА.

Мы являемся свидетелями и, что главное, активными участниками радикальных преобразований в медицинской науке и, следовательно, в практическом здравоохранении. Применение высокотехнологичных методов диагностики и лечения, особенно внедрение принципов профилактической медицины, выступают основой для смены парадигмы медицинской индустрии. Речь идёт о переходе от «помощи больным» к реализации именно «защитно-охранительной» функции, основанной на доклинической диагностике и/или диагностике, опережающей скорость развития патологических процессов. Ключевую роль в этих преобразованиях приобретают современные лабораторные и инструментальные технологии.

Сейчас начинают активно претворяться в жизнь предвидения отечественного философа, экономиста И.Д. Кондратьева, который предсказал к концу первой четверти XXI века революцию в биологии и медицине. Развитие – это преодоление тех или иных противоречий. На преодоление, каких противоречий направлен этот вектор развития? Так, стремление общества к возможному долголетию не может быть обеспечено расширением высокотехнологичной медицинской помощи. Сегодня основные средства в здравоохранении расходуются на поддержание здоровья человека в последние годы его жизни, как правило, на лечение коморбитной ассоциации «болезней цивилизации». В то же время, здоровье популяции определяется врожденным запасом прочности, т.е. генофондом и, главное – тем, как каждый индивидуум сохраняет бесценный дар – здоровье!

Понятно, что в социуме сохранность здоровья зависит от условий жизни. При этом обеспечение стандартов качества жизни во многом относится к компетенции государства, к сожалению, располагающего весьма ограниченными средствами для обеспечения комфортной жизни населения, в том

числе в сфере обеспечения чистой водой и экологически чистыми продуктами питания. Культура здорового образа жизни в обществе в целом повышается, хотя в структуре причин смерти сохраняются нозологии, во многом зависящие от мировоззрения (такие, например, как ожирение или депрессия).

Очевидно, что сегодня миссия IVD (in vitro диагностика – IVD) как транслайционного направления медицинской науки тесным образом связана с трансформацией здравоохранения в отрасль:

- основанную на принципах профилактической, предсказательной, прецизионной, персонализированной и партисипативной медицины;
- опирающуюся на технологии донозологической верификации патологических состояний и оценки клинической прогностичности информации о составе и свойствах биоматериалов в формате иерархии «омиксов» методами медицинской информатики.

Ёмко охарактеризовал эффективность такого направления медицины великий Н.И. Пирогов: «Фунт профилактики дороже пуда лечения». Ключевым фактором такого развития здравоохранения становятся расширяющиеся возможности современных лабораторных технологий.

В структуре информационного обеспечения принятия клинического решения, практически, по всему перечню заболеваний, данные клинических лабораторных исследований составляют около 60-70%. Поэтому изучение состава и свойств биологических объектов относится к лицензируемым видам медицинской деятельности. Однако, критерии качества результатов лабораторных исследований не формализованы лицензионными требованиями и, следовательно, отсутствует и учет рисков неблагоприятных воздействий на пациента, обусловленных ошибками лабораторной диагностики.

Пока робким, хотя и стратегически глубоким посылом является требование к лабораториям медицинских организаций, сформулированным в приказе МЗ РФ №785 от 31.07.2020 года «Об утверждении Требований к организации и проведению внутреннего контроля качества и безопасности медицинской деятельности» о необходимости обеспечивать «прослеживаемость результатов».

Необходимо сформулировать государственную политику в области качества лабораторной диагностики, например, основанную на ГОСТ 15189-2015 «Лаборатории медицинские. Требования к качеству и компетентности». Однако, конкретные формы внедрения этого стандарта существенно зависят от специфики различных медицинских организаций. Необходимо разработать «Национальное руководство по качеству в сфере IVD» в котором, конкретно раскрыть механизмы обеспечения менеджмента качества. Наличие такого инструмента обеспечит возможность Росздравнадзору объективно оценивать качество этого вида медицинской деятельности.

Первым шагом межведомственной консолидации должно быть создание Российского аналога JCTLM – «Объединенного комитета обеспечения прослеживаемости в лабораторной медицине», учрежденного Международным бюро мер и весов (BIPM), Международной Федерацией клинической химии и лабораторной медицины (IFCC) и Международной организацией по аккредитации лабораторий (ILAC).

Позитивный опыт Китая по деятельности национального аналога JCTLM убеждает в экономической эффективности такой консолидации, которая привлекательна для производителей и поставщиков медицинских изделий IVD.

Учитывая, бурный технологический прогресс в сфере IVD, создание выше указанного межотраслевого координационного центра, наиболее целесообразно в формате «Национального медицинского исследовательского Центра», как научно-методической платформы для формирования адекватных контрольных критериев.

Для минимальных финансовых затрат, первоначально, небольшой численностью персонала высокой квалификации будет сформирована «Дорожная карта» по реализации «Стратегии развития лабораторной службы Российской Федерации», разработанной Федерацией лабораторной медицины. Реализация тематических фрагментов такого программного документа по различным клиническим профилям можно осуществить в формате госзадания на НИР различным профильным организациям и учреждениям РАН, МЗ РФ, ФМБА или других ведомств на конкурсной основе. К решению межотраслевых проблем, например, в сфере метрологии, на аналогичных принципах могут быть привлечены соответствующие ведомственные организации, а также при активном участии разработчиков медицинских изделий и других инвестиционных фондов. Систематизация полученных материалов, их медико-экономический анализ, сформулирует научное обоснование кадровой политики в области лабораторной медицины.

Привлечение региональных органов исполнительной власти позволит предметно решать вопросы по оптимизации лабораторного обеспечения медицинских организаций с учетом развивающихся IT технологий и региональных особенностей системы здравоохранения.

В целом, неизбежная коррекция нормативных, ведомственных актов в этой межотраслевой сфере требует принятия консолидированного документа в формате ФЗ «О развитии IVD в РФ». Ключевым элементом обеспечения метрологической корректности измерений в лабораторной медицине являются калибраторы, позволяющие проводить градуировку (калибровку) аналитических систем и реализовать метрологическую прослеживаемость. Так, производители МИ IVD обеспечивают прослеживаемость измерений в лабораторной медицине при соблюдении их производства требованиям

ISO 13485. В этом случае метрологическая прослеживаемость обеспечивается до уровня референтной методики производителя, которая может быть международно признанной методикой.

Создание системы калибровочных (референтных) лабораторий в этой области позволит реализовать метрологическую прослеживаемость до наивысшего возможного уровня, тем самым способствовать обеспечению сопоставимости результатов клинических исследований *in vitro*. Метрологическая прослеживаемость результатов измерений до государственных первичных эталонов и первичных референтных методик, реализуемая через непрерывную цепь калибровок, направлена на обеспечение правильности измерений. В тех случаях, когда принципиально нереализуема метрологическая прослеживаемость до наивысшего уровня, правильность результатов измерений устанавливается по итогам межлабораторных сличений. Для оценивания и контроля прецизионности измерений в клинических лабораториях используют контрольные материалы. Контрольные материалы позволяют также отслеживать систематические дрейфы результатов измерений в лаборатории. По существу, контрольные материалы выполняют важнейшую функцию управления аналитическими системами в процессе внутрилабораторного контроля качества как обязательный технологический элемент измерений, обеспечения их стабильности и прецизионности.

Указанные мероприятия позволят преобразовать «клуб избранных любителей качества» в национальную систему обеспечения качества и безопасности медицинской деятельности в сфере лабораторной медицины.

Итак, есть все основания рассчитывать на то, что лабораторная медицина в XXI веке сумеет внести изменения в систему здравоохранения, в истинном ее смысле – обеспечить переход к охране здоровья.

При этом лабораторная диагностика становится важным звеном доказательной медицины и инициатором научных исследований в различных клинических областях. Потенциал возможностей лабораторной медицины позволяет претендовать на ключевые позиции в стратегии государственной безопасности в части профилактики заболеваний и эффективности системы здравоохранения в целом, например, путем внедрения «Паспорта здоровья».

Рассмотренные вопросы являются и предметом для «эсперанто» между врачом – клиницистом и врачом клинической лабораторной диагностики. Необходимо совместно вырабатывать единую точку зрения, сближая «объектив» *-in vitro* технологии и «окуляр» – *in vivo* диагностику для создания мощного «телескопа», направленного в неисчерпаемую тайну мироздания – Человека.

ЛИТЕРАТУРА

1. Эмануэль В.Л.. Метрология в лабораторной медицине – этапный эпикриз // Лабораторная служба. – 2020. - Т. 9.- № 3. – С. 5–7.
2. Меньшиков В.В.. Зачем клинической лаборатории нужна стандартизация и как ее применить на практике? Учебно-методическое пособие // Учебно-методическое пособие. М.:Лабора. — 2012.- 72с.
3. ISO 15195 : 2018 Laboratory medicine – Requirements for the competence of calibration laboratories using reference measurement procedures.
4. ГОСТ ISO 17511-2011 Изделия медицинские для диагностики *in vitro*. Измерение величин в биологических пробах. Метрологическая прослеживаемость значений, приписанных калибраторам и контрольным материалам.
5. ГОСТ 15189-2015 «Лаборатории медицинские. Частные требования к качеству и компетентности».

БИОАНАЛИЗ – ИСТОРИЯ СТАНОВЛЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Вонский М.С.

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева»
(ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»), г. Санкт-Петербург, Россия,
ORCID 0000-0003-4061-7411, e-mail: m.s.vonsky@vniim.ru

Аннотация: предмет биоанализа составляют измерения биологически значимых параметров макромолекул или их комплексов биологического происхождения, включающие идентификацию и измерения содержания активных макромолекул, опосредующих специфические биологические функции в сложных матрицах, измерения специфических параметров макромолекул и характеристик межмолекулярных взаимодействий. Обсуждается развитие данного направления в рамках Консультативного комитета по количеству вещества: метрология в химии и биологии.

Ключевые слова: БИОАНАЛИЗ, КОЛИЧЕСТВО ВЕЩЕСТВА, МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОСЛЕЖИВАЕМОСТЬ, ЕДИНИЦЫ СИ, СТАНДАРТНЫЕ ОБРАЗЦЫ

Последние десятилетия XX века ознаменовались быстрым развитием биотехнологий, их внедрением в разные сферы деятельности общества, что обусловило необходимость создания нового направления в метрологии – биоанализа. Развитие биоанализа во многом стимулировали проблемы, связанные с различиями в национальных законодательствах, регулирующих оборот трансгенных сельскохозяйственных культур. В 1999 г. Генеральной конференцией по мерам и весам была принята резолюция, в которой отмечена необходимость создания адекватной метрологической инфраструктуры, обеспечивающей прослеживаемость биоизмерений и решения на международном уровне общих вопросов, связанных с измерениями биологических параметров, обработкой и интерпретацией результатов измерений.

В докладе, представленном в 2000 г целевой группой по биометрологии, созданной по решению Генеральной конференции, было впервые сформулировано определение предмета биоанализа как измерений биологически значимых параметров макромолекул или их комплексов биологического происхождения, включая идентификацию и измерения содержания активных макромолекул, опосредующих специфические биологические функции в сложных матрицах, измерения специфических параметров биологических макромолекул и характеристик межмолекулярных взаимодействий. В 2001 г в составе Консультативного комитета по количеству вещества:

метрология в химии была сформирована Рабочая группа по биоанализу, реорганизованная в 2015 г в рабочие группы, соответствующие трём основными направлениям биоанализа – измерениям нуклеиновых кислот, белков и клеток [1].

Одной из основных проблем в биоанализе является сложность формального определения измеряемой величины и установление ее связи с единицами СИ. Так, для определения содержания вещества необходимо измерить его массовую или молярную концентрацию, что подразумевает, что вещество может быть выделено в чистом виде. Однако для большого числа биологических макромолекул эта задача остается неразрешимой [2, 3].

Величины, определяющие содержание исчисляемых биомолекулярных объектов (такие, как число копий последовательности, число молекул, клеток, иных биобъектов) прослеживают к единице СИ «один». Единица «один» является нейтральным элементом любой системы единиц, а формальную прослеживаемость подобных величин устанавливают с помощью проверенных методик измерения [4]. Однако для других измеряемых величин, связанных, например, с характеристиками межбелковых взаимодействий, механизмов установления прослеживаемости к СИ в настоящее время нет, эти величины выражают в международных единицах ВОЗ [5, 6, 7].

Перспективы развития биоанализа связывают с потребностями лабораторной медицины, что обусловлено требованиями к обеспечению метрологической прослеживаемости результатов измерений [8]. В условиях, когда прослеживаемость до национальных эталонов может быть установлена для ограниченного набора показателей, большое значение приобретает создание стандартных образцов, обеспечивающих передачу единицы калибра-торам тест-систем IVD.

ЛИТЕРАТУРА

1. Milavec M., Cleveland M.H., Bae Y.K., Wielgosz R.I., Vonsky M. & Huggett J.F. Metrological framework to support accurate, reliable, and reproducible nucleic acid measurements. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 414, p.791-806 (2021) <https://doi.org/10.1007/s00216-021-03712-x>
2. Salazar, J., Martínez, M. S., Chávez-Castillo, M., Núñez, V., Añez, R., Torres, Y., Toledo, A., Chacín, M., Silva, C., Pacheco, E., Rojas, J., & Bermúdez, V. (2014). C-Reactive Protein: An In-Depth Look into Structure, Function, and Regulation. *International scholarly research notices*, 653045 (2014) <https://doi.org/10.1155/2014/653045>
3. B. Toussaint, H. Schimmel, C.L. Klein, M. Wiergowski, H. Emons, Towards the certification of the purity of calibrant reference materials for thyroid hormones: A chicken and egg dilemma,

- Journal of Chromatography A. vol. 1156. № 1–2, p. 236-248 (2007) <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2006.11.095>
4. Международная система единиц (SI). Издание 9-е. 2019. ВИПМ. Пер с англ. <https://www.vniim.ru/files/SI-2019.pdf>
 5. Dybkaer R, Storrang PL. Application of IUPAC-IFCC recommendations on quantities and units to WHO biological reference materials for diagnostic use. International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC) and International Federation of Clinical Chemistry (IFCC). Eur J Clin Chem Clin Biochem. vol. 33 №9, p. 623-625 (1995)
 6. Prechl J. Why current quantitative serology is not quantitative and how systems immunology could provide solutions. Biol Futur. vol. 72, № 1, p.37-44 (2021) <https://doi.org/10.1007/s42977-020-00061-1>
 7. Morris, C., Govind, S., Fryer, J., Almond, N. SoGAT—25 years of improving the measurement of nucleic acids in infectious disease diagnostics (a review). Metrologia. vol.56, №4, 044007 (2019) <https://doi.org/10.1088/1681-7575/ab2aa3>
 8. Beaſtall G.H. Traceability in Laboratory Medicine: What is it and Why is it Important for Patients? J. Int. Fed. Clin. Chem. Lab. Med. vol. 29, №4, p.242-247 (2018)

АККРЕДИТАЦИЯ. ЦЕЛИ, ПРИНЦИПЫ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ

Селиванова Т.Я., Окрепилов М.В.

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева» (ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»), г. Санкт-Петербург, Россия, e-mail: t.ya.selivanova@vniim.ru

Аннотация: в статье дана характеристика сложившейся практики аккредитации органов по оценке соответствия в Российской Федерации и проведена оценка её соответствия мировым тенденциям развития аккредитации.

Ключевые слова: АККРЕДИТАЦИЯ, ИЛАС, ОРГАНЫ ОЦЕНКИ СООТВЕТСТВИЯ, ИСПЫТАНИЯ, КАЛИБРОВКА, КРИТЕРИИ АККРЕДИТАЦИИ

В стандарте ГОСТ ISO/IEC 17000-2012 «Оценка соответствия. Словарь и общие принципы» [1] аккредитация определена как «...подтверждение соответствия третьей стороной, относящееся к органу по оценке соответствия, служащее официальным свидетельством его компетентности для выполнения конкретных задач по оценке соответствия».

Документом, который устанавливает требования к органам по аккредитации, аккредитующим органы по оценке соответствия, в т.ч. устанавливает требования к компетентности, последовательности действий и беспристрастности органов по аккредитации, проводящих оценку и аккредитацию органов по оценке соответствия является ГОСТ ISO/IEC 17011-2018 [2].

Главная цель, которую преследует аккредитация в любой сфере деятельности – это повышение уровня доверия всех участников рынка: потребителей, производителей, профессиональных сообществ, государственных служб, экспертов и других заинтересованных сторон. Аккредитация в РФ проводится в соответствии с законодательством в области аккредитации, которое включает Федеральный закон «Об аккредитации в национальной системе аккредитации» от 28.12.2013 № 412-ФЗ [3], а также и другие акты [4, 5]. Закон устанавливает цели и принципы аккредитации, а также порядок аккредитации в национальной системе аккредитации и устанавливает возможность признания результатов аккредитации иных органов по аккредитации, подписавшими вместе с Росаккредитацией Соглашение о взаимном признании.

Поддержку Соглашения о взаимном признании осуществляет Международная организация по аккредитации лабораторий (International Laboratory Accreditation Cooperation) – ИЛАС [6].

Международное Соглашение (Договоренность) о взаимном признании (The ILAC Mutual Recognition Arrangement (ILAC MRA) – это документ, в рамках которого все органы по аккредитации-подписанты Соглашения

на основе взаимного доверия признают результаты работ по аккредитации других подписантов в рамках своей области признания [7].

Последние годы показали, что аккредитация, как в мире в целом, так и в России в частности, развивается одновременно по нескольким векторам.

Первый вектор – расширение соглашения о взаимном признании. Расширение происходит как в части увеличения количества членов ИЛАС [8], так и растёт количество аккредитованных органов по оценке соответствия. Продолжает увеличиваться количество органов по аккредитации в отдельных странах (в Индии, России, США), а также расширяются области признания существующих органов по аккредитации. Продолжается увеличение возможных областей признания для органов по аккредитации. В 2021 году добавлена деятельность по аккредитации производителей стандартных образцов. Ожидается расширение на органы по валидации, органы по сертификации и судебно-экспертные лаборатории.

Второй вектор – развитие технологий удалённой деятельности. В частности, всё большее распространение получает удалённая аккредитация. Также в удалённом формате проводятся проверки органов по аккредитации в рамках Соглашения ИЛАС MRA, повышение квалификации экспертов по аккредитации, заседания региональных институтов ИЛАС и региональных организаций по аккредитации.

Третий вектор – перевод деятельности органов по аккредитации в цифровой формат: подача заявлений на аккредитацию, предоставление информации о деятельности, оформлении результатов аккредитации, формирование областей аккредитации через электронный конфигуратор и т.д.

Четвёртый вектор – признание аккредитации, как основного механизма международного и национального признания компетентности органов по оценке соответствия.

В заключение следует отметить, что российская аккредитация в целом демонстрирует движение по перечисленным векторам и лежит в русле развития аккредитации в мире.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ ISO/IEC 17000-2012 Оценка соответствия. Словарь и общие принципы
2. ГОСТ ISO/IEC 17011-2018 Оценка соответствия. Требования к органам по аккредитации, аккредитующим органы по оценке соответствия
3. Федеральный закон от 28.12.2013 N 412-ФЗ Об аккредитации в национальной системе аккредитации (с изменениями на 11 июня 2021 года) (редакция, действующая с 1 июля 2021 года)

4. Приказ Минэкономразвития России от 26.10.2020 N 707 Об утверждении критериев аккредитации и перечня документов, подтверждающих соответствие заявителя, аккредитованного лица критериям аккредитации (с изменениями на 30 декабря 2020 года)
5. Постановление Правительства Российской Федерации от 26.11.2021 № 2050 «Об утверждении Правил осуществления аккредитации в национальной системе аккредитации, Правил проведения процедуры подтверждения компетентности аккредитованного лица, Правил внесения изменений в сведения об аккредитованном лице, содержащиеся в реестре аккредитованных лиц и предусмотренные пунктами 7 и 8 части 1 статьи 21 Федерального закона «Об аккредитации в национальной системе аккредитации», Правил рассмотрения заявления аккредитованного лица о прекращении действия аккредитации и принятия национальным органом по аккредитации решения о прекращении действия аккредитации, об изменении и признании утратившими силу некоторых актов и отдельных положений некоторых актов Правительства Российской Федерации»
6. Электронный ресурс: <https://ilac.org/ilac-mra-and-signatories/>
7. ILAC P5:05/2019 Соглашение о взаимном признании ILAC: Сфера действия и обязательства
8. Электронный ресурс: <https://ilac.org/signatory-search/>

ПРИМЕНЕНИЕ НАУЧНОГО ПОДХОДА В РАБОТЕ ФБУ ЦСМ (НА ПРИМЕРЕ ФБУ «ОРЕНБУРГСКИЙ ЦСМ»)

Фот Н.П.

Федеральное бюджетное учреждение «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Оренбургской области» (ФБУ «Оренбургский ЦСМ»), г. Оренбург, Россия, e-mail: fot@orencsm.ru

Аннотация: Применение научного подхода в работе ФБУ ЦСМ зачастую ограничено несколькими факторами: трудность совмещения научной работы с основным видом деятельности, а также отсутствие у специалистов знаний в сфере научных исследований. Однако, развитие профессиональных компетенций у молодых специалистов по проведению научных исследований позволит внедрять в работу региональных центров инновационные разработки, позволяющие повысить их ключевые технико-экономические показатели

Ключевые слова: РЕГИОНАЛЬНЫЕ ЦЕНТРЫ, НАУЧНЫЙ ПОДХОД, ФБУ ЦСМ, НЕЧЕТКИЕ МНОЖЕСТВА, ОЦЕНКА РИСКОВ

Важнейшим приоритетом развития системы обеспечения единства измерений в соответствии со Стратегией обеспечения единства измерений в Российской Федерации до 2025 года является формирование национальной инновационной системы, которая включает интеграцию научных исследований и разработок, а также развитие корпоративной науки [1,2]. Обладая интеллектуальными ресурсами, широким парком эталонного оборудования, региональные центры стандартизации, метрологии и испытаний могут стать тем центром компетенций по предоставлению высокопрофессиональных услуг, включающих передачу, аккумуляцию новых знаний и уникального опыта в области обеспечения единства измерений, стандартизации и подтверждения соответствия. Так, в ФБУ «Оренбургский ЦСМ» уже сейчас ведутся работы по улучшению производственной деятельности, основанных на научном подходе: внедрен риск-ориентированный подход на основе совместного применения технологий оценки рисков – экспертного метода, FMEA-анализа и методов теории нечетких множеств [4].

Известно, что необходимость внедрения риск-ориентированного подхода отражена в ряде принятых ключевых документах, регламентирующих деятельность калибровочных и испытательных лабораторий. В частности, ГОСТ Р ISO/IEC 17025-2019 [7] содержит требование необходимости планирования и осуществления действий по управлению рисками и возможностями для испытательных и калибровочных лабораторий. В соответствии с ГОСТ Р 58771-2019 [6] для оценки последствий, вероятности риска

в ФБУ «Оренбургский ЦСМ» были применены методы нечеткой логики. Главным преимуществом применения данных методов является возможность оценки совокупного эффекта выделенных рисков. Однако, одним из главных недостатков назван – отсутствие специалистов, обладающих знаниями в этой области. Выбор именно этой технологии объясняется условиями ее применения – отсутствие полноценной статистики в центрах, возможность включения в число факторов риска качественных показателей, что является актуальным в работе испытательных и калибровочных лабораторий в современных условиях, когда отсутствует количественная информация по ряду направлений деятельности.

Методами нечеткой логики проводилось моделирование рисков, возникающих в калибровочной лаборатории, ранее выделенных экспертными методами. Определены входные и выходные переменные, отражающие степень риска [4]. В соответствии с алгоритмом Мамдани для всех термов были выбраны функции принадлежности, составлено 81 правило системы нечеткого вывода. Множества термов для переменных определялись в пакете MATLAB [8,9]. В результате применения научного подхода, основанного на применении методов нечеткой логики при оценке рисков в ФБУ «Оренбургский ЦСМ», позволило не только количественно оценивать риски лаборатории, проводить их сравнительный анализ, но и появилась возможность моделирования сценариев неблагоприятных условий, тем самым предупреждая возникновение новых рисков и снижая выделенные ранее.

ЛИТЕРАТУРА

1. «Росстандарт-2025. Стратегическое развитие и перспективы реализации ключевых функций федерального органа исполнительной власти в сфере технического регулирования, стандартизации и обеспечения единства измерений»//РОССТАНДАРТ – 2018. – [Электронный ресурс] – URL: csm32.ru/media/2018/rosstandart2025.pdf (10.05.2022)
2. Распоряжение Правительства РФ № 737-р «Об утверждении Стратегии обеспечения единства измерений в Российской Федерации до 2025 года» [Электронный ресурс] – Режим доступа. – ИС «Техэксперт»
3. Тэрано Т., Асаи К., Сугэно М. Прикладные нечеткие системы. Москва: Мир, 1993. –368 с
4. Дубров, А. М. Моделирование рискованных ситуаций в экономике и бизнесе [Текст]: учеб. пособие для вузов / А. М. Дубров, Б. А. Лагоша, Е. Ю. Хрусталева. – М.: Финансы и статистика, 1999. – 176 с.
5. ГОСТ Р ИСО 31000-2019. Менеджмент риска. Принципы и руководство [Электронный ресурс] – Введ. 2020 – Режим доступа. – ИС «Техэксперт»

6. ГОСТ Р 58771-2019. Менеджмент риска. Технологии оценки риска [Электронный ресурс] – Введ. 2020 – Режим доступа. – ИС «Техэксперт»
7. ГОСТ Р ISO/IEC 17025-2019. Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий [Электронный ресурс] – Введ. 2019 – Режим доступа. – ИС «Техэксперт»
8. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде Matlab и fuzzyTECH. СПб: БХВ–Петербург, 2005. –736 с.
9. Штовба С.Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB. Москва: Горячая линия – Телеком, 2007 –288 с.

ЧТО ТАКОЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СОБСТВЕННОСТЬ НА ПРЕДПРИЯТИИ, КОМУ И ДЛЯ ЧЕГО ОНА НУЖНА?

Еленский А.О.

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт оптико-физических измерений»
(ФГУП «ВНИИОФИ»), г. Москва, Россия, e-mail: elenskiy@vniiofi.ru

Аннотация: Актуальность повышения осведомлённости в области интеллектуальной собственности и понимания всеми сотрудниками, особенно научными специалистами, работникам производственной и управленческой сферы заключается в том, что в Российской Федерации все больше и больше уделяется внимание данной сфере деятельности. Только в 2021 г. было пересмотрено и уточнено значительное количество основных нормативных документов. За последнее десятилетие было разработано множество стандартов в области патентного права и в 2022 г. планируется выход нового ГОСТ 15.011 по порядку проведения патентных исследований.

Ключевые слова: ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СОБСТВЕННОСТЬ; ИСКЛЮЧИТЕЛЬНЫЕ ПРАВА; АВТОР; ПАТЕНТ; НОУ-ХАУ; ЛИЦЕНЗИОННЫЙ ДОГОВОР; РЕЗУЛЬТАТ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ (РИД); ПРАВООБЛАДАТЕЛЬ

Цель семинара заключается в расширении кругозора молодых специалистов разных сфер в области интеллектуальной собственности, стимулирования специалистов на создание более качественных и перспективных результатов интеллектуальной деятельности с учетом возникающих возможностей при грамотном оформлении интеллектуальной собственности. Формирование осознанного подхода к подготовке документов, связанных с охраняемыми результатами интеллектуальной деятельности. Повышение эффективности создания и использования интеллектуальной собственности на предприятии.

В семинаре раскрыта общая информация о «возможностях» интеллектуальной собственности, для чего ей нужно уделять время и какую пользу может принести грамотное оформление интеллектуальной собственности предприятию, работникам и авторам создавших охраноспособные результаты интеллектуальной деятельности. В семинаре также представлена информация о дополнительных доходах и потенциальных вознаграждениях, которые могут получить авторы за создание охраноспособных результатов интеллектуальной деятельности. На семинаре удастся приобрести знания о преимуществах интеллектуальной собственности и недостатках, что позволит избежать стандартных ошибок при управлении и использовании интеллектуально

собственности. Основные аспекты, связанный с грамотным управлением интеллектуальной собственности это:

- превосходство на рынке, законная монополия, определение правил игры на рынке правообладателем интеллектуальной собственности;
- защита, снижение рисков, затрат, комфортный климат на предприятии без каких-либо «масок шоу» и непредсказуемых сложностей;
- возможность формирование дополнительных финансовых потоков, то есть заключение лицензионных договоров или договоров отчуждения, использования интеллектуальной собственности в качестве уставного капитала.

Также приобретенные знания могут мотивировать и повышать эффективность как одного специалиста в частности, так и предприятие в целом.

Как показывает практика, повышение знаний в области интеллектуально собственности ключевых работников на предприятиях в научной и производственной сфере обеспечивает формирование более сильных и конкурентоспособных предприятий. Обеспечивает более быстрое развитие как науки, так и техники и стимулирует на совершенствование передовых технологий и способствует ускоренному их внедрению в повседневную жизнь.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гражданский кодекс Российской Федерации часть четвертая от 18 декабря 2006 г. № 230-ФЗ (ред. от 11.06.2021)
2. Федеральный закон от 29 июля 2004 г. № 98-ФЗ «О коммерческой тайне» (ред. от 18.04.2018);
3. Постановление Правительства Российской Федерации от 24 ноября 2021 г. № 2016 «Об утверждении Правил, определяющих условия и порядок исполнения обязанности по использованию результата интеллектуальной деятельности, полученного при выполнении работ по государственному или муниципальному контракту, последствия ее неисполнения и условия ее прекращения»
4. Постановление Правительства РФ от 30 ноября 2021 г. № 2143 «О типовых лицензионных договорах о безвозмездном предоставлении права использования результата интеллектуальной деятельности для государственных или муниципальных нужд»;
5. Постановления правительства РФ от 16.11.2020г. № 1848 «Об утверждении Правил выплаты вознаграждения за служебные изобретения, служебные полезные модели, служебные промышленные образцы».
6. ГОСТ Р 15.011 Государственный стандарт Российской Федерации Система разработки и постановки продукции на производство. Патентные исследования.

-
7. Приказ Росстандарта от 22.09.2016 № 1367 «Об организации в Федеральном агентстве по техническому регулированию и метрологии работ по рассмотрению вопросов правовой охраны и использования результатов интеллектуальной деятельности, созданных по заказу Росстандарта за счет средств федерального бюджета по государственным контрактам для государственных нужд»

АСПИРАНТУРА КАК ИНСТРУМЕНТ РАЗВИТИЯ НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Тинкова А.А.

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева»
(ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»), г. Санкт-Петербург, Россия,
e-mail: a.a.tinkova@vniim.ru

Аннотация: Аспирантура является одной из форм подготовки кадров высшей квалификации и отнесена к третьему уровню высшего образования, в соответствии с Федеральным законом от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации». Сегодня, в условиях продолжительной трансформации российской аспирантуры, особую актуальность приобретают данные об аспирантах, их цели, задачи и возможности, затрагивающие как формальные, так и содержательные аспекты. Кандидатская степень оказывает влияние на содержание труда и карьерные планы, а также является престижным фактом вне зависимости от сферы деятельности.

Ключевые слова: Аспирантура, наука, образование, молодые учёные, подготовка научных и научно-педагогических кадров, новая модель аспирантуры.

Аспирантура как официальная система подготовки научных кадров была создана в 1925 г. при Наркомпросе РСФСР, и в тридцатые годы распространилась в НИИ и вузы страны. Первые кандидатские диссертации в СССР были защищены в 1934 г. Сам термин «аспирантура» имеет латинскую основу: *aspiro* – стремлюсь, стараюсь приблизиться.

В период с 2008 по 2014 гг. был зафиксирован рост численности молодых исследователей, имеющих учёную степень, обусловленный целенаправленной политикой государства на укрепление института аспирантуры (2005–2010 гг.). Однако в 2010 г. объём государственного задания на приём в аспирантуру начал снижаться, эта тенденция продолжалась 10 лет вплоть до 2019 г. Введение программ аспирантуры в реализацию с 2014 г. на основе Федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС) с выдачей диплома о высшем образовании и присвоением квалификации «Исследователь. Преподаватель-исследователь» не оказали положительного влияния.

Одной из причин такого снижения в Российской Федерации числа лиц, профессионально занимающихся научными исследованиями и разработками, в том числе молодых учёных, заключается в недооценке роли института аспирантуры в решении задачи непрерывного воспроизводства научных кадров.

В 2021 году были утверждены Постановление Правительства Российской Федерации от 30.11.2021 № 2122 «Об утверждении Положения о подготовке

научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)» (далее – Положение) и Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20.10.2021 № 951 «Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов)» (далее – ФГТ).

Положение однозначно установило, что целью освоения программы аспирантуры является подготовка диссертации на соискание ученой степени кандидата наук (далее – диссертация) к защите в системе государственной научной аттестации, а также порядок организации и осуществления образовательной деятельности по программам аспирантуры, в том числе определило, что программа аспирантуры включает в себя научный компонент, образовательный компонент, а также итоговую аттестацию. Практика, которая относится к образовательному компоненту программы аспирантуры, может быть направлена как на подготовку к педагогическому виду деятельности, так и на развитие умений и навыков, необходимых выпускнику аспирантуры для успешной научной деятельности.

Отметим, что ФГТ являются рамочным документом, они не содержат ни одной конкретной цифры, которая могла бы характеризовать объём или структуру образовательного или научного компонента программы аспирантуры. В образовательном компоненте оговорено только наличие дисциплин (модулей), направленных на подготовку к сдаче кандидатских экзаменов, и одной практики.

Такие беспрецедентные свободы в определении структуры и содержания программ аспирантуры, предоставленные всем без исключения организациям, открывают большие возможности в повышении эффективности программ аспирантуры.

В настоящий момент, с учетом изменений в экономической и социальной жизни страны, актуальность новых изобретений растёт, существует необходимость создания новейшего оборудования высокого качества и в разработке новых технологий. Окончание аспирантуры и защита диссертации дает жизнь научному исследованию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации». URL: <https://rg.ru/2012/12/30/obrazovanie-dok.html> (дата обращения 10.05.2022).

2. Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20.10.2021 № 951 «Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов)». URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202111230037> (дата обращения 10.05.2022).
3. Постановление Правительства Российской Федерации от 30.11.2021 № 2122 «Об утверждении Положения о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)». URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202111300127> (дата обращения 10.05.2022).
4. Федеральная служба государственной статистики. URL: rosstat.gov.ru (дата обращения 09.05.2022).

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ СТАНДАРТОВ. НЕЗАВИСИМАЯ ОЦЕНКА КВАЛИФИКАЦИИ СПЕЦИАЛИСТОВ

Мосичкина А.В.

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии имени Д.И. Менделеева»
(ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»), г. Санкт-Петербург, Россия,
e-mail: a.v.mosichkina@vniim.ru

Аннотация: в статье раскрываются вопросы построения Национальной системы квалификаций в РФ, применения профессиональных стандартов, прохождения процедуры независимой оценки квалификации специалистов

Ключевые слова: ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ, КВАЛИФИКАЦИЯ, ТРУДОВАЯ ФУНКЦИЯ, МЕТРОЛОГИЯ

Российская Федерация выстраивает Национальную систему квалификаций на основе профессиональных стандартов. Ключевыми элементами, образующими ее содержание, являются: национальная рамка квалификаций (уровни квалификаций), профессиональные стандарты, квалификации, оценочные средства, образовательные программы, приводящие к получению квалификаций.

Понятия профессионального стандарта введено не так давно, длительное время квалификационные требования и объем должностных обязанностей работника регулировались только квалификационными справочниками. Но развитие технологий, рост квалификационного, образовательного уровня приводят к их устареванию, и им на смену пришли профессиональные стандарты, которые в перспективе должны будут полностью заменить квалификационные справочники.

Профессиональные стандарты необходимы для установления соответствия между сферой профессионального образования и сферой труда. В результате общего перехода на профстандарты осуществляется единообразный подход к требованиям к квалификации, навыкам, опыту как со стороны работодателей, так и со стороны образовательных организаций.

Профессиональный стандарт – характеристика квалификации, необходимой работнику для осуществления определенного вида профессиональной деятельности, в том числе выполнения определенной трудовой функции.

Квалификация – уровень знаний, умений, профессиональных навыков и опыта работы работника [1].

Приказом Минтруда России введена рамка квалификаций – девять квалификационных уровней, которые применяются при разработке

профессиональных стандартов для описания трудовых функций, требований к образованию и обучению работников [2].

Основные характеристики, содержащиеся в профессиональном стандарте, включают наименование и цель вида профессиональной деятельности, требования к образованию, обучению, опыту практической работы, перечень основных трудовых действий, умений и знаний, обеспечивающих выполнение трудовой функции.

В целях упорядочения информации о профессиональных стандартах (видах профессиональной деятельности) осуществляется ведение реестра профессиональных стандартов (видов профессиональной деятельности) по областям профессиональной деятельности. Информация о профессиональных стандартах размещается на специализированном сайте Минтруда России «Профессиональные стандарты» <http://profstandart.rosmintrud.ru> [3].

С учетом профессиональных стандартов разрабатываются новые федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования – ФГОС ВО 3+-. В основных профессиональных образовательных программах формирование перечня профессиональных компетенций происходит с учетом профессиональных стандартов по профилю подготовки.

Обязательность профессиональных стандартов необходимо устанавливать, отталкиваясь от положений, предусмотренных статьями 57 и 195.3 ТК РФ. Причем даже если тот или иной утвержденный профессиональный стандарт не является обязательным, работодателю следует применять характеристики квалификации, которые содержатся в профессиональных стандартах в качестве основы для определения требований к квалификации работников с учетом особенностей выполняемых ими трудовых функций, обусловленных применяемыми технологиями и принятой организацией производства и труда (часть 2 статьи 195.3 ТК РФ) [4].

Для метрологов утвержден профессиональный стандарт «Специалист по метрологии» (приказ Минтруда N 526н от 29.06.2017). Документ содержит в себе трудовые функции специалистов, выполняющих работы по поверке (калибровке) средств измерений, метрологической экспертизе технической документации, испытаниям в целях утверждения типа средств измерений, и другие [5].

На основе положений профессиональных стандартов разрабатываются наименования квалификаций и оценочные средства, которые используются для независимой оценки квалификации работников. Эта процедура необходима работодателю в целях определения соответствия работников занимаемым должностям, а также при проведении кадровых изменений в организации, позволяет работодателю получить конкурентное преимущество при участии в процедурах, связанных с закупкой товаров, работ, услуг для государственных и муниципальных нужд, подтвердить деловую репутацию, доказав

наличие квалифицированного персонала, в международных и российских конкурсах среди предприятий отрасли.

Правовые и организационные основы и порядок проведения независимой оценки квалификации работников или лиц, претендующих на осуществление определенного вида трудовой деятельности, осуществляется в соответствии с ФЗ 238 «О независимой оценке квалификации» [6].

Основные понятия, применяемые в области независимой оценки квалификации:

1. Национальный совет – национальный совет при Президенте Российской Федерации по профессиональным квалификациям, который является консультативным органом при Президенте Российской Федерации для рассмотрения вопросов, касающихся развития квалификаций в Российской Федерации;
2. Национальное агентство развития квалификаций – автономная некоммерческая организация, созданная в целях обеспечения деятельности по развитию квалификаций в Российской Федерации. Обеспечивает организационную, методическую, экспертно-аналитическую поддержку деятельности национального совета, советов по профессиональным квалификациям и центров оценки квалификаций;
3. независимая оценка квалификации работников или лиц, претендующих на осуществление определенного вида трудовой деятельности – процедура подтверждения соответствия квалификации соискателя положениям профессионального стандарта или квалификационным требованиям, установленным федеральными законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации, проведенная центром оценки квалификаций [7];
4. оценочные средства для проведения независимой оценки квалификации – комплекс заданий, критериев оценки, используемых центрами оценки квалификаций при проведении профессионального экзамена [8];
5. реестр сведений о проведении независимой оценки квалификации – информационный ресурс для обеспечения проведения независимой оценки квалификации [9];
6. совет по профессиональным квалификациям – орган управления, наделенный полномочиями по организации проведения независимой оценки квалификации по определенному виду профессиональной деятельности. Утверждают оценочные средства по соответствующим квалификациям, представляет в национальное агентство развития квалификаций проекты наименований квалификаций и требования к квалификации, на соответствие которым планируется проводить независимую оценку, проводит отбор и контроль организаций для выполнения ими функций центров оценки квалификаций, проверяют,

обрабатывают и признают результаты независимой оценки квалификации, принимает решение о выдаче свидетельств о квалификации, направляют в национальное агентство развития квалификаций информацию о выданных свидетельствах о квалификации для ее внесения в реестр;

7. соискатель – работник или претендующее на осуществление определенного вида трудовой деятельности лицо, обратившиеся, в том числе по направлению работодателя, в центр оценки квалификаций для подтверждения своей квалификации;
8. центр оценки квалификаций – юридическое лицо, осуществляющее деятельность по проведению независимой оценки квалификации.

Порядок проведения независимой оценки квалификации:

1. Независимая оценка квалификации проводится в форме профессионального экзамена центром оценки квалификаций [10,11].
2. Профессиональный экзамен проводится по инициативе соискателя за счет средств соискателя, иных физических и (или) юридических лиц либо по направлению работодателя за счет средств работодателя в порядке, установленном трудовым законодательством.
3. Для прохождения профессионального экзамена в центр оценки квалификаций представляются письменное заявление соискателя по установленному образцу, копия паспорта или копия иного документа, удостоверяющего личность, а также иные документы, необходимые для прохождения соискателем профессионального экзамена по соответствующей квалификации, информация о которой содержится в реестре [12].
4. По итогам прохождения профессионального экзамена соискателю в тридцатидневный срок центром оценки квалификаций выдается свидетельство о квалификации, а в случае получения неудовлетворительной оценки при прохождении профессионального экзамена – заключение о прохождении профессионального экзамена, включающее рекомендации для соискателя [13].

На настоящий момент инфраструктура Национальной системы квалификаций сформирована: создано 42 совета по профессиональным квалификациям по отраслевому и профессиональному признаку, открыты центры оценки квалификаций, в которых проводятся профессиональные экзамены, созданы нормативно-правовые механизмы национальной системы квалификаций, установлены права и обязанности участников; порядок проведения процедуры, федеральные государственные образовательные стандарты профессионального образования приводятся в соответствие с требованиями профессиональных стандартов.

Национальным советом при Президенте Российской Федерации по профессиональным квалификациям одобрена «Стратегия развития национальной системы квалификаций Российской Федерации на период до 2030 года» [14]. Стратегия определяет цели, приоритеты, направления, задачи государственной политики РФ, направленные на формирование и укрепление кадрового потенциала страны для обеспечения эффективности национальной экономики, реализации национальных целей и приоритетов, а также механизмы реализации, этапы и ожидаемые результаты реализации этих задач.

Переход на новую систему квалификаций в России продолжается, на смену устаревающим тарифно-квалификационным справочникам пришли актуальные, современные требования к квалификациям работников.

ЛИТЕРАТУРА

1. Постановление Правительства РФ №23 от 22 января 2013 г. «О Правилах разработки, утверждения и применения профессиональных стандартов»,
2. Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 12.04.2013 N 148н «Об утверждении уровней квалификации в целях разработки проектов профессиональных стандартов»,
3. Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 29 сентября 2014 г. N 667н «О реестре профессиональных стандартов (перечне видов профессиональной деятельности)»,
4. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 25.02.2022) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2022),
5. Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 29 июня 2017 г. N 526н «Об утверждении профессионального стандарта «Специалист по метрологии»,
6. Федеральный закон «О независимой оценке квалификации» от 03.07.2016 N 238-ФЗ,
7. Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 12 декабря 2016 г. N 726н «Об утверждении Положения о разработке наименований квалификаций и требований к квалификации, на соответствие которым проводится независимая оценка квалификации»,
8. Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 01 ноября 2016 г. N 601н «Об утверждении Положения о разработке оценочных средств для проведения независимой оценки квалификации»,
9. Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 15 ноября 2016 г. N 649н «Об утверждении Порядка формирования и ведения реестра сведений о проведении независимой оценки квалификации

и доступа к ним, а также перечня сведений, содержащихся в указанном реестре»,

10. Постановление Правительства Российской Федерации от 16 ноября №1204 «Об утверждении Правил проведения центром оценки квалификации в форме профессионального экзамена»,
11. Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 19 декабря 2016 г. N 759н «Об утверждении требований к центрам оценки квалификаций и Порядка отбора организаций для наделения их полномочиями по проведению независимой оценки квалификации и прекращения этих полномочий»,
12. Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 2 декабря 2016 года № 706н «Об утверждении образца заявления для проведения независимой оценки квалификации и Порядка подачи такого заявления» (зарегистрирован Минюстом России 20 декабря 2016 г.),
13. Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 12 декабря 2016 г. № 725н «Об утверждении формы бланка свидетельства о квалификации и приложения к нему, технических требований к бланку свидетельства о квалификации, порядка заполнения бланка свидетельства о квалификации и выдачи его дубликата, а также формы заключения о прохождении профессионального экзамена» (зарегистрирован в Минюсте России 29 декабря 2016 г.),
14. Стратегия развития национальной системы квалификаций Российской Федерации на период до 2030 года (одобрена Национальным советом при Президенте РФ по профессиональным квалификациям (протокол от 12 марта 2021 г. N 51).

МЕТРОЛОГИЧЕСКИЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ КЛАСТЕР: НОВАЯ ЭФФЕКТИВНАЯ ФОРМА ПРОФОРИЕНТАЦИИ ШКОЛЬНИКОВ

Игнаткович А.С.

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

Аннотация: Опыт создания и двухлетней работы Метрологического образовательного кластера в Санкт-Петербурге. Цели и задачи, члены Кластера и их взаимодействие. Формы знакомства школьников с метрологией и проводимые мероприятия. Метрологический образовательный кластер Росстандарта и тиражирование опыта.

Ключевые слова: ВНИИМ ИМ. Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА, МЕТРОЛОГИЧЕСКИЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ КЛАСТЕР, РОССТАНДАРТ, МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОСВЕЩЕНИЕ, ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ТРАЕКТОРИЯ, ОБУЧЕНИЕ, ПРОФОРИЕНТАЦИЯ

Метрологический образовательный кластер Санкт-Петербурга – это некоммерческое объединение школ (гимназий, лицеев), колледжей, ВУЗов, предприятий и научных институтов с целью профориентации школьников на профессию «метролог», обучении и трудоустройстве студентов, и профессиональном развитии специалистов. Основная задача – знакомство школьников с метрологией, профессией метролога и выстраивание образовательной траектории от общеобразовательного учебного заведения, через ВУЗ в аспирантуру или на производство. И далее к защите докторской диссертации и/или повышению квалификации.

Наличие в членах Кластера Санкт-Петербурга на сегодняшний момент девяти школ, шести университетов и шести предприятий позволяет реализовать всестороннее знакомство с наукой об измерениях и профессии и дать выпускникам школ не только широкий выбор ВУЗов, но и различные пути в профессию. В этом новизна, уникальность и эффективность новой формы профориентации школьников, трудоустройства. В декабре 2021 г. на основе опыта Санкт-Петербурга был создан Метрологический образовательный кластер Росстандарта, в который вошли десять пилотных регионов.

МЕТРОЛОГИЧЕСКИЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ КЛАСТЕР САНКТ-ПЕТЕРБУРГА



Рисунок 1. Члены Кластера по состоянию на 10 мая 2022 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Приказ Росстандарта № 3095 от 30.12.2021 «О создании Метрологического образовательного кластера Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии».
2. Стратегия обеспечения единства измерений на период до 2025 года. Утверждена распоряжением Правительства РФ от 19.04.2017 № 737-р.
3. Игнаткович А.С. Опыт Петербурга на всю Россию. Мир измерений. – № 1 (195). – 2022. – С. 50–53.

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ И СПЕЦИАЛИСТОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ЗАВИСИМОСТИ СОЛЕВЫХ ЯЧЕЕК В ГИГРОСТАТЕ

Александров Н.Ю.

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И.Менделеева» (ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева»), г. Санкт-Петербург, Россия, e-mail: n.yu.alexandrov@vniim.ru

Аннотация: Ведется работа над исследованием различных солевых растворов для воспроизведения значений относительной влажности. Одной из насущных задач является разработка отечественного переносного эталонного гигростата, который при постоянном значении температуры, будет воспроизводить значения относительной влажности с высокой точностью. Солевой гигростат не предполагает использования вспомогательного оборудования для определения действительного значения относительной влажности, что существенно упрощает работу на месте эксплуатации в труднодоступных местах и уменьшает временные затраты на проведение измерений. Были проведены исследования воспроизведения относительной влажности при помощи насыщенного солевого раствора на примере хлорида натрия при различных температурах. Исследования показали, что нестабильность воспроизведения солевого раствора не превышает $\pm 0,5$ % относительной влажности.

Ключевые слова: НАСЫЩЕННОЕ ДАВЛЕНИЕ ПАРА, ПЕРЕНОСНОЙ ЭТАЛОННЫЙ ГИГРОСТАТ, ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ВЛАЖНОСТЬ, НАСЫЩЕННЫЙ СОЛЕВОЙ РАСТВОР

Для обеспечения единства измерений при поверке гигрометров, требуется оборудование, которое с высокой точностью воспроизводит и поддерживает значение относительной влажности. Общепринятые методы воспроизведения и поддержания используют либо генератор относительной влажности, либо метод на свойстве насыщенных растворов солей [1].

Генераторы относительной влажности, являются дорогостоящими и уязвимыми при транспортировке, в то время как системы на свойстве

насыщенных растворов солей, которые обеспечивают установление фиксированных значений относительной влажности, являются дешевым, переносным и удобным средством воспроизведения относительной влажности [2]. Среди химических систем используются насыщенные растворы соли, в которых растворенное вещество является нелетучим [3].

В настоящее время при проведении измерений в солевых растворах, применяемых при поверке средств измерений относительной влажности на месте эксплуатации, используются соли, погрешность воспроизведения фиксированного значения относительной влажности которых может различаться на 30%, при этом запас по точности при поверке гигрометров не всегда соблюдается [2]. Кроме того, наблюдается тенденция к повышению точности рабочих средств измерений относительной влажности.

Анализ показывает, что по действующим методикам измерений при работе с соевыми растворами используется вспомогательное оборудование: либо контрольный термометр, который необходим для контроля температуры, при которой происходит воспроизведение относительной влажности с последующим определением действительного значения по табличной зависимости температуры и относительной влажности, либо эталонный гигрометр, по которому определяется действительное значение относительной влажности над зеркалом солевого раствора. При этом время измерений может существенно увеличиваться из-за нестабильности рабочего объема для измерения относительной влажности и необходимости контроля состояния рабочего объема. Этого можно избежать, используя термостатированный рабочий объем с заданным значением температуры.

В ходе исследования для приготовления насыщенного раствора соли использовалась дистиллированная вода и чистый хлорид натрия. Количество соли в воде определялось оптимальными условиями концентрации. Далее приготовленный раствор помещался в термостат. Температура в ячейке, погруженной в рабочую жидкость термостата, поддерживалась с нестабильностью не более $\pm 0,004$ °C. В ходе проведенной работы была получена оценка воспроизводимости относительной влажности при различных значениях температуры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Векслер А. и С. Хасегава. Относительная влажность и температура некоторых насыщенных растворов солей в диапазоне температур от 0 ° до 50 ° C // Сборник конференций. – 1954, С.19–26.
2. Н.И. Дубиков, О.А. Подмурная. Измерения относительной влажности над растворами солей // Измерительная техника. – 2001. С.56-57.
3. Мартин, С. Контроль кондиционирующей атмосферы насыщенными соевыми раствором // Влажность. – 1963- N 3.-С.503–507.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК УСТАНОВОК С 3D-СКАНЕРОМ, АТТЕСТУЕМЫХ В КАЧЕСТВЕ ЭТАЛОНОВ ЕДИНИЦЫ ОБЪЕМА (ВМЕСТИМОСТИ) 2-ГО РАЗРЯДА

Анцигин С.Д., Кондаков А.В.

ВНИИР – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева», г. Казань, Россия,
<https://orcid.org/0000-0001-9311-184X>, e-mail: cibulka16@mail.ru

Аннотация: представлены принципы и этапы определения метрологических характеристик установок с 3D-сканером, аттестуемых в качестве эталонов единицы объема (вместимости) 2-го разряда, которые будут использоваться в дальнейшем при калибровке и поверке резервуаров и танков наливных судов.

Ключевые слова: 3D-СКАНИРОВАНИЕ, АТТЕСТАЦИЯ ЭТАЛОНА, РЕЗЕРВУАР, ТАНК НАЛИВНОГО СУДНА, ОБЪЕМ, ВМЕСТИМОСТЬ

В настоящее время на рынке появились высокоточные электронно-оптические средства измерений, которые можно применять для определения объема (вместимости) резервуаров и танков наливных судов. Однако, их применение требует наличие расчета систематических и случайных составляющих погрешности данного метода при определении объема (вместимости) резервуаров, а также аттестация данных средств измерений в составе установки в качестве эталонов единицы объема (вместимости) 2-го разряда путем передачи единицы величины объема (вместимости) эталону от ГЭТ 216-2018 Государственный первичный эталон единицы объема жидкости в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, объема жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расходов жидкости (часть 3), которая утверждена Приказом Росстандарта от 07 февраля 2018 года N 256 (далее – ГПС).

Метрологические характеристики установки должны соответствовать требованиям, предъявляемым к рабочим эталонам единиц вместимости 2 разряда в соответствии с ГПС, которая требует, чтобы относительная погрешность аттестуемой установки при воспроизведении единиц объема (вместимости) для рабочих эталонов 2 разряда должна находиться в пределах $\pm(0,05-0,15)\%$. Прослеживаемость аттестуемой установки обеспечивается посредством передачи единиц величин объема от мерников металлических

1 разряда прослеживаемых к ГЭТ 216-2018 Государственный первичный эталон единицы объема жидкости в соответствии с частью 3 ГПС.

Для аттестации установки используется металлическая емкость объемом 4500 литров. В первую очередь, определяется объем емкости путем заполнения ее водой с помощью мерников с промежуточным контролем объема жидкости на различных уровнях заполнения емкости. Далее, после опорожнения и полного высыхания емкости, производится 3D-съемка, данные которой загружаются в специальное ПО. С помощью этого ПО, определяется частичная и полная вместимость этой емкости. Значения вместимостей, полученных при заполнении емкости мерниками, сравнивают со значениями, полученными при выполнении 3D-съемки емкости при соответствующих уровнях наполнения емкости. Рассчитывается среднее из 25 значений разности вместимостей полученными при заполнении емкости мерниками и при 3D-съемке емкости по формуле:

$$\Delta V = \frac{\sum_{i=1}^{25} |V_{\dot{H}i} - V|}{25}, \quad (1)$$

где

$V_{\dot{H}i}$ - вместимость на уровне H_i при заполнении емкости мерниками, м³,

$V_{\dot{Y}i}$ – вместимость на уровне H_i полученная при 3D-съемке емкости, м³.

Долю случайных погрешностей принимаем пренебрежимо малыми по сравнению с неисключенными систематическими, если выполняется условие:

$$\frac{\Theta}{S(\tilde{V})} > 8, \quad (2)$$

где

Θ - граница неисключенных систематических погрешностей результата измерений. Принимаем равным значению ΔV из формулы (1).

$S(\tilde{V})$ – среднее квадратичное отклонение случайных погрешностей результата измерения, вычисляется по формуле:

$$S(\tilde{V}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n [(V_{\dot{H}i} - V) - \Delta V]^2}{n-1}}, \quad (3)$$

Полученная средняя разность значений вместимости применяется для расчета относительной погрешности измерений вместимости для каждого значения уровня

Относительную погрешность измерений вместимости для каждого значения уровня δ_i , вычисляют по формуле:

$$\delta_i = \frac{\Delta V}{V_{Hi}} \cdot 100\% \quad (4)$$

где

ΔV - среднее из 25 значений, полученное по формуле (1)

V_{Hi} - вместимость на уровне H_i при заполнении емкости мерниками, м³.

Полученные значения заносятся в протокол. По этим значениям определяется нижняя граница диапазона вместимости, для которого выполняется условие нахождения значения относительной погрешности в пределах $\pm(0,05-0,15)\%$. В случае, если максимальный уровень вместимости емкости не позволил определить нижнюю границу диапазона вместимости, для которого выполняется условие нахождения значения относительной погрешности в пределах $\pm(0,05-0,15)\%$, то среднее значение вместимости экстраполируется до такого значения уровня вместимости, при котором будет выполняться вышеуказанное условие. Таким образом определяется диапазон вместимости, в пределах которых установка с будет иметь подтвержденные метрологические характеристики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 7 февраля 2018 г. N 256 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, объема жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расходов жидкости».
2. Приказ Министерства промышленности и торговли РФ от 30 ноября 2009 г. N 1081 «Об утверждении порядка проведения испытаний стандартных образцов или средств измерений в целях утверждения типа, порядка утверждения типа стандартных образцов или типа средств измерений, порядка выдачи свидетельств об утверждении типа стандартных образцов или типа средств измерений, установления и изменения срока действия указанных свидетельств и интервала между поверками средств измерений, требований к знакам утверждения типа стандартных образцов или типа средств измерений и порядка их нанесения».

3. Статья: Определение объема резервуара по результатам лазерного сканирования /И.П. Анашкин, Ф.Ф. Мухамадиева, А.В. Кондаков, В.М. Мигранов//Измерительная техника//2018. №7. С.18-20.
4. Статья «Определение вместимости танков наливных судов с помощью 3Д-сканера». Научно-технический журнал Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности №6(563).2020, с.26-29
5. Статья «Определение вместимости танков наливного судна для СПГ с применением 3Д-сканирования». Сборник статей Всероссийской научно-технической конференции «УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ В ОБРАЗОВАНИИ И ПРОМЫШЛЕННОСТИ». г. Севастополь, 2020 – С. 951-958.
6. ГОСТ 8.570-2000 МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ. ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ. РЕЗЕРВУАРЫ СТАЛЬНЫЕ ВЕРТИКАЛЬНЫЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ. Методика поверки.
7. ГОСТ 8.346-2000 МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ. Государственная система обеспечения единства измерений. РЕЗЕРВУАРЫ СТАЛЬНЫЕ ГОРИЗОНТАЛЬНЫЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ. Методика поверки.
8. ГОСТ 8.994-2020 Государственная система обеспечения единств измерений. РЕЗЕРВУАРЫ СТАЛЬНЫЕ ГОРИЗОНТАЛЬНЫЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ Методика калибровки электронно-оптическим методом.

ПОВЫШЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ И МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ НАДЕЖНОСТИ ТЕПЛОСЧЕТЧИКОВ НА ОБЪЕКТАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Бакиров Р.Т.

ВНИИР – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева», г. Казань, Россия,
e-mail: volcano-bakir@mail.ru

Аннотация: Требования закона энергосбережения и повышении энергетической эффективности, а также рост цен на энергоресурсы подталкивает к необходимости в повышение точности измерений количества энергоресурсов. Тепловая энергия не является исключением. Теплосчетчики смонтированных на узлах учета тепловой энергии и теплоносителей имеют ряд недостатков, связанных с информационной и метрологической надежностью о количестве потребляемой тепловой энергии.

Ключевые слова: ТЕПЛОСЧЕТЧИК, УЧЕТ, ТЕПЛОВАЯ ЭНЕРГИЯ, ТОЧНОСТЬ, ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ С ПРЯМОУГОЛЬНЫМ КАНАЛОМ

В настоящее время к приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники в РФ относится мероприятия, связанные с уменьшением энергопотребления и рациональным использованием энергоресурсов (№ 261-ФЗ) [1]. Стоимость энергоресурсов (природный газ, нефть, уголь и т.д.) за последние годы неуклонно растет, поэтому задача повышения точности измерений количества энергоресурсов становится актуальной. Решение данной задачи снижает расхождение на узлах учета при транспортировке энергоресурсов от поставщика к потребителю. Особенно остро эта проблема стоит в сфере теплоснабжения промышленных предприятий и социально значимых категорий потребителей.

Закрытая водяная система теплоснабжения является распространенным способом транспортировки тепловой энергии конечным потребителям. Для обеспечения взаимных расчетов между поставщиками и потребителями энергии потребителям должна быть предоставлена точная информация о количестве потребляемой тепловой энергии, данные требования регламентируются правилами № 1034 [2]. Эту информацию получают от теплосчетчиков, которые представляют собой измерительную систему, состоящую из: преобразователя расхода (далее – ПР), измеряющего расход теплоносителя; преобразователей температуры определяющих разницу температур между входом и выходом; вычислителя, производящего расчеты. Большой выбор модельного ряда теплосчетчиков, представленных на рынке РФ, охватывает

различные по ценовой категории системы. Производители теплосчетчиков, для обеспечения конкурентоспособности своей продукции, удешевляют их без существенных потерь точности измерений. Наиболее распространенными ПР, входящие в состав теплосчетчика, являются классические электромагнитные расходомеры (далее – ЭР).

Большое количество узлов учета тепловой энергии и теплоносителей в РФ, имеют следующие недостатки:

- в местах установки ПР не обеспечивается соблюдение обязательных требований, указанных в документации к ПР, которые необходимо обеспечить для его надлежащего функционирования (например, не обеспечивается требования по прямолинейным пред- и постучасткам ПР);
- нарушение осевой симметрии (задвижки, колена, тройники, конфузоры и т.д.);
- местные гидравлические сопротивления (элементы трубопровода, вызывающие возмущение потока: шероховатость стенок, сварные швы, место соединения (фланцы, прокладки), эллипсность и несоосность);

Для решения вышеописанных недостатков экспериментально обосновано применение электромагнитного преобразователя с прямоугольным каналом в качестве ПР, входящего в состав теплосчетчика [3,4,5,6,7,8].

В процессе экспериментальных исследований влияния гидродинамической пред- и постистории потока жидкости на метрологические характеристики ЭР с прямоугольным каналом было установлено, что данный расходомер можно эксплуатировать без прямых пред- и постучастков. Таким образом, предложено оригинальное решение по минимизации влияющих гидродинамических факторов путем применения электромагнитного преобразователя с прямоугольным каналом в составе теплосчетчика.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный закон от 23.11.2009 № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»;
2. Постановление Правительства РФ от 18.11.2013 № 1034 «О коммерческом учете тепловой энергии, теплоносителя».
3. Бакиров Р.Т., Шабалина О.К., Евдокимов Ю.К., Шабалин А.С., «Влияние профиля скорости на точность электромагнитных расходомеров», Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности, 2021, С. 45-49.

4. Бакиров Р.Т., Шабалин А.С., «Оценка учета тепловой энергии, проблемы и пути решения», *Современные проблемы энергетики*, 2022, С. 77-79.
5. André Luís Sotero Salustiano Martima., José Gilberto Dalfré Filhoa, Yvone de Faria Lemos De Luccab, Ana Ines Borri Genovezc «Electromagnetic flowmeter evaluation in real facilities: Velocity profiles and error analysis», *Flow Measurement and Instrumentation*, 2019; С. 44-49.
6. Li-Ping Liang, Yu-Shi Ge, Ke-Jun Xu, Yun-Zhi Huang, Shuang-Long Yang, Wei Xu, Jian-Ping Wu, Fei-Yan Qi «Design method for flow tube structure of electromagnetic water meter with shrunk measurement tube based on pressure loss-flow restriction», *Measurement and Instrumentation*, 2020; 101778.
7. M.C. Hae, R.Y. Byung, K.G. Chul, M.C. Yong Hae M.C. «Evaluation of flowmeters for heat metering», *Flow Measurement and Instrumentation*, 2011; С. 475-481.
8. Федеральный закон от 27.07.2010 № 190-ФЗ «О теплоснабжении».

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ В КАЧЕСТВЕ ЭТАЛОНОВ ЕДИНИЦЫ ВЕЛИЧИНЫ В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ПОВЕРОЧНЫХ СХЕМ

Бацаров А. В.

Федеральное бюджетное учреждение «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Ульяновской области» (ФБУ «Ульяновский ЦСМ»), г. Ульяновск, Россия, e-mail: abatsarov@ulcsm.ru

Аннотация: В постановлении правительства РФ № 734 об эталонах [1] были внесены изменения. Теперь можно вместо аттестации эталонов, выполнять поверку СИ, в соответствии с методикой поверки с учётом требований поверочных схем. Однако если происходит изменение поверочной схемы, в ней появляются новые требования к эталонам и эти требования не отражены в методиках поверки СИ, то чтобы соблюсти требования приходится проводить аттестацию. Это довольно трудоёмкий процесс. Можно ли его избежать?

Ключевые слова: ЭТАЛОН ЕДИНИЦЫ ВЕЛИЧИНЫ, ПОВЕРОЧНАЯ СХЕМА, АТТЕСТАЦИЯ, ПОВЕРКА, МЕРНИКИ

Рассмотрим Государственную поверочную схему для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, объема жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расходов жидкости (далее ГПС) [2] пункт 5.3 Часть 3- для средств измерения объёма жидкости и вместимости при статических измерениях. По ГПС в качестве рабочих эталонов 1-го разряда нужно использовать мерники металлические с доверительными границами суммарной погрешности 0,020 %. Анализ сведений, содержащихся в Госреестре средств измерений дает, что мерники 1-го разряда имеют основную метрологическая характеристику – предел допускаемой относительной погрешности 0,020 %. И соответственно, применяемые в соответствии с описаниями типа: методика поверки «ГОСТ 8.400-2013 Мерники эталонные металлические» и методики поверки производителей, определение доверительной суммарной погрешности не предусматривают. Следовательно, мерники поверенные в соответствии с методиками поверки применять в качестве эталона единицы величины не представляется возможным, даже при условии, что в свидетельствах о поверки указано, что они соответствуют первому или второму разряду.

На сегодняшний день, чтобы использовать указанные мерники в качестве эталона единицы величины необходимо проводить процедуру первичной аттестации в качестве эталонов. Это довольно трудоёмкий процесс,

сопряжённый с оформлением правил содержания и применения эталонов, паспортов эталонов, методики первичной аттестации эталонов. Но это необходимо выполнить для того, чтобы сделать расчет доверительной границы суммарной погрешности в методике аттестации.

Так всё-таки давайте разберемся, что же такое доверительные границы суммарной погрешности. Согласно «ГОСТ 8.381-2009 Эталоны. Способы выражения точности» Приложение А. Доверительные границы суммарной погрешности воспроизводимой

единицы величины $\Delta_{\bar{y}, \Sigma}(P)$ вычисляются по формуле

$$\Delta_{\bar{y}, \Sigma}(P) = \pm K_{\Sigma} S_{\bar{y}, \Sigma}, \quad (1)$$

где K_{Σ} - коэффициент, определяемый доверительной вероятностью P и отношением случайных погрешностей и НСП (неисключенная систематическая погрешность);

$S_{\bar{y}, \Sigma}$ - суммарное СКО воспроизводимой единицы величины, обусловленное воздействием случайных погрешностей и НСП.

Чтобы снизить трудозатраты на аттестацию данных утверждённых типов средств измерений и выполнять их поверку в качестве эталонов единицы величины предлагаю разработать типовые методики поверки с учётом требований поверочной схемы, а именно добавить в методики поверки расчёт доверительной суммарной погрешности и внести изменения в описание типа средств измерений.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Постановление Правительства РФ от 23 сентября 2010 г. N 734 «Об эталонах единиц величин, используемых в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений» (с изменениями и дополнениями).
2. Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 7 февраля 2018 г. N 256 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, объема жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расходов жидкости».
3. Приказ Министерства промышленности и торговли Российской Федерации от 11.02.2020 № 456 «Об утверждении требований к содержанию и построению государственных поверочных схем и локальных поверочных схем, в том числе к их разработке, утверждению

и изменению, требований к оформлению материалов первичной аттестации и периодической аттестации эталонов единиц величин, используемых в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, формы свидетельства об аттестации эталона единицы величины, требований к оформлению правил содержания и применения эталона единицы величины, формы извещения о непригодности эталона единицы величины к его применению».

4. Федеральный закон от 26 июня 2008 г. N 102 ФЗ «Об обеспечении единства измерений» (с изменениями и дополнениями).
5. ГОСТ 8.381-2009. «Межгосударственный стандарт. Государственная система обеспечения единства измерений. Эталоны. Способы выражения точности».
6. ГОСТ 8.400-2013 «ГСИ. Мерники эталонные металлические. Методика поверки».
7. ГОСТ 8.234-2013 «ГСИ. Меры вместимости стеклянные. Методика поверки».
8. РМГ 29-2013 «ГСИ. Метрология. Основные термины и определения».

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ РЕАЛИЗАЦИИ И ВОСПРОИЗВОДИМОСТИ ТЕМПЕРАТУРЫ ТРОЙНОЙ ТОЧКИ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА

Бекетов Н.А.

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И.Менделеева» (ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева»), г. Санкт-Петербург, Россия, e-mail: n.a.beketov@vniim.ru

Аннотация: МТШ-90 обновляется и улучшается каждые 20 – 30 лет с учетом накопленного опыта, знаний и усовершенствованной материально-технической базы за этот период. Не смотря на введенное в мае 2019 г. новое определение единицы температуры, на статус МТШ-90 и ВНТШ-2000 это не повлияло. Одной из нерешенных задач остается замена реперной точки ртути. Применение температуры тройной точки диоксид углерода считается одной из перспективных альтернатив реперной точки ртути. В работе приведены результаты исследования различных методов и режимов реализации тройной точки CO_2 и исследования воспроизводимости температуры тройной точки CO_2 .

Ключевые слова: ТЕМПЕРАТУРА, РЕПЕРНАЯ ТОЧКА, МТШ-90, РТУТЬ, ДИОКСИД УГЛЕРОДА, ТРОЙНАЯ ТОЧКА

Ведется активная работа над совершенствованием МТШ-90. Одной из острых задач является замена реперной точки ртути. Эта необходимость обусловлена подписанием Миноматской конвенции по ртути [1]. В качестве исследуемых замен рассматривают вторичные реперные точки МТШ-90 [2]. Основные кандидаты на данный момент тройные точки: CO_2 , SF_6 и Хе. По всем трем веществам есть публикации с результатами исследований [3-5]. Тройная точки CO_2 исследовалась только с применением ампул малого размера, которые предназначены для капсульных термометров. Реперная точка ртути входит в диапазон передачи единицы стержневыми термометрами [6], поэтому высокую актуальность имеет проведение исследований температуры тройной точки CO_2 с применением ампул, подходящих для измерения стержневыми термометрами.

Ампулы разрабатывались при сотрудничестве ООО НПП «ЭЛЕМЕР» и ФГУП ВНИИМ им. Д.И. Менделеева. Ампулы изготавливались по аналогичной конструкции с ампулами тройной точки воды, с применением нержавеющей стали вместо кварца и заполнялись диоксидом углерода частотой 99,9995%.

Исследовались два метода реализации тройной точки: с внутренним и внешним намораживанием твердой фазы в процессе подготовки ампулы

к реализации [7,8]. Метод внешнего намораживания твердой фазы позволил достичь поддержания плато протяженностью 4 часа с деградацией 0,5 мК и отклонением температуры в термометровом канале ампулы 1 мК на высоте чувствительного элемента. Обнаружено, что при реализации данным методом воспроизводится второе плато на 1 мК выше основного.

Метод внутреннего намораживания твердой фазы позволил достичь поддержания плато протяженностью 8 часов с деградацией 0,5 мК и отклонением температуры в термометровом канале ампулы 0,3 мК на высоте чувствительного элемента.

Результаты показывают, что данная конструкция ампулы позволяет применять стержневые термометры для измерения тройной точки CO_2 . Полученные плато соизмеримы по протяженности с плато тройной точки ртути, что подтверждает применимость тройной точки CO_2 в качестве полноценной замены тройной точки ртути.

ЛИТЕРАТУРА

1. Минаматская конвенция по ртути от 29 августа 2017 // ЮНЕП, ООН, октябрь 2013 года
2. Ting Li et al Realization and evaluation of the triple point of sulfur hexafluoride. Metrologia, 2021, 58, 035008
3. R E Bedford et al. Recommended values of temperature on the International Temperature Scale of 1990 for a selected set of secondary reference points. Metrologia, 1996, 33, 133
4. Tew W L and Quelhas K N. Realizations of the Triple Point of Sulfur Hexafluoride in Transportable and Refillable Cells . Journal of Research of the National Institute of Standards and Technology, 2018, 123, 123013
5. Steur P P M and Giraudi D Preliminary Measurements of the Xenon Triple Point. Int. J. Thermophys, 2014, 35, 604
6. Steur P P M, Rourke P M C and Giraudi D. Comparison of xenon triple point realizations. Metrologia, 2019, 56, 015008
7. Liang, Y., Zhang, J.T. & Feng, X.J. Effects of Isotopes on the Triple Points of Carbon Dioxide and Sulfur Hexafluoride. International Journal of Thermophysics, 2021, 42, 142
8. J. V. Pearce, P. P. M. Steur, W. Joung, F. Sparasci, G. Strouse, J. Tamba, M. Kalemci, Guide to the Realization of the ITS-90. Metal Fixed Points for Contact Thermometry.2021, 34

ИСТОЧНИК ТОКА ДЛЯ ЭТАЛОНА ГЭТ 4-91

Быков А.И., Катков А.С.

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева» (ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»), г. Санкт-Петербург, Россия,
e-mail: A.I.Bykov@vniim.ru, A.S.Katkov@vniim.ru

Аннотация: Представлены результаты разработки и исследований высокостабильного источника постоянного тока в диапазоне 0,01 – 1 А, предназначенного для обеспечения работ по совершенствованию Государственного первичного эталона единицы силы постоянного электрического тока ГЭТ 4-91.

Ключевые слова: ПЕРВИЧНЫЙ ЭТАЛОН ГЭТ 4-91; ИСТОЧНИК ТОКА; СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭТАЛОННОЙ БАЗЫ

Целью работы являлась оценка предельных возможностей основных элементов установки для воспроизведения силы постоянного тока в диапазоне 10^{-2} – 1 А на основе проведения теоретических и экспериментальных исследований.

В результате выполнения работы определены требования по точности, выраженные в виде предела допускаемой относительной погрешности, необходимые для метрологического обеспечения современных серийно выпускаемых измерителей и калибраторов силы постоянного электрического тока в заданном диапазоне, применяемых на территории Российской Федерации. В работе выполнен анализ современных методов и проведен выбор метода воспроизведения силы постоянного электрического тока для исследуемого диапазона силы тока. Разработаны схемы измерений и изготовлены макеты для проведения исследований. Выполнены теоретические и экспериментальные исследования, на основе которых получены данные о технических характеристиках средств измерения, ограничивающих точность воспроизведения силы постоянного электрического тока в диапазоне от 10^{-2} – 1 А. Проведена разработка программного обеспечения для обработки результатов измерений с применением преобразований Аллана и Фурье. Получены результаты измерений, характеризующие предельные возможности высокоточных амперметров и калибраторов тока. Показано, что разработанный источник силы тока позволяет проводить измерения в исследуемом диапазоне с СКО на уровне 0,05 ppm.

Выполнены теоретические и экспериментальные исследования, проанализированы технические ограничения точности воспроизведения силы постоянного электрического тока в исследуемом диапазоне.

ЛИТЕРАТУРА

1. Катков А. С., Павлов О. М., Покусаев А. В.. Государственный первичный эталон единицы силы электрического тока – ампера – ГЭТ 4-91 // Мир измерений. – 2011. – N 3. – С.28-37.
2. A. Katkov, O. Pavlov, V. Gerasimenko. Influence of noise in DC current measurements in the range of 0.1 nA – 1 mA. // Conference Digest CPEM 2014. Rio-de-Janeiro. 2014. P. 246-247.
3. Отчёт по НИОКР «Разработка эталонной установки для измерения силы постоянного электрического тока в диапазоне 10-10 – 30 А в целях совершенствования Государственного первичного эталона единицы силы постоянного электрического тока ГЭТ 4-91», 2013 г., № гос. регистрации 012013368472. (исследования в диапазоне 10-5 А до 10-3 А.
4. V. Ya. Shifrin, V. N. Khorev and P. G. Park. A high-precision system for direct current reproduction based on atomic magnetic resonance in helium-4. // Metrologia, – 1999, – v.36, – p. 171-177.
5. ГОСТ Р 8.764-2011 – Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений электрического сопротивления.
6. Гутников В.С. Интегральная электроника в измерительных устройствах. // Ленинград. Энергоатомиздат. – 1988. – 304 с.
7. Ultra Precision Reference LTZ1000/LTZ1000A. Linear Technology. // www.linear.com.
8. Катков А. С. Применение преобразования Аллана для анализа предельных возможностей мер и компараторов напряжения. // Измерительная техника. – 2006 – N 6 – С. 49-52.
9. Р. Лайонс. Цифровая обработка сигналов: Второе издание. Пер. с англ. // М.: ООО «Бином-Пресс», 2006 г. – С. 63

РАЗРАБОТКА ВЫСОКОТОЧНОЙ МЕТОДИКИ ИЗМЕРЕНИЙ МАССОВОЙ ДОЛИ МЕДИ, ЦИНКА В СЫВОРОТКЕ КРОВИ МЕТОДОМ МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ С ИЗОТОПНЫМ РАЗБАВЛЕНИЕМ

Вострокнутова Е.В., Табачникова Т.Н., Мигаль П.В.,
Лебедева Е.Л., Собина Е.П., Собина А.В.

Уральский научно-исследовательский институт метрологии – филиал
Федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-
исследовательский институт метрологии
им. Д.И. Менделеева» (УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»),
г. Екатеринбург, Россия, e-mail: uniim@uniim.ru

Аннотация: Описаны результаты разработки высокоточной методики измерений массовой доли меди и цинка в лиофилизированной сыворотке крови с использованием метода – масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой и изотопным разбавлением. Разработанная методика может применяться для установления метрологических характеристик стандартных образцов состава сыворотки крови, контроля правильности результатов измерений, полученных с использованием других методик (методов) измерений аналогичных величин, выполнения высокоточных измерений массовых долей меди и цинка в сыворотке крови в спорных ситуациях.

Ключевые слова: сыворотка крови, метод масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой, метод изотопного разбавления, дискриминация масс, матричный эффект, массовая доля

Метрологическое обеспечение измерений в медицинской лабораторной диагностике неоспоримо важно: контроль содержания микроэлементов в организме человека проводят при диагностике интоксикаций и профессиональных болезней, для оценки баланса этих элементов в организме, для выявления недостатка или избытка микроэлементов, вызывающих патологические состояния и/или свидетельствующих о возможных заболеваниях.

Одним из высокоточных методов измерений, признанным Консультативным Комитетом по Количеству Вещества (CCQM) потенциально первичным [1], является метод изотопного разбавления в масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой.

Объектом исследований являлась лиофилизированная сыворотка крови. Как показали исследования, оптимальным методом растворения сыворотки крови является разложение в концентрированной азотной кислоте.

Измерения проводили на масс-спектрометре с индуктивно-связанной плазмой Nexion 2000 фирмы PerkinElmer.

Предварительный масс-спектрометрический анализ показал, что основными матричными элементами сыворотки крови являются Na, Mg, P, S, K, Ca. Исследования влияния матричных элементов на аналиты в различных режимах масс-спектрометра показали, что оптимальным режимом измерений растворов проб сыворотки крови является режим динамической реакционной ячейки (DRC). Коэффициент разбавления пробы сыворотки крови должен составлять не менее 165, чтобы не вызвать возможные потенциальные интерференции матричных элементов на аналиты.

Суть метода изотопного разбавления сводится к измерению изотопных отношений в растворе исследуемой пробы, пробы с добавкой и раствора добавки с последующим вычислением. Эффект дискриминации масс был устранен введением корректирующих коэффициентов, установленных при измерении стандартных образцов с известным изотопным составом, а также смеси стандартного образца природного изотопного состава и стандартного образца со смещенным изотопным составом.

Разработанная методика проходит процедуру аттестации в УНИИМ – филиале ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева». Оценка показателей повторяемости и внутрилабораторной прецизионности проводится с использованием результатов измерений массовой доли меди и цинка в образцах сыворотки крови производства АО «Вектор-Бест», сыворотки крови производства ООО «БиолоТ» с массовыми долями меди и цинка в диапазоне от $1 \cdot 10^{-6} \%$ до $1 \cdot 10^{-3} \%$ в соответствии с алгоритмами, изложенными в РМГ 61-2010 [3]. Показатели прецизионности методики в форме стандартной неопределенности типа А результатов измерений в условиях повторяемости и внутрилабораторной прецизионности рассчитаны в соответствии с РМГ 61-2010 [2]. Стандартная неопределенность типа В получена в соответствии с положениями JCGM 100:2008 – VIM [4].

Разработанная высокоточная методика планируется к утверждению в качестве первичной референтной методики измерений.

ЛИТЕРАТУРА

1. EURACHEM/CITAC Guide CG 4: Quantifying Uncertainty in Analytical Measurement, Third Edition.
2. CIAAW of IUPAC. URL: <http://www.ciaaw.org/atomic-masses.htm> (дата обращения: 22.04.2022).
3. РМГ 61–2010 Государственная система обеспечения единства измерений. Показатели точности, правильности, прецизионности методик количественного химического анализа. Методы оценки.
4. CGM 100:2008 Оценивание данных измерений. Руководство по выражению неопределенности измерения (GUM).

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПРОДУКЦИИ В УСЛОВИЯХ ДИНАМИЧЕСКИ ИЗМЕНЯЮЩЕЙСЯ ОБСТАНОВКИ

Горбачев ¹ В.А., Жорников ² А.В.

¹ Межвидовой центр метрологии МО РФ, ² ФГУ «4 ЦНИИ МО РФ», Балашиха, Россия, e-mail: vovan30092007@yandex.ru

Аннотация: Описана методика решения задач обязательной метрологической экспертизы на этапе технического проекта продукции, ранжированием измеряемых (контролируемых) параметров по степени важности с целью принятия решения о создании оптимальной модели метрологического обеспечения продукции.

Ключевые слова: ОБЯЗАТЕЛЬНАЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА, РАНЖИРОВАНИЕ, ЭКСПЕРТНЫЕ ОЦЕНКИ, КОЭФФИЦИЕНТ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ВАЖНОСТИ

Предложена методика необходимая для того, чтобы обеспечить прирост эффективности продукции, за счет использования средств технического обеспечения (метрологического обеспечения). Возможен прирост частного показателя эффективности, как вероятность выполнения поставленной перед продукцией задачи (исключение ложного и необнаруженного отказа продукции). Экспертным путем задается характеристика использования измерительных (контролируемых) параметров продукции, в решении поставленных перед продукцией задач в виде суммы баллов, отражающей значимость измерительных (контролируемых) параметров среди других.

Обработка мнений экспертов осуществляется методом статистической обработки экспертной информации. Методика расчета C_p , $i = \overline{1, N}$ представляет итеративный процесс и включает следующие шаги:

Шаг 1. Построение матрицы парных сравнений важности отдельных ИП (КП) i, j продукции

$$A = \| a_{i,j} \|, \quad i, j = \overline{1, N}$$

Элементы матрицы a_{ij} принимают следующие значения:

$$a_{i,j} = \begin{cases} 1+y & \text{если } i > j \\ 1 & \text{если } i \equiv j \\ 1-y & \text{если } i < j \end{cases}$$

ИП (КП) i, j продукции – расставлены по важности для выполнения поставленных задач i – го ИП (КП) над j – м ИП (КП) изделия, равно единице это отношение равной важности сравниваемых образцов.

y – действительное число в интервале $0 \leq y \leq 1$ определяемое по зависимости

$$y = \frac{U_{\max} - U_{\min}}{U_{\max} + U_{\min}} + \sqrt{\frac{0.05}{N}},$$

где оценка важности выражается в баллах $U_{\min} = 1$ до $U_{\max} = 10$.

Шаг 2. Расчет по элементам матрицы $A = \| a_{i,j} \|$, $i, j = \overline{1, N}$ суммы баллов $W_i(1)$, набранных i – м образцом на первом шаге итерации $k=1$.

$$W_i(1) = \sum_{j=1}^N a_{i,j}$$

На основе расчета по элементам матрицы определяются C_i i – го ИП (КП) продукции в виде нормированной величины первого порядка:

$$C_i^{(1)} = \frac{W_i(1)}{\sum_{j=1}^N W_j(1)}$$

Шаг 3. Построение итеративной процедуры, включающей K шагов, по результатам которой определяются C_i i – го ИП (КП) продукции в виде нормированной величины k – го порядка:

$$C_i^{(k)} = \frac{\sum_{j=1}^N a_{i,j} W_j^{(k-1)}}{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N a_{i,j} W_j^{(k-1)}}$$

Количество шагов итерации K определяется точностью расчета коэффициентов относительной важности C_i из условия:

$$\forall_i = \overline{1, N} | C_i^{(k)} - C_i^{(k-1)} | \leq \varepsilon_{\text{доп}},$$

где $\varepsilon_{\text{доп}}$ – точность расчета

В результате итерационной процедуры формируется вектор количественных оценок степени важности каждого ИП (КП) продукции $C = \{C_1, C_2, \dots, C_N\}$, далее принимается решение о минимизации ИП (КП) продукции и назначении требуемого коэффициента точности.



Рисунок 1. Схема влияния качества метрологического обеспечения на качество продукции

Проведя сравнительный анализ ИП (КП) по степени важности, мы пришли к выводу, что ИП (КП) имеют разную важность и в случае необходимости может быть занижен коэффициент точности меньше 3 или вовсе исключены некоторые ИП (КП).

Данные мероприятия позволят:

сократить трудоемкость производства единицы продукции;

сократить стоимость единицы продукции;

минимизировать затрачиваемое время на все виды измерений и контроля, технического обслуживания и поверки средств измерений и контроля.

На основе применения научных методов сравнения и прикладного программного обеспечения определены наиболее важные факторы, решен вопрос с уменьшением трудоемкости обслуживания и предложены направления дальнейшего развития обязательной метрологической экспертизы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Елтаренко Е.А., Крупинова Е.К. Обработка экспертных оценок. М.: МИФИ. 1982.
2. Статистические методы анализа экспертных оценок. Академия наук СССР. Центральный экономико-математический институт. М.: Издательство «Наука». 1977.

3. Бешелев С.Д., Гурвич Ф.Г. Математико-статистические методы экспертных оценок. М.: Статистика. 1980.
4. ГОСТ РВ 0008-000-2019 «Государственная система обеспечения единства измерений. Метрологическое обеспечение вооружения и военной техники. Основные положения».
5. ГОСТ РВ 0008-003-2019 «Государственная система обеспечения единства измерений. Метрологическая экспертиза образцов вооружения военной техники. Организация и порядок проведения».
6. Сычев Е.И., В.Н. Храменков Основы метрологии военной техники. г. Москва изд. «Военное издательство».1993. – 400 с.
7. Жорников А.В. Организация обязательной метрологической экспертизы: Учебно-методическое пособие. – г.Балашиха, изд. «Военная академия РВСН имени Петра Великого». 2021. – 72 с.
8. Шабалин Ю.В. Синтез и анализ метрологического обеспечения технических систем. г. Королев Московской обл.: изд. ОАО «ИПК МАШ-ПРИБОР». 2000. – 314 с.

РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА И МАКЕТИРОВАНИЯ БОРТОВОГО КОСМИЧЕСКОГО ЛАЗЕРНОГО ГРАДИЕНТОМЕТРА НА СВОБОДНЫХ МАССАХ

Давлатов Р.А.

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений» (ФГУП «ВНИИФТРИ»), г.п. Менделеево, Московская область, Россия, ORCID: 0000-0002-7520-0256, e-mail: davlatov_r_a@mail.ru.

Аннотация: космические гравитационные градиентометры являются эффективными измерительными средствами для определения спутниковой модели гравитационного поля Земли. В реализованных зарубежных моделях космических градиентометров в качестве пробных масс использовались космические аппараты или бортовые акселерометры. В данной работе проводится анализ возможности использования космического градиентометра с бортовыми свободными массами в качестве пробных тел. Приведены результаты испытаний наземного макета градиентометра с использованием новой методики калибровки.

Ключевые слова: ГРАВИТАЦИОННОЕ ПОЛЕ ЗЕМЛИ, ГРАДИЕНТОМЕТР, СВОБОДНЫЕ МАССЫ, КОСМИЧЕСКИЙ АППАРАТ

В космическом градиентометре на свободных массах (СМ) второй градиент потенциала силы тяжести на борту КА вычисляется по измерениям разности гравитационных сил, действующих на СМ, которые находятся на одной оси. Разность действующих гравитационных сил устанавливается по относительному движению СМ [1, 2]. При этом действие активных микроускорений на обе СМ полностью компенсируется. Градиентометр может иметь три ортогональные оси, на каждой из которых размещаются по две СМ [3].

Принципиальным отличием предлагаемой системы от других разработок является возможность непосредственного определения изменения относительного положения СМ с помощью высокоточного лазерного интерферометра. Для оценки основных параметров градиентметра разработана программно-математическая модель. В работе представлены результаты моделирования, в результате которого сформированы требования к параметрам градиентометра для определения градиента с погрешностью 0,001 Этвеш.

Для отработки технических решений, лежащих в основе бортового градиентометра, разработан и собран наземный стенд моделирования одноосного предлагаемого лазерного космического градиентометра на полусвободных массах, ориентированного вдоль оси ОУ.

Решаемые задачи:

- проверка правильности технических решений;
- отработка метода калибровки.

В работе представлены результаты испытания наземного макета с использованием нового метода калибровки космических градиентометров с использованием калибровочного тела. В итоге определена погрешность макета, которая составила 7,5 ЭТВеш.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фатеев В.Ф.. Космические измерители параметров гравитационного поля//Альманах современной метрологии, 2015, №3, стр. 32-62.
2. Фатеев В.Ф. в. Космические измерители параметров гравитационного поля. Часть 2 // Альманах современной метрологии, 2021, №1.
3. Патент на изобретение «Лазерный космический гравитационный градиентометр» RU 2754098 С1, авторы: Денисенко О.В., Сильвестров И.С., Фатеев В.Ф., Давлатов Р.А.

АТТЕСТАЦИЯ СТАНДАРТНЫХ ОБРАЗЦОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПОЛЯРИЗУЕМОСТИ С ПОМОЩЬЮ ПЕРВИЧНОЙ РЕФЕРЕНТНОЙ МЕТОДИКИ ИЗМЕРЕНИЯ

Дмитриева Л.И., Шувалов Г.В.

Западно-Сибирский филиал Федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт физикотехнических и радиотехнических измерений» (ЗСФ ФГУП «ВНИИФТРИ»), г. Новосибирск, Россия, 0000-0002-3730-3414, e-mail: Shuvalov@sniim.ru

Аннотация: В работе рассмотрены вопросы аттестации стандартных образцов поляризуемости с помощью первичной референтной методики измерения поляризуемости биочастиц. Актуальность аттестации стандартных образцов поляризуемости связана с необходимостью калибровки диагностических медицинских комплексов.

Ключевые слова: АТТЕСТАЦИЯ СТАНДАРТНЫХ ОБРАЗЦОВ, СТАНДАРТНЫЙ ОБРАЗЕЦ ПОЛЯРИЗУЕМОСТИ, ПЕРВИЧНАЯ РЕФЕРЕНТНАЯ МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЙ, РАСШИРЕННАЯ НЕОПРЕДЕЛЁННОСТЬ, ПОЛЯРИЗУЕМОСТЬ, ДИЭЛЕКТРОФОРЕЗ

Клетки живых существ обладают электрическими свойствами. В зависимости от соотношения положительных и отрицательных заряженных частиц во внутренней и внешней областях клетки, она может рассматриваться как электрически нейтральный объект, либо объект, обладающий электрическим зарядом [1-3]. Это свойство клеток применяется в методе диэлектрофореза [4-6]. Идея метода основана на том, что под воздействием неоднородного переменного электрического поля электрические заряды микрочастиц меняют свое распределение, придавая индуцированный дипольный момент клетке. На основе данного принципа была разработана первичная референтная методика измерения (ПРМИ) поляризуемости биочастиц [7]. ПРМИ может применяться для установления метрологических характеристик стандартных образцов (СО) в виде суспензии частиц полистирола. Эти СО служат инструментом для осуществления передачи единиц измерений поляризуемости, что позволяет воспроизводить данную величину в методиках диагностирования.

Для аттестации отраслевых СО и СО предприятий устанавливаются следующие метрологические характеристики: аттестованное значение СО и расширенная неопределенность аттестованного значения СО [8].

Аттестация СО регламентируется межгосударственным стандартом [9] и представляет собой процесс определения одного или нескольких

параметров СО подходами и методами, регламентированными методикой определения метрологических характеристик.

В процессе аттестации СО необходимо определить следующую информацию:

- исследуемые параметры СО;
- их значения;
- их неопределенности;
- указание о метрологической прослеживаемости значений параметров.

Для определения параметров СО была использована ПРМИ. В качестве объекта исследований были выбраны частицы полистирола. Они по своим физическим свойствам схожи с эритроцитами.

Численные результаты определения поляризуемости частиц полистирола представлены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты измерений поляризуемости микрочастиц полистирола

№ Частицы	Диаметр, м	Поляризуемость, м ³	№ Частицы	Диаметр, м	Поляризуемость, м ³
1	0,0000058	$1,1 \cdot 10^{-14}$	11	0,0000059	$1,1 \cdot 10^{-14}$
2	0,0000058	$1,1 \cdot 10^{-14}$	12	0,0000059	$9,7 \cdot 10^{-15}$
3	0,0000058	$1,1 \cdot 10^{-14}$	13	0,0000058	$9,6 \cdot 10^{-15}$
4	0,0000058	$1,1 \cdot 10^{-14}$	14	0,0000058	$1,4 \cdot 10^{-14}$
5	0,0000058	$1,1 \cdot 10^{-14}$	15	0,0000058	$1,1 \cdot 10^{-14}$
6	0,0000059	$1,1 \cdot 10^{-14}$	16	0,0000058	$1,1 \cdot 10^{-14}$
7	0,0000058	$1,1 \cdot 10^{-14}$	17	0,0000059	$1,5 \cdot 10^{-14}$
8	0,0000059	$1,1 \cdot 10^{-14}$	18	0,0000059	$9,9 \cdot 10^{-15}$
9	0,0000058	$1,1 \cdot 10^{-14}$	19	0,0000059	$1 \cdot 10^{-14}$
10	0,0000058	$1,1 \cdot 10^{-14}$	20	0,0000058	$9,8 \cdot 10^{-15}$

При проведении эксперимента значение вязкости составило 1,002 Па·с при температуре измерительной ячейки в районе металлических электродов 20°C. Напряжение на электродах измерительной ячейки 9 В.

Среднее значение поляризуемости СО составило $1,1 \cdot 10^{-14}$ м³.

Расчётные значения стандартных неопределённостей составили:

- относительная стандартная неопределённость по типу А – 0.01;
- относительная стандартная неопределённость по типу В – 0.05;
- относительная суммарная стандартная неопределённость – 0.06.

Относительной расширенной неопределенности измерений поляризуемости аттестованного стандартного образца, при доверительной вероятности $P=0,95$ (коэффициент охвата $k=2$) [10], составляет 0,12.

Таким образом, для аттестации СО использована первичная референтная методика измерения поляризуемости биочастиц. По данным

измерений поляризуемости полистирола были определены относительные стандартные неопределённости по типу А и относительная расширенная неопределённость.

ЛИТЕРАТУРА

1. Албертс Б., Брей Д., Льюис Дж., Рэфф М., Робертс К., Уотсон Дж. Молекулярная биология клетки. – Т. 1. Пер. с англ. М.: Мир, 1994. 517 с.
2. Бакиров Т. С., Генералов В. М., Дурыманов А. Г., Порываев В. Д., Топорков В. С. Эквивалентная электрическая схема клетки // Биотехнология. 2000. № 2. С. 53-59.
3. Зенгбуш П. Молекулярная и клеточная биология. – М.:Мир, 1982. – Т.2. – 432 с.
4. Замай Т. Н., Замай С. С., Борисов А. Г., Савченко А. А., Замай Г. С. Микрофлюидные устройства в диагностике онкологических заболеваний // Сибирское медицинское обозрение. 2013. № 5 (83). С. 10-14.
5. Клячина Н.В., Соловьева О.Ю., Грецова Н.В., Грецов М.В., Авдюк О.А., Никулин Р.Н., Приходькова И.В., Лемешкина И.Г. Моделирование дзета – потенциала в примембранном слое // ИВД. 2022. №2 (86).
6. Кручинина М. В., Светлова И. О., Азгалдян А. В., Громов А. А., Генералов В. М., Яковина И. Н., Шестов А. А. Электрические и вязкоупругие параметры эритроцитов как предикторы обострения при воспалительных заболеваниях кишечника // Сибирский научный медицинский журнал, 41 (5). С. 96-112.
7. L. I. Dmitrieva, “Researches for Primary Reference Bioparticle Polarizability Measurement Procedure Development”,. IEEE 22nd International conference of young professionals in electron devices and materials (EDM), pp.1-5, 2021.
8. ГОСТ Р 8.871-2014 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Стандартные образцы предприятий и отраслей. Общие требования. Официальное издание. М.: Стандартинформ, 2019.
9. ISO Guide 35–2015 Стандартные образцы – Общие и статистические принципы сертификации (аттестации). М.: Стандартинформ, 2016. 61 с.
10. ГОСТ Р 50.2.038-2004 ГСИ. Измерения прямые однократные. Оценка погрешностей и неопределённости результата измерений. М.: ИПК Издательство стандартов, 2004. Официальное издание.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РАДИОНАВИГАЦИОННЫХ СИГНАЛОВ

Завгородний А.С.

ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений» (ФГУП «ВНИИФТРИ»), г.п. Менделеево, Россия,
e-mail: zavgor@vniiftri.ru

Аннотация: приведены результаты работы специализированного метрологического комплекса, предназначенного для оценки энергетических и спектральных характеристик сигналов глобальных навигационных спутниковых систем, обсуждаются особенности сигналов ГЛОНАСС, а также методика выполнения измерений.

Ключевые слова: ГЛОБАЛЬНЫЕ НАВИГАЦИОННЫЕ СПУТНИКОВЫЕ СИСТЕМЫ, РАДИОНАВИГАЦИОННЫЙ СИГНАЛ, МОЩНОСТЬ, СПЕКТРАЛЬНАЯ ПЛОТНОСТЬ МОЩНОСТИ, ЗЕРКАЛЬНАЯ АНТЕННАЯ СИСТЕМА

Применение технологий, использующих сигналы глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) играет важную роль в жизни современного общества. Это не только ставшее привычным определение координат или синхронизация удалённых друг от друга систем. Радионавигационные сигналы решают множество задач, порой включая довольно неожиданные [1-4]. Качество работы таких систем зависит от множества параметров, ключевыми среди которых являются энергетические характеристики сигнала. С расширением сферы применения технологий ГНСС требования к метрологическому обеспечению параметров сигнала ужесточаются. Однако измерительная задача не проста: мощность навигационных сигналов в приземном слое крайне мала. Например, согласно Интерфейсному контрольному документу ГНСС ГЛОНАСС [5] при приеме сигнала на антенну с линейной поляризацией и коэффициентом усиления 3 дБ мощность выходного сигнала антенны должна составлять не менее минус 161 дБВт, а ориентировочная максимальная мощность должна составлять приблизительно минус 155 дБВт. И первое, и второе существенно ниже уровней чувствительности радиотехнической измерительной аппаратуры.

В ФГУП «ВНИИФТРИ» создан и эксплуатируется специализированный метрологический комплекс, основой которого служат две крупноапертурные антенные системы (расположенные в Московской области и в г. Иркутск), предназначенный для наблюдений за навигационными космическими аппаратами (НКА), проведения измерений мощности сигналов в приземном

слое. Антенные системы обеспечивают необходимое усиление сигнала и его пространственную фильтрацию. Пределы допускаемой погрешности измерений мощности сигнала составляют $\pm 0,5$ дБ с привлечением информации об ослаблении сигнала в тропосфере, которую удается получить при обработке показаний радиометрической аппаратуры [6].

Результаты наблюдений с одного пункта на интервале повторяемости трасс движения НКА отличаются друг от друга не более чем на $\pm 0,25$ дБ [7]. Однако замечено, что для некоторых аппаратов мощность принимаемого сигнала, даже принятого при одном угле возвышения, меняется от сеанса к сеансу, что объясняется возможными искажениями амплитудной диаграммы направленности. Для определения её параметров была разработана и опробована соответствующая методика проведения измерений [8-9]. В процессе наблюдений 2019-2022 г.г. были измерены параметры нескольких амплитудных диаграмм НКА, в частности: 756 (точка орбиты R05), 758 (точка R12) и 755 (точка R21). Эти аппараты объединяет сравнительно простая форма амплитудной диаграммы направленности бортового излучателя в диапазоне частот L3 – это фигура вращения с одним максимумом – что было важно на этапе отработки методики.

В настоящее время в ФГУП «ВНИИФТРИ» продолжаются регулярные наблюдения НКА. Методика оценки параметров (и восстановления формы) амплитудной диаграммы направленности отработана и будет применяться в дальнейшем. Следующими объектами изучения станут НКА, показывающие наибольшие различия при наблюдении их с разных ракурсов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Потюхляев В.Г. Расчет точности построения разбивочной сети с использованием спутниковых навигационных систем / Потюхляев В. Г. // Записки Горного института. – 2012. – Т. 199. – С. 325-328.
2. Патент № 2371737 С1 Российская Федерация, МПК G01S 13/91. Способ посадки летательных аппаратов с использованием спутниковой навигационной системы и система посадки на его основе: № 2008127140/09: заявл. 24.06.2008: опубл. 27.10.2009 / Бабуров В.И., Волчок Ю.Г., Гальперин Т.Б. [и др.]
3. Смирнов В. М. Метод мониторинга ионосферы Земли на основе использования навигационных спутниковых систем: специальность 01.04.03 «Радиофизика»: диссертация на соискание ученой степени доктора физико-математических наук / Смирнов Владимир Михайлович. – Москва, 2007. – 300 с.
4. Абрамов Н.В. Оптимизация азотного питания яровой пшеницы при использовании спутниковых навигационных систем /

- Абрамов Н.В., Шерстобитов С.В., Семизоров С.А. // 75 лет Географической сети опытов с удобрениями: Материалы Всероссийского совещания научных учреждений-участников Географической сети опытов с удобрениями, Москва, 06 октября 2016 года. – Москва: Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д.Н. Прянишникова, 2016. – С. 10-16
5. Глобальная навигационная спутниковая система ГЛОНАСС. Интерфейсный контрольный документ. Версия 5.1. Навигационный радиосигнал в диапазонах L1, L2. Электронный ресурс, URL: <ftp://ftp.kiam1.rssi.ru/pub/gps/lib/icd/ikd51ru.pdf> (дата обращения 11.05.2022)
 6. Институт прикладной астрономии РАН, радиометры водяного пара. Электронный ресурс, URL: <https://iaaras.ru/quasar/wvr/> (дата обращения 11.05.2022)
 7. Завгородний А.С., Воронов В.Л., Рябов В.И. Измерение мощности сигналов навигационных космических аппаратов // тез. докл. Восьмой Всероссийской конференции КНВО-2019, СПб.: ИПА РАН, 2019. – 216 с. – С. 155-156.
 8. Завгородний А.С. Воронов В.Л., Рябов И.В., Чигвинцев А.А., Туринцев С.В. О восстановлении формы амплитудной диаграммы направленности антенно- фидерного устройства навигационного космического аппарата по результатам наземных наблюдений // Альманах современной метрологии, 2021. №1(25). – 166 с.– С. 35 – 43.
 9. Завгородний А.С., Воронов В.Л., Рябов И.В. Оценка параметров амплитудных диаграмм направленности навигационных космических аппаратов // Системный анализ, управление и навигация: Тез. докл. М.: МАИ, 2021. – 220 с. – С. 45-47. __

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ КОНТРОЛЯ ВЫБРОСОВ РАДИОАКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ

Иванова И.А.

Федеральное бюджетное учреждение «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Ростовской области» (ФБУ «Ростовский ЦСМ»), г. Ростов-на-Дону, Россия, 0000-0002-1726-6521,
e-mail: kaminskaya_ira@rambler.ru

Аннотация: В докладе представлен обзор возможных форм контроля выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух объектами использования атомной энергетики и освещены существующие проблемы, связанные с реализацией данных видов контроля. Автором выполнен анализ применимости той или иной формы контроля в зависимости от оснащённости средствами измерений, входящих в состав организованной на ОИАЭ системы контроля выбросов.

Ключевые слова: РАДИАЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ, ВЫБРОСЫ, РАДИОАКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА, АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ, ТРИТИЙ, РАДИОАКТИВНЫЕ АЭРОЗОЛИ.

Контроль выбросов вредных веществ в атмосферный воздух, в том числе и радиоактивных веществ, регламентируется Федеральным законом от 04.05.1999 N 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха» и рядом его подзаконных нормативных правовых актов, таких как постановление Правительства Российской Федерации от 16 мая 2016 года № 422 «Об утверждении Правил разработки и утверждения методик расчёта выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух стационарными источниками». При этом измерения, выполняемые при осуществлении деятельности в области охраны окружающей среды, относятся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений и регламентируются Федеральным законом от 26.06.2008 N102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений».

Объекты использования атомной энергетики являются источниками выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух, в следствие чего сталкиваются с вопросом формы организации контроля выбросов. На сегодняшний день законодательно признаны две формы контроля: метод, основанный на расчёте объёмной активности выбросов, и метод, основанный на непосредственных измерениях величин выброса веществ.

Автором был выполнен анализ применимости указанных форм контроля в зависимости от оснащённости средствами измерений системы контроля выбросов, а также определены основные актуальные проблемы, связанные с их реализацией. В частности, одной из таких проблем является сложность

организации автоматизированного оперативного контроля выбросов трития, который стал актуальным после того, как тритий вошёл в перечень радионуклидов, для которых необходимо устанавливать нормативы предельно допустимых выбросов. Ещё одной актуальной проблемой является вопрос оценки коэффициента потерь радиоактивных аэрозольных частиц в пробоотборных линиях, который возникает при разработке методик расчёта выбросов.

В результате проведения оценки показателей точности указанных методов контроля на основе полученных данных, определено, что контроль, основанный на методе непосредственных измерений объёмной активности радиоактивных веществ в выбросах является более точным, но в ряде случаев, труднореализуемым.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный закон от 26 июня 2008 г. N 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений». Введ. 2008-12-30. М., 2008.
2. Федеральный закон от 04.05.1999 N 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха». Введ. 1999-05-04. М., 1999.
3. Постановление Правительства Российской Федерации от 16 мая 2016 года № 422 «Об утверждении Правил разработки и утверждения методик расчёта выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух стационарными источниками».
4. Приказ от 31 июля 2018 г. № 341 «Об утверждении порядка формирования и ведения перечня методик расчета выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух стационарными источниками», Зарегистрировано в Минюсте России 23 октября 2018 г. N 52502.
5. Нормы радиационной безопасности (НРБ—99/2009). СанПиН 2.6.1.2523—09. М., Роспотребнадзор, 2009.
6. Крышев А.И., Васянович М.Е., Екидин А.А., Филатов Ю.Н. Поступление трития в атмосферу с выбросами АЭС с ВВЭР и оценка дозы облучения населения// Атомная энергия, т. 128, вып. 6, 2020, С. 333-337.
7. Киселёв В. Г., Кожевников А. Ю., Поротников Л. К., Хапов А. С. Определение выбросов трития методом накопления//Труды ЗНЧ-2017, С 372-386.
8. Сивинцева Ю. В. Методы измерения трития.// США: Перевод с английского под редакцией – М.: Атомиздат, 1978. США, 1976. С. 96-101.

ПРЕЦИЗИОННЫЙ ТРАНСФОРМАТОР ОТНОШЕНИЯ И ЕГО АТТЕСТАЦИЯ

Климов Г.А., Фокина А.О.

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно – исследовательский институт метрологии имени Д.И. Менделеева» (ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»), г. Санкт-Петербург, Россия,
e-mail: g.a.klimov@vniim.ru, a.o.fokina@vniim.ru

Аннотация: В результате переопределения системы СИ единица электрической емкости (Фарад) выводится из значений фундаментальных констант (заряда электрона и постоянной Планка) и единицы частоты (Герц). В связи с этим во ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» проводится работа по совершенствованию Государственного первичного эталона единицы электрической емкости ГЭТ 25-79. Одним из этапов является аттестация отношения трансформаторного моста.

В работе описаны преимущества конструкции трансформатора отношения, а также опробован модернизированный метод его аттестации «метод циклической перестановки».

Ключевые слова: ТРАНСФОРМАТОР ОТНОШЕНИЯ; АТТЕСТАЦИЯ; ТРАНСФОРМАТОРНЫЙ МОСТ; КОНДЕНСАТОР, ЦИФРОВОЙ УЛЬТРА-ПРЕЦИЗИОННЫЙ МОСТ

Большинство измерений в процессе передачи единицы выполняются посредством цифрового ультрапрецизионного моста АН2700А «Option E» в качестве компаратора. Этот мост, базовая погрешность которого равна 3 ppm, предоставляет возможность определения и корректировки ряда составляющих неопределенности измерений и введения поправок [1, 2].

Поправки при переходе диапазонов 10:1 достигают 1,5 ppm при частотах 1 – 1,6 кГц. Определение поправок осуществляется сравнением результатов с трансформаторным мостом, отношение 10:1 которого устанавливается с неопределенностью $(1 - 2) \cdot 10^{-8}$ посредством его аттестации.

Наиболее универсальным и точным является трансформаторный мост, трансформатор отношения (ТО) которого отличается предельно малыми значениями продольных остаточных параметров вторичной обмотки, что достигается за счёт усложнения конструкции вторичной обмотки ТО.

ТО выполнен по схеме трехобмоточного трансформатора с первичной обмоткой возбуждения и вторичной секционированной делительной обмоткой. Вторичная обмотка содержит 20 секций с общей точкой в центре, так что при включении в схему ёмкостного моста могут быть образованы два плеча «- 10» и «10» с отводами от секций «1», «2» и «4» в каждом плече. Такая

схема позволяет измерять эталонные конденсаторы с равными номинальными значениями при различных уровнях напряжения – номинальном (100 В), 10 %, 20 % и 40 % от номинального без изменения рабочей точки на кривой намагничивания материала магнитопровода, а также осуществлять 4 варианта передачи единицы электрической емкости отношении 10:1 – в различных плечах 10: (- 1); (- 10):1 или в одном плече (1: 10) и (- 1): (- 10).

Магнитопровод тороидальной формы (площадь поперечного сечения составляет $6,84 \text{ см}^2$) изготовлен из ленты толщиной 0,05 мм из сплава 79НМ (пермаллой), типичное значение магнитной проницаемости которого при частотах 1 – 2 кГц составляет 80000, а индукция технического насыщения – не менее 0,73 Тл.

Первичная обмотка выполнена изолированным медным проводом прямоугольного сечения $2,4 \times 0,5$ мм, нанесённым на магнитопровод таким образом, чтобы на внутренней поверхности магнитопровода соседние витки были уложены вплотную, что способствует повышению равномерности магнитного поля. Первичная обмотка из 81 витков содержит «обратный виток», что обеспечивает ее астатичность [3].

Минимальное значение остаточных параметров вторичной обмотки достигается посредством применения для создания ее витков из медных пластин вместо проводов. Это техническое решение впервые было применено в NBS (ныне NIST) и подтвердило свою эффективность [4].

Результаты измерений остаточных параметров ТО при частоте 1 кГц (1,6 кГц) показывают, что индуктивность рассеяния (L_s) и сопротивление (R_s) вторичной обмотки (70 витков) равны соответственно 0,67 мкГн и 30,8 мОм, те же параметры одной секции вторичной обмотки (7 витков) равны соответственно 0,29 мкГн и 3,90 мОм. Эти значения в десятки раз меньше аналогичных параметров конвенциональных ТО, обмотки которых выполнены проводом.

Далее будет рассмотрен метод аттестации отношения, основанный на перестановке однотипных конденсаторов в цепи ёмкостного моста, который включает в свой состав аттестуемый ТО в качестве плеч отношения [5, 6], – метод «циклической перестановки» ($n + 1$) конденсаторов при аттестации отношения $n:1$.

Большим преимуществом этого метода является отсутствие необходимости знания действительных значений конденсатора, необходима лишь стабильность емкости в процессе перестановки. Применение этого метода для аттестации ТО 10:1 требует использования 11 стабильных однотипных конденсаторов, ёмкость каждого из которых остается неизменной при изменении напряжения на его выводах в 10 раз в процессе перестановки.

Наилучшим выбором могли бы быть конденсаторы АН11А [7], но их стоимость ограничивает возможность их применения в таких количествах. Поэтому предложена модификация метода перестановки, основанная на разделении «цикла перестановки» $(n + 1)$ конденсаторов на несколько последовательных подциклов, в каждом из которых осуществляется циклическая перестановка меньшего количества конденсаторов, а затем их суперпозиция.

Для реализации этого процесса необходима симметрия обмотки отношения относительно точки «нулевого потенциала» и возможность выделения соответствующих частей обмотки отношения с выводами для подключения конденсаторов. При аттестации отношения 10:1 самым экономичным является метод аттестации симметричной обмотки отношения из 20 секций, снабженной выводами 0; ± 1 ; ± 2 ; ± 4 и ± 10 .

Для аттестации каждого из четырёх отношений $|10:1|$ такого ТО необходимо только 4 конденсатора. Например, для аттестации отношения $(-1):10$ необходимы 4 подцикла – (i) $(-1):2$; (ii) $2:(-2)$; (iii) $2:(-4)$ и (iiii) $[(-2):10] + [(-4):10]$. В подциклах (i) и (iii) используются 3 конденсатора, а в подциклах (ii) и (iiii) – 2 и 4 соответственно.

Измерения при частоте 1 кГц показали, что относительная неопределенность результатов на этапе (ii) не превышает $2 \cdot 10^{-8}$, а на этапах (i) и (iii) не превышает $3 \cdot 10^{-8}$ (Измерения на этапе (iiii) не выполнены из-за отсутствия четвёртого конденсатора). Оцениваемая неопределенность измерения отношения 10:1 не превышает $3 \cdot 10^{-8}$.

В процессе работы был восстановлен трансформатор отношения, модернизирован метод его аттестации «метод циклической перестановки». На практике было реализовано лишь 3 подцикла вместо 4, ввиду отсутствия необходимого количества конденсаторов.

В дальнейшем планируется произвести четвертый подцикл для полной оценки трансформаторного моста, и полученные результаты сопоставить с данными цифрового прецизионного моста АН2700А «Option E» и ввести на него поправку.

ЛИТЕРАТУРА

1. L. Callegaro, V. D'Elia, and B. Trinchera. Realization of the farad from the dc quantum Hall effect with digitally assisted impedance bridges. *Metrologia*, vol. 47, pp. 464–472, 2010
2. Andeen-Hagerling АН2700А option E [Электронный ресурс] // Andeen-Hagerling [сайт] URL: <http://andeen-hagerling.com/ah2700a.htm> (дата обращения 21.03.22)
3. Kibble B.P., Rayner G.H. Coaxial AC Bridges. Bristol: Adam Hilger Ltd.; 1984.

4. M.C. McGregor, J.F. Hersh, R.D. Cutkosky, F.K. Harris, F.R. Kotter. New Apparatus at the National Bureau of Standards for Absolute Capacitance Measurement. IRE TRANSACTIONS ON INSTRUMENTATION, 1958 г., pp. 253 – 261
5. Thompson A.M. 'Precise calibration of ratio transformers'. IEEE Trans. Instrum. Meas. 1983;IM-32: 47–50
6. Cutkosky R.D., Shields J.Q. 'The precision measurement of transformer ratios'. IRE Trans. Instrum. 1960;I-9:243–50
7. Andeen-Hagerling AH 11A [Электронный ресурс] // Andeen-Hagerling [сайт] URL: <http://andeen-hagerling.com/ah11a.htm> (дата обращения 21.03.22).

АВТОМАТИЧЕСКОЕ КОМПАРИРОВАНИЕ МЕР ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЕМКОСТИ

Климов Г.А., Фокина А.О.

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно – исследовательский институт метрологии имени Д.И. Менделеева»
(ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»), г. Санкт-Петербург, Россия,
e-mail: g.a.klimov@vniim.ru, a.o.fokina@vniim.ru

Аннотация: В настоящее время существует необходимость в измерении электрической ёмкости с высокой точностью. Ёмкость – один из основных параметров электрических цепей. В данной работе, описывается система автоматического компарирования мер электрической ёмкости. Проведён анализ, существующих систем, выявлены преимущества и недостатки. Разработаны программа управления многозначной мерой и метод повышения точности измерителей иммитанса.

Ключевые слова: ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЕМКОСТЬ; ИЗМЕРИТЕЛЬ ИММИТАНСА; АВТОМАТИЧЕСКОЕ КОММУТИРОВАНИЕ; РЕЖИМ АТТЕСТАЦИИ, ПРОГРАММА.

В конце 70-х годов промышленностью СССР выпускались многозначные меры ёмкости (далее ММЕ) (P597/1, P597/2, P5025) [1, 2], которые позволяли воспроизводить ёмкость в большом диапазоне номинальных значений. Эти меры в настоящее время не выпускаются. Их подключение производилось трехзажимной схемой включения, переключение осуществлялось ручной коммутацией и суммирование мер производилось на низком уровне точности, порядка 0,1 %. Позже выпускались кодоуправляемые, например, ММЕ (P5086) [3]

В настоящее время за рубежом выпускаются автоматизированные калибраторы, например: «MEATEST M550» [4]. Особенностью этих калибраторов является универсальность, возможность воспроизводить ёмкость, индуктивность и сопротивление на переменном токе. Эти меры имеют широкий диапазон номинальных значений, позволяют поверять, калибровать цифровые RLC-метры (далее измеритель иммитанса). Недостаток калибраторов заключается в том, что нет возможности суммирования мер.

В настоящее время в Российской Федерации находится большое количество измерителей иммитанса, обладающих высокой точностью измерений в широком диапазоне номинальных значений импеданса, частоты и измерительных параметров, в том числе и электрической ёмкости.

Существуют приборы с базовой точностью $5 \cdot 10^{-4}$, разрешающая способность которых позволяет получить шестизначный отсчёт [5].

Стабильность результатов измерений таких приборов находится на уровне $5 \cdot 10^{-6}$, (это было выявлено в ходе исследований), что позволяет в 100 раз улучшить точность, указанную в спецификации.

В связи с этим появляется возможность создания системы с автоматическим управлением (используя ММЕ ступенчатым путем), определения поправочных коэффициентов для измерителя.

Благодаря компьютеру и специально разработанному программному обеспечению, появляется возможность создания измерительных систем, способных значительно повысить точность измерения объектов посредством массива поправочных коэффициентов.

Для того чтобы повысить точность измерительного прибора Agilent E4980A используется образцовая мера емкости номиналом 100 пФ и многозначная мера RD-1 [6], представляющая собой четырёх декадную многозначную меру, с четырехпарным включением. В каждой декаде по 4 меры (набор из 16 однозначных мер).

В начале аттестуют RD-1 с помощью прибора Agilent E4980A. К ее выходу подключают внешнюю образцовую меру, позволяющую передать значение начальной минимальной точке – 100 пФ (метод замещения) (формула 1). Следующей точке 200 пФ осуществляется передача путем суммирования образцовой меры с внутренними 100 пФ (формула 2).

Следующий шаг – суммируются внутренние меры RD-1 – 100 пФ и 200 пФ и это значение передается внутренней мере номиналом 300 пФ (формула 3).

Также осуществляется передача от суммы внутренних мер 100 пФ и 300 пФ к 400 пФ (формула 4).

Тем самым мы аттестовали 1 декаду многозначной меры, имеющую 4 конденсатора номиналами (100, 200, 300, 400 пФ). Формулы расчёта действительных значений конденсаторов с учётом всех поправок представлены ниже:

$$C1 = 1 \cdot C0 + (C1_u - C0_u), \quad (1)$$

$$C2 = 2 \cdot C0 + (C1_u - C0_u) + (C2_u - C_{\sum(0,1)u}), \quad (2)$$

$$C3 = 3 \cdot C0 + (C1_u - C0_u) + (C2_u - C_{\sum(0,1)u}) + (C3_u - C_{\sum(1,2)u}), \quad (3)$$

$$C4 = 4 \cdot C0 + (C1_u - C0_u) + (C2_u - C_{\sum(0,1)u}) + (C3_u - C_{\sum(1,2)u}) + (C4_u - C_{\sum(1,3)u}), \quad (4)$$

где $C1 \div C4$ – действительные значения мер в пФ;

$C0$ – действительное значение образцовой меры (внешней меры) в пФ;

« u » – нижний индекс измеренное значение;

$C_{\sum(i,j)u}$ – измеренное значение суммы конденсаторов в процессе

замещения

Чтобы аттестовать следующую декаду, нам необходимо использовать комбинацию четырех мер первой декады. Оставшиеся три декады аттестуются аналогично.

После того как определили точные значения внутренних 16 мер, рассчитываются поправки. Это выполняется сравнением измеренного и рассчитанного значения.

Комбинации включения мер фиксированы в алгоритме работы программы. Это сделано для исключения неоднозначности, возникающей при составлении некоторых значений суммы различных конденсаторов. Например, номинальное значение 5 нФ может быть представлено в виде суммы 1 нФ + 4 нФ или 2 нФ + 3 нФ. Алгоритм фиксирует только одно.

В процессе выполнения работы был разработан алгоритм, программа для автоматического измерения емкости и методика аттестации многозначной меры. Также определены поправки для прибора Agilent E4980A.

ЛИТЕРАТУРА

1. Инструкция по эксплуатации меры емкости P597 завод Точэлектроприбор 1986. -10 с.
2. Инструкция по эксплуатации меры емкости P5025 завод Точэлектроприбор 1978. -10 с.
3. P5086 магазин емкости [Электронный ресурс] // ЗАПАДПРИБОР [сайт] URL: <http://zapadpribor.com/r5086-magazin-emkosti/> (дата обращения 26.10.17)
4. Руководство по эксплуатации Meateřt M550 MEATEST spol. s. r. o.
5. Keysight E4980A/AL Precision LCR Meter [Электронный ресурс] // Keysight Technologies [сайт] URL:<http://literature.cdn.keysight.com/litweb/pdf/E4980-90210.pdf?id=789356> (дата обращения 21.03.22)
6. Ю.П. Семенов, Е.В. Кривицкая, Г.А. Климов Декадная калибровка эталонов электрической емкости // Сборник докладов 75-й научно-технической конференции СПб НТО РЭС им. А.С. Попова – 2020.- с. 253 – 257

АНАЛИЗ СТАБИЛЬНОСТИ ХАРАКТЕРИСТИК КАПИЛЛЯРНЫХ ВИСКОЗИМЕТРОВ

Кондрашина К.А.

Федеральное бюджетное учреждение «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Нижегородской области», г. Нижний Новгород, Россия ORCID ID: 0000-0002-7182-0458,

e-mail: kondrashinachristina@gmail.com

Аннотация: стабильность характеристик капиллярных вискозиметров является ключевым для измерения кинематической вязкости жидкостей, к сожалению, постоянная вискозиметра имеет тенденцию изменяться с течением времени. В работе был проведен анализ данных, полученных при поверке в 2018 – 2021 г. Целью работы является выявление причин нестабильности постоянной и возможные пути решения.

Ключевые слова: капиллярный вискозиметр, ускорение свободного падения, кинематическая вязкость, постоянная вискозиметра, поверка

Вискозиметры капиллярные стеклянные предназначены для измерения кинематической вязкости прозрачных и непрозрачных жидкостей, широко используемых в промышленности. Принцип действия заключается в истечении жидкости из резервуара через капилляр определенного сечения и длины под влиянием разности давлений. Кинематическая вязкость жидкости определяется по формуле [1]:

$$v = \frac{g}{9,807 \text{ м/с}^2} \cdot K \cdot T, \quad (1)$$

где: v – кинематическая вязкость жидкости, $\text{мм}^2/\text{с}$, K – постоянная вискозиметра, $\text{мм}^2/\text{с}^2$, T – время истечения жидкости, с , g – ускорение свободного падения в месте измерения вязкости, м/с^2 .

Ключевым моментом в процессе работы с капиллярными вискозиметрами является достоверность постоянной (K), которая определяется экспериментально при первичной поверке (на заводе-изготовителе), она зависит как от параметров самого вискозиметра (таких как диаметр капилляра), так и ускорения свободного падения, точности измерения температуры. В работе был проведен анализ факторов, оказывающих наибольшее влияние на изменение K . Поскольку условия измерений жестко регламентируются в [1-5], а гравитационное ускорение g на территории России не вносит поправку [6], то основными факторами влияющими на стабильность K оказывает влияние качество материалов [7-8], условия производства и эксплуатации капиллярного вискозиметра.

В работе была проведена оценка стабильности K в зависимости от типа вискозиметра, диаметра капилляра, изготовителя и года выпуска (1969-2018) на основе данных, полученных при периодической поверке вискозиметров капиллярных стеклянных в ОФХОФИИ ФБУ «Нижегородский ЦСМ» за 2018-2021 год. Особое внимание было уделено капиллярным вискозиметрам типа ВПЖ-2 и ВПЖ-4, наиболее распространенными в России. Данные по относительному отклонению постоянной приведены на рисунках 1,2.

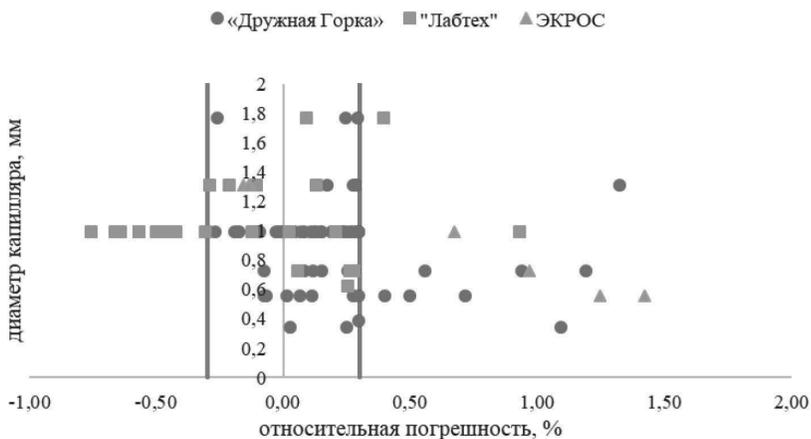


Рисунок 1. Относительное отклонение постоянной K для ВПЖ-2

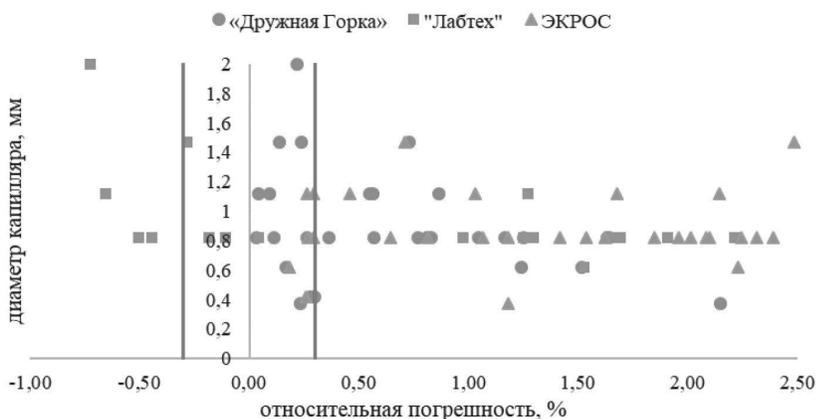


Рисунок 2. Относительное отклонение постоянной K для ВПЖ-4

Из приведенных данных (рис. 1,2) видно, что в значительном количестве случаев (особенно для ВПЖ-4) отклонение K выходит за границы

допускаемой относительной погрешности $\pm (0,2-0,3) \%$ (на рисунках 1,2 представлены вертикальными линиями), и спустя межповерочный интервал (4 года) во время поверки значение постоянной пересчитывается в соответствии с [2,3]. Тот факт, что относительная погрешность имеет положительный знак свидетельствует об увеличении диаметра капилляра, что может быть связано с нарушением подготовительной процедуры и процедурой после эксплуатации. Пересчет постоянной происходит примерно в 40 % случаев, поэтому рекомендуется уточнять значение постоянной K чаще межповерочного интервала.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ Р 53708-2009 Жидкости прозрачные и непрозрачные. Определение кинематической вязкости и расчет динамической вязкости (Переиздание). М.: Стандартинформ, 2019.
2. Инструкция 265-63 «По поверке капиллярных вискозиметров»
3. МИ 1748-87 «Государственная система обеспечения единства измерений. Вискозиметры капиллярные стеклянные. Методика поверки»
4. МП 2302-086-2015 «Вискозиметры капиллярные стеклянные ВПЖ и ВНЖ серии «Labtex» производства ООО «Компания Лабтех». Методика поверки»
5. Р 50.2.046-2005 «ГСИ. Вискозиметры капиллярные стеклянные импортного производства. Методика поверки» / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. - М., 2005.
6. ISO 3105:1994 «Glass capillary kinematic viscometers — Specifications and operating instructions»
7. ГОСТ 10028-81 Вискозиметры капиллярные стеклянные. Технические условия (с Изменениями № 1, 2). М.: Стандартинформ, 2005.
8. ГОСТ 21400-75 Стекло химико-лабораторное. Технические требования. Методы испытаний (с Изменениями № 1, 2). М.: Стандартинформ, 2011. С. 85-90.

ОБМЕН ДАННЫМИ ПО ЦИФРОВОМУ КАНАЛУ МЕЖДУ ЭТАЛОНОМ И СРЕДСТВОМ ИЗМЕРЕНИЙ

Краев Д. В.

Всероссийский научно-исследовательский институт расходомерии – филиал Федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева» (ВНИИР – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»), г. Казань, Россия, email: dafkw@mail.ru

Аннотация: в работе рассмотрены методы синхронизации средств измерений с эталоном при проведении калибровки (испытаний, исследований, поверки) по цифровому каналу. Проанализированы проблемы, возникающие при проведении калибровки (испытаний, исследований, поверки средств измерений с цифровыми каналами.

Ключевые слова: СИНХРОНИЗАЦИЯ, RS-485, ЦИФРОВОЙ КАНАЛ, MODBUS, ДИСКРЕТИЗАЦИЯ, АНАЛОГО-ЦИФРОВОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ, ИСТОЧНИК НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

В настоящее время для учета расхода и количества жидкости находят применение средства измерений (далее – СИ) имеющие только цифровой канал обмена данными. В Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее – ФИФ) [1] насчитывается более 30000 утвержденных типов СИ, более 2 % из которых используют только цифровой канал. В связи с этим возникает вопрос: какую неопределенность измерений при определении метрологических характеристик этих СИ вносит процесс синхронизации с эталоном по цифровому каналу.

СИ могут иметь аналоговый, частотно-импульсный и (или) цифровой каналы для синхронизации с эталоном, обладающие рядом достоинств и недостатков.

Достоинством частотно-импульсного канала [2] является высокая точность (абсолютная погрешность ± 1 импульс), к недостаткам можно отнести ограничение по длине линии передачи для каждого СИ (затухание импульса). К достоинствам аналогового канала [3] относится контроль работоспособности и относительно высокая длина линии (кабеля), к недостаткам – необходимость прокладки линии (кабеля) на каждое СИ.

Достоинством цифрового канала [4] является подключение до 64 СИ (RS-485) на 1 линию, возможность получения дополнительной информации о состоянии СИ в реальном времени и передача информации без искажений, к недостаткам – сложность синхронизации при определении метрологических характеристик СИ. Данный недостаток обусловлен проблемами при передаче информации, в том числе проблемами, связанными с дискретизацией аналого-цифрового преобразователя.

Проблемы при передаче информации обусловлены: реакцией контроллера эталона на команду «старт» или «стоп» с формированием запроса к СИ; поступлением команды с эталона на СИ, передачи информации со СИ эталону (время доступа к устройству (обработка), время поступления командного запроса по протоколу (Modbus [5]) (зависит от скорости передачи) и время ответа на команду по протоколу); обработкой информации эталоном.

Проблемы, связанные с дискретизацией [6] аналого-цифрового преобразователя [7] обусловлены: ошибкой в определении момента начала отсчета интервала времени измерений [8] – передача информации по цифровому каналу при нажатии кнопки «старт» и «стоп»; увеличением интервала времени опроса при передаче информации по цифровому каналу – более одной единицы измерений (масса, объем и т.д.).

Для уменьшения погрешности при проведении калибровки (испытаний, исследований, поверки) СИ, необходимо исследовать влияние работы цифровых каналов. Разработать рекомендации для составления методики поверки СИ. Подготовить рекомендации изготовителям по внесению дополнительной информации в руководство по эксплуатации СИ.

В ходе экспериментальных исследований было выполнено определение метрологических характеристик СИ по частотно-импульсному и цифровому каналам. Выполнено сравнение результатов многократных измерений с расчетом среднего квадратического отклонения, неисключенной систематической погрешности и относительной погрешности СИ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений <http://fundmetrology.ru/>
2. Министерство промышленности и торговли Российской Федерации Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии приказ от 31 июля 2018 года N 1621 Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты
3. Средства измерений и автоматизации. сигналы тока и напряжения электрические непрерывные входные и выходные ГОСТ 26.011-80
4. Recommended Standard 485. ISO/IEC 8482
5. Справочник по АСУ ТП <https://www.sites.google.com/site/asutpklub/-/promyslennye-seti/modbus>
6. Кодирование информации <https://files.lbz.ru/authors/informatika/7/polyakov-10-1buuu-gl2.pdf>
7. Аналого-цифровые преобразователи https://pnu.edu.ru/media/filer_public/2013/01/31/lieu-acp.pdf
8. Вунивере.py <https://vunivere.ru/work89536/page22>

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ОПТИЧЕСКОЙ ДАЛЬНОСТИ (МОД)

Левин А.Ю., Сергеев П.К., Ковальков В.П.

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И.Менделеева» (ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»), г. Санкт-Петербург, Россия, e-mail: a.levin@vniim.ru

Аннотация: Метрологическое обеспечение средств измерений метеорологической оптической дальности (МОД) разделяется на два направления в соответствии с принципами действия средств измерений МОД. В первом случае, для средств измерений в основе принципа действия которых лежит зависимость МОД от коэффициента направленного пропускания, существует метрологически обеспеченный метод передачи единицы величины с применением наборов мер с фиксированным значениями КНП. Во втором случае, для средств измерений в основе принципа действия которых лежит зависимость МОД от интенсивности рассеянного в атмосфере излучения, отсутствуют общепринятые методики передачи единицы величины. В данной работе предложен способ и техническое средство для передачи единицы величины МОД рабочим средствам измерений.

Ключевые слова: МЕТРОЛОГИЯ; МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКАЯ ОПТИЧЕСКАЯ ДАЛЬНОСТЬ; МОД; МЕТЕОРОЛОГИЯ; НЕФЕЛОМЕТР; ДАТЧИК ВИДИМОСТИ; ТРАНСМИССОМЕТР; ФОТОМЕТР; КОЭФФИЦИЕНТ НАПРАВЛЕННОГО ПРОПУСКАНИЯ, РАССЕЯНИЕ.

Метеорологическая оптическая дальность (далее МОД)— это длина пути светового потока в атмосфере, необходимая для уменьшения этого потока в параллельном пучке лучей от лампы накаливания при цветовой температуре 2700 К до 5 % его первоначального значения [1]. На практике величину МОД используют для обеспечения безопасности взлетов и посадок воздушных судов, при обеспечении безопасности дорожного движения, в экологическом мониторинге, при метеорологических наблюдениях [2].

Начиная с 1970-х годов измерения МОД производили фотометрами (трансмиссометрами). Данный тип приборов излучает и принимает световой пучок в горизонтальном направлении. Световой пучок ослабляется слоем атмосферы и по величине этого ослабления определяется

коэффициент направленного пропускания (КНП), который затем преобразуется в МОД. Трансмисометры прошли длинный эволюционный путь и в настоящий момент являются «золотым стандартом» при измерении МОД. К достоинствам прибора, с метрологической точки зрения, можно отнести однозначную зависимость измеряемого КНП от МОД и соответственно метод метрологического обеспечения при помощи мер КНП имеющих необходимую прослеживаемость к соответствующим первичным эталонам [3]. К минусам трансмисометров можно отнести высокую стоимость, невозможность расположения на ограниченном пространстве из-за большой измерительной базы – десятки метров (вертолетные площадки, автомобильные дороги и т.д.), высокие требования к «качеству установки» на объекте. Начиная с 2000-х был разработан и внедрен в эксплуатацию новый тип прибора для измерения МОД – нефелометр. Принцип действия нефелометров основан на измерении интенсивности рассеянного в атмосфере излучения в измерительном объеме, интенсивность рассеянного излучения обратно пропорциональна МОД [4]. Нефелометры являются не дорогими и компактными приборами с приемлемыми метрологическими характеристиками, что делает их привлекательными для потребителя. Метрологическое обеспечение нефелометров является «узким местом» и сводится к сравнительным испытаниям на специализированных полигонах [5], что очень трудозатратно по материальным и временным ресурсам в связи с необходимостью «застать» разные погодные условия (туман, дождь, снег, и т.д.).

В процессе многолетней работы с разнообразными средствами измерений МОД и изготовителями средств измерений (Vaisala Oyj, Biral Ltd, OTT HydroMet Fellbach GmbH, Campbell Scientific Inc., АО «Радар ммс»), в том числе нефелометров, был разработан и опробован метод метрологического обеспечения нефелометров с применением специально спроектированного устройства (УСМОД) в основу работы которого положена зависимость МОД от КНП. Принцип действия УСМОД основан на изменении на фиксированные величины интенсивности излучения в оптической системе нефелометра. Излученный нефелометром сигнал захватывается УСМОД и при помощи средств аттенюации и мер КНП изменяется на фиксированные значения, соответствующее значениям МОД. В настоящей работе изложены аспекты разработки, исследования и опробования метода на основных типах нефелометров. Применения разработанного метода позволит производить метрологическое обеспечение нефелометров в местах их эксплуатации, без изъятия средств измерений на длительное время, обеспечить прослеживаемость нефелометров к соответствующим первичным эталонам.

ЛИТЕРАТУРА

1. ВМО-№ 8 – Всемирная метеорологическая организация, 2014 «Руководство по метеорологическим приборам и методам наблюдений».
2. Приказ Росстандарта от 27.11.2018 № 2516 об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений координат цвета и координат цветности, белизны, блеска.
3. Постановление Правительства РФ от 16 ноября 2020 г. N 1847 «Об утверждении перечня измерений, относящихся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений»
4. ISBN 978-5-86813-337-4, Видимость для аэронавигации, Российский государственный гидрометеорологический университет (РГГМУ), ИРАМ, 2012.
5. JAR-OPS 1, especially paragraph 1.430, Appendix 1 and related IEM. ICAO Annex 6 (Operation of Aircraft) especially Chapter 4 and Appendix 2.

ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ

Локачева Ю.А., Гублер Г.Б.

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева» (ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»), г. Санкт-Петербург, Россия, e-mail: yu.a.lokacheva@vniim.ru

Аннотация: Рассмотрены алгоритмы цифровой обработки сигналов (ЦОС) и их применение для определения параметров многотональных и частотно-модулированных сигналов.

Ключевые слова: цифровая обработка сигналов, дискретное преобразование Фурье, алгоритмы определения параметров сигналов.

Одним из приоритетов развития энергосистем во всем мире является внедрение автоматизированных цифровых приборов и систем контроля параметров электроэнергетических сигналов, систем мониторинга переходных режимов.

Эти приборы и системы обеспечивают синхронные измерения значений напряжения и силы тока в различных точках сети и на основании этих измерений определяют значения базовых параметров сигналов. Основные параметры:

- значения гармонических и интергармонических составляющих токов и напряжений [5, 6];
- углы сдвига фазы гармонических составляющих относительно меток шкалы времени UTC (SU);
- значение частоты основной гармоники;
- мгновенное значение частоты основной или высших гармоник напряжения [1, 2];
- скорость изменения частоты основной или высших гармоник напряжения.

Знание этих параметров дает информацию для оперативного управления энергосистемами, обеспечения их устойчивости, бесперебойного энергоснабжения, оценки качества электроэнергии как товара, обнаружения источников искажений в электросетях. Производители эталонных средств измерений применяют все более точные аналоговые преобразователи, и более изощренные алгоритмы обработки информации для нахождения параметров сигналов.

Классификация алгоритмов ЦОС для эталонной установки приведена на рисунке 1.



Рисунок 1. Классификация алгоритмов ЦОС

Для определения параметров многотонального сигнала [3, 4] нами исследовались алгоритмы интерполяции спектра и параметрические алгоритмы. Для нахождения параметров ЛЧМ-сигнала – алгоритмы, основанные на переносе спектра и линейной фильтрации и параметрические алгоритмы. Параметрические алгоритмы требуют начальные приближения для части параметров. В качестве таких начальных приближений использовались либо априорные данные, либо данные, найденные с помощью других алгоритмов.

Алгоритмы интерполяции спектра основаны на том, что сначала оценивается отклонение от центральной частоты элемента БПФ с наибольшей амплитудой, затем вычисляется интерполяция ожидаемой амплитуды и фазы при этом отклонении частоты с использованием абсолютной амплитуды, представленной в пиковом и соседнем элементах БПФ (рис. 2) [7, 8].

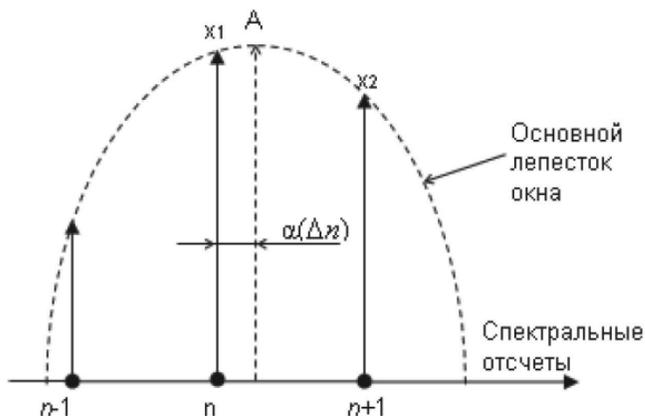


Рисунок 2. Спектральные отсчеты и основная гармоника

На рисунке 2: A – амплитуда гармоники, – относительный сдвиг частоты относительно спектрального отсчета, – спектральные отсчеты в зоне нахождения основной гармоники.

Идея параметрических алгоритмов [9] состоит в предварительном построении модели сигнала, например, модели заданной формулой (1), и нахождении ее параметров по экспериментальным данным с помощью МНК (для моделей линейных по параметрам) или итеративных методов (для моделей нелинейных по параметрам).

$$y_n[A_k, B_k, C, \omega_k, t_n, R_k] = C + A_k \cos\left(\omega_k t_n + \frac{R_k}{2} t_n^2\right) - B_k \sin\left(\omega_k t_n + \frac{R_k}{2} t_n^2\right) \quad (1)$$

где n – номер отсчета; y_1, \dots, y_n – отчеты сигнала, взятые в моменты времени t_1, \dots, t_n ; $A_k, B_k, \omega_k, R_k, C$ – искомые параметры, характеризующие амплитуду, фазу, частоту, скорость изменения частоты и постоянное смещение сигнала на k -й итерации.

Для определения начальных значений параметров ЛЧМ-сигнала используется схема алгоритма, приведенная в стандарте С37.118.1 (рис. 3).

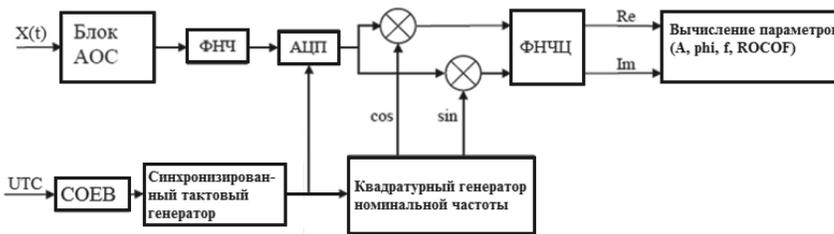


Рисунок 3. Базовая модель обработки сигнала с переносом спектра

СОЕВ – система обеспечения единого времени, блок АОС – блок аналоговой обработки сигнала, ФНЧ – фильтр нижних частот, АЦП – аналого-цифровой преобразователь, ФНЧЦ – фильтр нижних частот цифровой, A – амплитуда сигнала, ϕ – фаза, f – частота, ROCOF – скорость изменения частоты (Rate Of Change Of Frequency), $X(t)$ – входной сигнал, номинальная частота – 50 Гц (частота сети).

Все перечисленные алгоритмы были реализованы в программной среде LabVIEW. Моделирование алгоритмов показало, что наиболее точными среди рассмотренных алгоритмов определения параметров многотональных и ЛЧМ-сигналов, являются параметрические алгоритмы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гутников, В. С. Фильтрация измерительных сигналов / В. С. Гутников. – Л.: Энергоатомиздат. 1990. – 192 с.
2. Сергиенко, А. Б. Цифровая обработка сигналов / А. Б. Сергиенко – СПб.: Питер, 2003. – 604 с.
3. Марпл-мл. С.Л. Цифровой спектральный анализ и его приложения: Пер. с англ. – М.: Мир, 1990. – 584с., с ил.
4. Макс, Ж. Методы обработки сигналов при физических измерениях / Ж. Макс – М.: Мир, 1983. – Т. 1. 312 с., ил.
5. Лайонс. Р. Цифровая обработка сигналов / Р. Лайонс – М.: ООО «Бином-Пресс», 2006 г. – 656 с.: ил.
6. Международный стандарт: Общее руководство по средствам измерений и измерениям гармоник и интергармоник для систем электроснабжения и подключаемых к ним технических средств / ГОСТ 30804.4.7-2013.
7. Duda K., Interpolation Algorithms of DFT for Parameters Estimation of Sinusoidal and Damped Sinusoidal Signals // IEEE Trans. Instrum. Meas. vol.
8. Grandke T., (1983) Interpolation Algorithms for Discrete Fourier Transforms of Weighted Signals // IEEE Trans. Instrum. Meas. vol. 32, pp. 350-355.
9. Agrež, D. (2002) Weighted Multipoint Interpolated DFT to Improve Amplitude Estimation of Multifrequency Signal, IEEE Trans. Instrum. Meas., vol.51, pp. 287-292.

ПРИНЦИПЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ДИСТАНЦИОННОЙ КАЛИБРОВКИ КООРДИНАТНЫХ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

Маликов К. И., Лысенко В. Г., Милованова Е. А.

Федеральное государственное бюджетное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы (ФГБУ ВНИИМС), г. Москва, Россия, e-mail: kmalikov@vniims.ru

Аннотация: В докладе показана концепция дистанционного метода калибровки координатных средств измерений с применением оборудования видео-конференц-связи. Показаны недостатки «классической» системы калибровки, которые можно решить, используя удаленную калибровку. Рассмотрено текущее состояние и перспективы работ по созданию системы дистанционной калибровки координатных средств измерений.

Ключевые слова: ДИСТАНЦИОННАЯ КАЛИБРОВКА, НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ, КООРДИНАТНЫЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ, МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, СИСТЕМА КООРДИНАТ.

В настоящее время координатные средства измерений (далее – КСИ) являются одни из самых распространенных средствами измерений (далее – СИ) размеров, форм и расположения поверхностей. Для корректного использования КСИ на месте эксплуатации оно должно регулярно проходить процедуру калибровки, для выявления действительных метрологических характеристик СИ.

Такая процедура существует в рамках «классической» системы калибровки.

К недостаткам существующей «классической» системы калибровки координатных средств измерений (далее – КСИ) можно отнести:

- транспортировка калибруемых координатных средств измерений в аккредитованную организацию может влиять на их точность;
- существенный во времени вывод координатных средств измерений из технологического процесса производства может приводить к приостановке производства;
- наличие существенных непроизводственных затрат (затраты на перевозку координатных средств измерений, вывод координатных средств измерений из производственного процесса и т.п.).

Аналогичного порядка затраты будут и при командировании специалиста аккредитованной организации на место эксплуатации прибора.

В докладе представлена концепция автоматизированной дистанционной калибровки координатных средств измерений, используя которую можно

убрать существующие недостатки при калибровке. Модель отражает основной принцип и последовательность решений задач по удаленной работе аккредитованной лаборатории с оборудованием организации, эксплуатирующей координатное средство измерений.

Блок-схема концепции дистанционной калибровки представлена на рисунке 1. Основными особенностями подхода к дистанционной калибровке являются:

- пересылка эталонного оборудования на место эксплуатации средства измерений;
- проведение измерений квалифицированным персоналом согласно методике калибровки, одновременно происходит визуальный дистанционный контроль оператора со стороны аккредитованной организации;
- оформление и передача протокола измерений посредством специального программного обеспечения через интернет в организацию, аккредитованную на проведение калибровки;
- автоматизированная обработка данных из протокола измерений;
- оформление и выдача электронного сертификата калибровки.



Рисунок 1. Блок-схема концепции автоматизированной дистанционной калибровки координатных средств измерений

Представленный подход потребует разработки детальных процедур измерений по методикам калибровки для операторов на местах, а также может потребовать разработку специализированного программного обеспечения и приобретение дополнительного оборудования.

- Но при этом в результате использования дистанционной калибровки мы получаем ряд преимуществ:

- гибкость – возможность проведения калибровки в любое удобное время;
- стоимость – сокращение непроизводственных затрат;
- квалификация – с калибруемым СИ работают обученные операторы;
- условия – возможность проведения калибровки в условиях стационарной работы СИ;
- время – проведение калибровки без остановки производства;
- защищенность – результаты расшифровываются автоматически и удаленно.

В настоящее время начинают проводиться мероприятия по организации и опробованию дистанционной калибровки на местах эксплуатации координатных средств измерений.

Существуют большие перспективы внедрения дистанционной калибровки КСИ в авиастроении, двигателестроении и других отраслях прецизионного высокотехнологичного машиностроения, на предприятиях, где в прецизионных производствах задействовано большое количество координатных средств измерений, не позволяющих их изъятие из производственного процесса на длительный период.

Концепция дистанционной калибровки координатного средства измерений типа лазерный трекер демонстрировалась на выставке MetroExpo-2018, г. Москва, ВДНХ.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ Р ИСО 10360-2-2017 Характеристики изделий геометрические. Приемочные и перепроверочные испытания координатно-измерительных машин. Координатно-измерительные машины, применяемые для измерения линейных размеров.
2. ISO 10360-10:2016 Geometrical product specifications (GPS) – Acceptance and reverification tests for coordinate measuring systems (CMS) – Part 10: Laser trackers for measuring point-to-point distances.
3. ASME B89.4.19 Standard for laser tracker verification – experiences and optimisations;
4. Толочко Т.К., Гусинский А.В., Кострикин А.М. //Дистанционная калибровка средств измерений. Доклады БГУИР, Январь-март, 2008.
5. ГОСТ ИСО/МЭК 17025-2019 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий».
6. Р 50.2.077-2014 «ГСИ. Испытания средств измерений в целях утверждения типа. Проверка защиты программного обеспечения».

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА МНОГОЗОНДОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ МОЩНОСТИ В ВОЛНОВОДНЫХ ТРАКТАХ СВЧ ДИАПАЗОНА

Матвеев А.И.

Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений, Менделеево, Московская обл., Россия, e-mail: mtvv@vniiftri.ru

Аннотация. Многозондовые преобразователи мощности оконечного типа разработаны, для повышения точности передачи мощности электромагнитных колебаний в волноводных трактах. Точность передачи мощности предложено увеличивать путём уменьшения коэффициента отражения входа ваттметров оконечного типа. Изготовлены и экспериментально исследованы макеты волноводных термисторных ваттметров с многозондовыми преобразователями. Показано, что данные ваттметры можно использовать в качестве эталонов сравнения для передачи единицы мощности электромагнитных колебаний.

Ключевые слова: ПЕРЕДАЧА ЕДИНИЦЫ МОЩНОСТИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ КОЛЕБАНИЙ, ВОЛНОВОДНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ, ТЕРМИСТОРНЫЙ СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНЫЙ ЗОНД

Волноводные термисторные ваттметры используются в диапазоне частот от 5,64 до 37,5 ГГц для измерений мощности и отношения мощностей электромагнитных колебаний на выходе генераторов, приемо-передающих устройств, а также при градуировке и настройке СВЧ-трактов. Применение многозондовой системы термисторов позволяет регулировать коэффициент отражения входа преобразователя мощности. Схема преобразователя представлена на рис. 1.

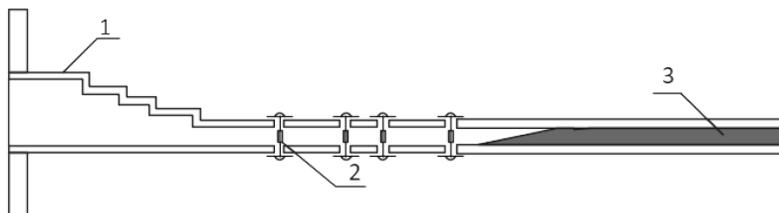


Рисунок 1. Схема многозондового термисторного волноводного преобразователя оконечного типа:

1 – волноводный ступенчатый переход; 2 – термисторный СВЧ-зонд;
3 – поглощающий элемент

Модуль коэффициента отражения входа преобразователя определяется отражениями от всех его элементов – ступенчатого перехода, терморезистора, а также согласующего элемента [1] или короткозамыкателя. Выполнено электродинамическое моделирование ступенчатого перехода волноводного сечения $11 \times 5,5$ мм. По результатам моделирования изготовлен и исследован макет волноводного многозондового термисторного преобразователя мощности оконечного типа [2]. Для минимизации коэффициента отражения входа [3] на всех рабочих частотах волноводных трактов проведена индивидуальная подстройка рабочего сопротивления каждого из четырёх термисторов. В результате измерений установлено, что модуль коэффициента отражения входа макета не превышают 0,06 для рабочих частот волноводного тракта.

При использовании многозондового термисторного преобразователя мощности для измерения СВЧ-мощности в составе волноводного ваттметра необходимо определить калибровочный коэффициент разработанного макета ваттметра оконечного типа. Для определения калибровочного коэффициента применяют эталонный ваттметр проходного типа (эталонный калибратор мощности), к выходу которого присоединяют калибруемый преобразователь [4].

Значение калибровочного коэффициента K_k определяется по формуле

$$K_k = \frac{N_{\text{в0}}}{P_3} \cdot \frac{1}{|1 - \Gamma_3 \Gamma_{\text{в0}}|^2},$$

где $N_{\text{в0}}$, P_3 – показания волноводного термисторного ваттметра оконечного типа и эталонного калибратора мощности соответственно; $\Gamma_{\text{в0}}$, Γ_3 – комплексные коэффициенты отражения входа волноводного термисторного преобразователя оконечного типа и эталонного калибратора мощности соответственно.

Результаты измерений калибровочного коэффициента и доверительные границы погрешности его значений приведены на рис. 2.

Результаты исследований макета волноводного термисторного ваттметра поглощаемой мощности с многозондовой системой термисторов экспериментально подтвердили значительное улучшение его технических характеристик по сравнению с прототипами. Применение многозондовой системы в ваттметрах оконечного типа позволило уменьшить коэффициент отражения входа до 0,01 и, таким образом, уменьшить до 1,2 % доверительные границы относительной погрешности калибровочного коэффициента. Разработанный ваттметр может быть использован для в качестве эталонов сравнения для передачи размера единицы мощности электромагнитных колебаний.

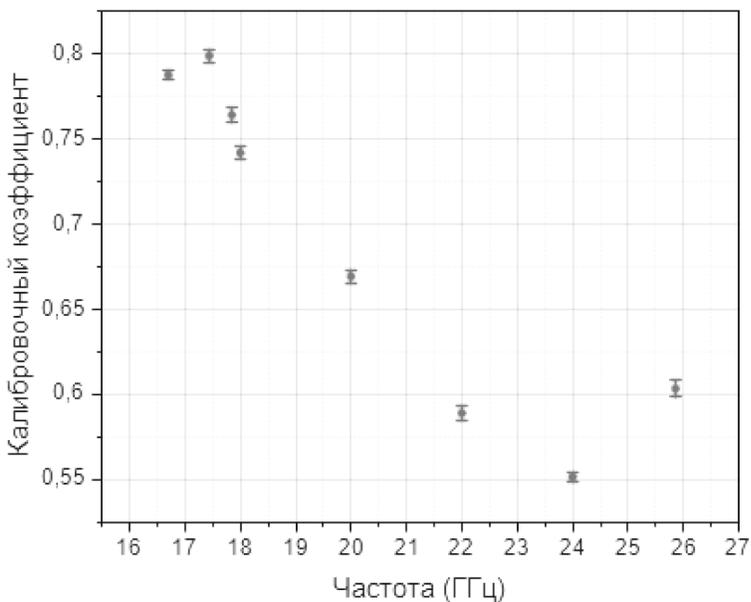


Рисунок 2. Калибровочный коэффициент ваттметра оконечного типа волноводного термисторного для тракта $11 \times 5,5$ мм

ЛИТЕРАТУРА

1. Многозондовый преобразователь мощности оконечного типа: пат. RU 191197 U1 / А. И. Матвеев, В. А. Перепелкин, В. А. Семенов, И. П. Чирков // Изобретения. Полезные модели. 2019. № 22.
2. Матвеев А. И., Перепелкин В. А. Эталоны-переносчики мощности СВЧ в волноводных трактах на основе многозондовых преобразователей // Альманах современной метрологии. 2019. № 2 (18). С. 65–72.
3. Jürg Furrer, Traceable Source Match Calibration of RF & MW Generators, 32st ANAMET Meeting, October 2009, Teddington, UK. URL: http://resource.npl.co.uk/docs/networks/anamet/members_only/meetings/32/20091016_anamet32_furrer.pdf (дата обращения: 14.12.2021).
4. Clagu F., *A Calibration Service for Reference Standards for Microwave Power*, NIST Technical Note 1374, 1995. 109 p., URL: <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/TN/nbstechnicalnote1374.pdf> (дата обращения: 14.12.2021).

ДИСТАНЦИОННАЯ ПОВЕРКА АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ПО ИНТЕРНЕТ-КАНАЛАМ С ПОМОЩЬЮ УНИВЕРСАЛЬНОГО КАЛИБРАТОРА НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Медведева А.В., Коваadlo Ю.Г.

ФБУ «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Ростовской области» (ФБУ «Ростовский ЦСМ»), г. Ростов-на-Дону, Россия, e-mail: emircsm@mail.ru

Аннотация: Актуальность работы обусловлена необходимостью развития и совершенствования процедур поверки автоматизированных измерительных систем. По сравнению с обычной поверкой, дистанционная поверка обеспечивает экономический выигрыш, т. к. нет транспортных и командировочных расходов. Внедрение таких ИИС и способа их поверки сокращает время остановки производства.

Ключевые слова: ДИСТАНЦИОННАЯ ПОВЕРКА, ИНТЕРНЕТ-КАНАЛЫ, ИНФОРМАЦИОННАЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА, КОНТРОЛЛЕР, МЕТРОЛОГИЯ, УНИВЕРСАЛЬНЫЙ КАЛИБРАТОР, БЛОКЧЕЙН

Обеспечение единства измерений всегда являлось ключевым аспектом метрологии. Способы его достижения совершенствуются с каждым годом, на рынок выходит все больше средств измерений с повышенной точностью и автоматизацией процессов.

В современном мире проходит глобальная цифровизация и метрология не остается в стороне. Примерами такой цифровизации являются: портал ФГИС «Аршин», контроллеры, соединение, с которыми осуществляется по средством GSM-связи, различные измерительные преобразователи и мультиметры, которые для поверки подключают к персональному компьютеру (ПК) по каналам связи CAN, RS-232, USB или Ethernet, и применяют программное обеспечение (ПО). Наиболее ярким примером таких СИ являются информационные измерительные системы (ИИС), спрос на поверку которых растет с каждым днем.

Поверка таких систем для их держателей является проблемой, поскольку данная процедура влечет за собой остановку производства на длительное время, и приводит к временным и денежным затратам, приходится оплачивать транспортировку эталонов, что не для всех средств измерений возможно.

Помочь в сокращении времени и стоимости работ может внедрение такого метода как дистанционная поверка (ДП).

Дистанционной поверкой может считаться поверка, при которой поверитель и поверяемое СИ находятся в разных локальных зонах и/или имеют разное географическое положение.

В соответствии с ФЗ №102 «Об обеспечении единства измерений» все СИ утвержденного типа и применяемые в сферах государственного регулирования должны подвергаться обязательной поверке.

Обобщенная структурная схема разработанной системы дистанционной поверки ИИС приведена на рисунке 1.

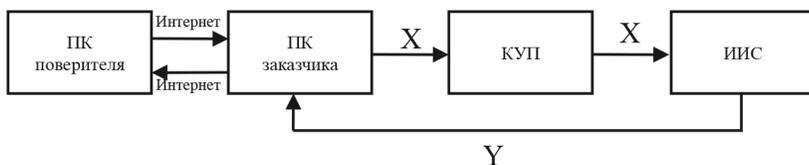


Рисунок 1. Обобщенная структурная схема для дистанционной поверки информационных измерительных систем.

Процедура предполагаемой ДП заключается в доставке заказчику калибратора универсального для поверки измерительных систем (КУП), и подключения его к ИИС обученным персоналом. После удаленного подключения к ПК заказчика, поверитель собирает все необходимые данные и запускает процесс поверки. По окончании поверки формируется протокол.

После обработки данных поверитель делает вывод о пригодности к применению ИИС и передает данные о поверке в ФГИС «Аршин».

Преимуществом данного способа поверки являются:

Минимизация временных и денежных затрат. Нет транспортных и командировочных расходов. Внедрение таких ИИС и способа их поверки сокращает время остановки производства.

Хранение данных. Результаты измерений сохраняются в цифровой базе данных («облачное хранилище»).

Надежность. Любая попытка несанкционированных изменений будет отклонена из-за несоответствия предыдущим копиям. Для легально изменения данных требуется специальный уникальный код, выданный и подтвержденный системой.

Децентрализация. Отсутствует главный сервер хранения данных. Все записи хранятся у каждого участника системы.

Метрологическое регулирование. ПО за 3 месяца до окончания действия результата поверки информирует о необходимости проведения периодической поверки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный закон от 26 июня 2008 г. № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений».
2. Авдеев Б.Я. , Антонюк Е.М., Душин Е.М. и др.; Под ред. Душина Е.М. Основы метрологии и электрические измерения: Учебник для вузов/ – 6-е изд., перераб. и доп.— Л: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1987. – 480 с.
3. РМГ 29-2013. ГСИ. Метрология. Основные термины и определения. – М. : Стандартиформ, 2014. – 55 с.
4. ГОСТ Р 8.596-2002. ГСИ. Метрологическое обеспечение измерительных систем. Основные положения. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002.
5. Данилов, А.А. Метрологическое обеспечение измерительных систем/ Данилов А.А. . –3-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Политехника_Сервис, 2014. – 189 с.
6. Данилов, А. А. Развитие измерительных систем и их метрологического обеспечения /А. А. Данилов // Метрология. – 2016. – № 3. – С. 3–12.
7. ФГИС «АРШИН» <https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry>
8. Что такое Блокчейн (Blockchain)? Технология распределенного реестра простыми словами <https://mining-cryptocurrency.ru/blockchain>

РАЗРАБОТКА РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ИССЛЕДУЕМОЙ СРЕДЫ С БЕСПРОВОДНОЙ ПЕРЕДАЧЕЙ ДАННЫХ

Миргородская А.В., Неклюдова А.А., Зайцев И.В.

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева»

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

e-mail: a.v.mirgorodskaya@vniim.ru

Аннотация: В исследовательской деятельности, в частности при обработке измеренных значений, полученных при проведении экспериментов, одной из ключевых задач является определение точности полученных результатов. Целью данной работы является снижение влияния одного из ключевых источников погрешности измерений кинематической вязкости с применением стеклянных капиллярных вискозиметров – человеческого фактора. Разрабатываемая радиоэлектронная система позволит измерять вязкость исследуемой среды и, при необходимости, передавать данные по радиоканалу. При использовании такой системы будет производиться оценка временного интервала истечения исследуемого образца, который характеризует его вязкость. Таким образом, сократив влияние оператора на измерение временного интервала истечения жидкости до минимума, можно повысить точность таких измерений.

Ключевые слова: МЕТРОЛОГИЯ, ВИСКОЗИМЕТРЫ, ВРЕМЕННОЙ ИНТЕРВАЛ, ДАТЧИК, МИКРОКОНТРОЛЛЕР, ТОЧНОСТЬ, РАДИОИЗМЕРЕНИЯ

Капиллярный метод измерения кинематической вязкости обладает наибольшей точностью по сравнению с другими методами, такими как, ротационный, шариковый, вибрационный. На основе данного метода разработан Государственный первичный эталон единиц динамической и кинематической вязкости жидкости (ГЭТ 17-2018) и рабочий эталон 1-го разряда, предназначенный для хранения и передачи единицы кинематической вязкости жидкости.

К достоинствам капиллярных вискозиметров, основных средств, применяемых в эталонных комплексах, можно отнести простую конструкцию, достоверность, надёжность и точность получаемых результатов, а также возможность проводить измерения в широком диапазоне значений температуры и давления.

Измерение вязкости жидкости на такого рода средствах измерений сводится к определению значения времени истечения определенного объема исследуемого образца через капилляр вискозиметра (1) [1]:

$$v = C \cdot \tau \cdot \left(1 - \frac{e}{\rho}\right) - \frac{B}{\tau} \quad (1)$$

где v – кинематическая вязкость исследуемой среды, мм²/с;

C – постоянная калибровки эталонного вискозиметра, мм²/с²;

τ – время истечения жидкости через капилляр эталонного вискозиметра, с;

e – плотность воздуха, г/см³;

ρ – плотность исследуемой среды, г/см³;

B – постоянная вискозиметра, зависящая от потери жидкостью кинетической энергии, мм².

Отсчет времени истечения начинается с момента пересечения исследуемой жидкостью верхней риски (на рисунке 1 это отметка М1) и останавливается при достижении образцом нижней отметки.

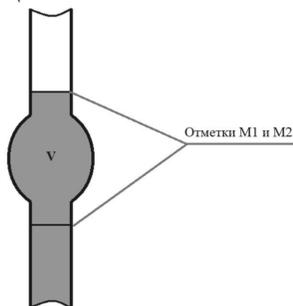


Рисунок 1. Схема расположения отметок на капиллярном вискозиметре

Полученный таким способом временной интервал подставляется в формулу (1) и производится расчет вязкости.

Но данный метод обладает рядом недостатков: трудоёмкость, большая длительность экспериментов.

Кроме того, капиллярный метод отличается от остальных тем, что все этапы исследования образца осуществляются оператором. Наличие человека на этапах определения моментов пересечения исследуемой средой риска и запуска/остановки секундомера-таймера – это причина большого вклада неопределенности при вычислении значения вязкости. Если измерения выполняет лаборант, имеющий значительный стаж работы с таким методом, то время реакции может составлять 0,2 с, но если наблюдение ведет

начинающий оператор, то его время реакции может возрасти приблизительно до 0,35 с [2]. Разработка радиоэлектронной системы определения метрологических свойств исследуемой среды в рамках данной работы способна уменьшить ошибку измерения времени и повысить точность определения значения вязкости исследуемого образца. Также разрабатываемая система будет актуальна при работе с токсичными материалами, опасными для организма человека, и при повышенных требованиях к условиям проведения испытаний (термостатирование), т.к. позволит производить наблюдение, обработку и сохранение результатов измерений дистанционно.

Таким образом, разработка радиоэлектронной системы определения метрологических свойств исследуемой среды с возможностью последующей передачи данных по радиоканалу позволит снизить влияние одного из ключевых источников погрешности измерений кинематической вязкости с применением стеклянных капиллярных вискозиметров – человеческого фактора.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Цурко. А.А. Государственный первичный эталон единицы вязкости жидкостей. / Демьянов А.А., Цурко А.А. // Материалы 27 симпозиума по реологии, Реологическое общество им. Г.В. Виноградова, ФГБУН Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева РАН, МГУ им. М. В. Ломоносова. Тверь, 2014. – с. 72-73.
2. Зайцев А.В. Время реакции в теоретических и прикладных исследованиях / Зайцев А.В., Лупандин В.И., Сурнина О.Е. // Психологический вестник Уральского государственного университета. Вып. 3. – Екатеринбург: Банк культурной информации, 2002. – с. 3-20.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ДЕЛ В ОБЛАСТИ СТАНДАРТНЫХ ОБРАЗЦОВ УДЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОВОДИМОСТИ

Мкртычян Н.Б., Беднова М.В.

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева» (ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»), г. Санкт-Петербург, Россия,
e-mail: mnb.vniim@gmail.com, m.v.bednova@vniim.ru

Аннотация: описано современное состояние обеспеченности стандартными образцами удельной электрической проводимости жидкостей отечественной промышленности. Приведены предложения разработки и выпуска новых стандартных образцов, основанные на результатах проведенных в 2019-2020 гг. ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» пилотных сличений.

Ключевые слова: КОНДУКТОМЕТРИЯ, УДЕЛЬНАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРОВОДИМОСТЬ ЖИДКОСТЕЙ, СТАНДАРТНЫЕ ОБРАЗЦЫ УДЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОВОДИМОСТИ, РАБОЧИЕ ЭТАЛОНЫ.

Установление требований к допускаемому значению удельной электрической проводимости жидкостей (воды, углеводородных топлив, щелочных сред и др.) является актуальным и необходимым в различных областях применения таких как: экология, фармакология, наука, промышленность, техносферная безопасность и т.д.

В связи с чем возникает увеличение востребованности, и следовательно, роста присутствия на рынке парка различных средств измерений, имеющих кондуктометрический принцип действия. Это вид аналитической аппаратуры имеет широкий диапазон метрологических характеристик, которые должны быть прослеживаемы к Государственному первичному эталону единицы удельной электрической проводимости жидкостей ГЭТ 132-2018.

В настоящее время, согласно поверочной схеме средств измерений удельной электрической проводимости жидкостей, утвержденной приказом Росстандарта № 2771 от 28.12.2018 г., обеспечение измерений удельной электрической проводимости жидкостей осуществляется в диапазоне значений УЭП от $1 \cdot 10^{-3}$ до 50 См/м. Но, согласно информации, представленной в Федеральном информационном фонде в части стандартных образцов в области кондуктометрии (метрологические характеристики стандартных образцов приведены в Таблице 1), их метрологические характеристики перекрывают только половину воспроизводимого ГЭТ 132-2018 диапазона измерений УЭП.

Таблица 1. Метрологические характеристики ГСО 7374-97÷7378-97

№	Номер ГСО	Интервал допускаемых аттестованных значений УЭП при $t=25$ °С, См/м	Границы допускаемого значения относительной погрешности, %
	7374-97	от 0,0045 до 0,0049	$\pm 0,25$
	7375-97	от 0,028 до 0,030	$\pm 0,25$
	7376-97	от 0,134 до 0,148	$\pm 0,25$
	7377-97	от 1,23 до 1,35	$\pm 0,25$
	7378-97	от 10,6 до 11,8	$\pm 0,25$

Таким образом, актуальность задачи по расширению номенклатуры стандартных образцов удельной электрической проводимости жидкостей, сомнений не вызывает.

Разработка новых стандартных образцов в области кондуктометрии не проводилась уже с 2018 года.

Имеющиеся в настоящее время отечественные стандартные образцы имеют ряд как эргономических, так и метрологических несовершенств, например, объем тары для материала образца, предложенные способы откупоривания тары образца, отсутствие сведений о прослеживаемости аттестуемой характеристики к соответствующему государственному первичному эталону.

Разработка и выпуск стандартных образцов 1-го и 2-го разряда, метрологические характеристик которых, соответствуют неохваченному ранее диапазону воспроизведения единицы УЭП жидкостей, дал бы возможность хранить и воспроизводить значение УЭП на уровне рабочего эталона 1-го и 2-го разряда без необходимости покупки соответствующей измерительной аппаратуры.

С целью расширения номенклатуры стандартных образцов удельной электрической проводимости ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» в 2019-2020 годах провел пилотные сличения по определению удельной электрической проводимости растворов хлористого калия на уровне значений УЭП 25 См/м и $1 \cdot 10^{-3}$ См/м, СООМЕТ 775/RU/19 и утвердил техническое задание ТЗ № 1-2020 по теме «Стандартный образец удельной электрической проводимости жидкостей УЭП-2-ВНИИМ».

По результатам сличений, которые оказались информативными, но неоднозначными, из-за ряда причин, включающих коронавирусную пандемию, внесшую существенную коррективу в расписание работ, были сделаны выводы о несовершенстве использованной методики приготовления стандартных образцов. ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» запланировано проведение повторных пилотных сличений с использованием растворов,

приготовленных в соответствии с обновленной методикой, имеющих более высокую стабильность и точность передачи единицы измерений УЭП.

ЛИТЕРАТУРА

1. Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 декабря 2018 г. № 2771 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений удельной электрической проводимости жидкостей»
2. ГОСТ ISO Guide 34-2014 Межгосударственный стандарт. Общие требования к компетентности изготовителей стандартных образцов.
3. Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений <https://fgis.gost.ru/fundmetrology>

ЦИФРОВИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА В ОБЛАСТИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПЕРЕПОДГОТОВКИ И ОБУЧЕНИЯ РАБОТНИКОВ

Мусабилова Л.А.

Всероссийский научно-исследовательский институт расходомерии – филиал
Федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-
исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева»
(ВНИИР – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»), г. Казань, Россия
e-mail: musabirova.la@mail.ru

Аннотация: В настоящее время возрастает актуальность внедрения цифровых технологий в систему менеджмента качества организаций [1]. В тезисе рассмотрены перспективы применения цифровых технологий в системе менеджмента качества юридического лица или индивидуального предпринимателя, выполняющего работы по обеспечению единства измерений в области профессиональной переподготовки и обучения работников.

Ключевые слова: ЦИФРОВИЗАЦИЯ, СИСТЕМА МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА, ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПЕРЕПОДГОТОВКА, ОБУЧЕНИЕ

Для юридических лиц или индивидуальных предпринимателей, аккредитованных в национальной системе аккредитации [2], выполняющих работы и (или) оказывающих услуги по обеспечению единства измерений работники являются ключевым ресурсом, от которых зависит конкурентоспособность и эффективность деятельности аккредитованных лиц.

Пунктом 46.5 приказа Министерства экономического развития РФ от 26 октября 2020 г. № 707 [3] установлены требования, включающие необходимость разработки процедуры выявления потребности в дополнительной профессиональной подготовке и обучении работников, систематизированное ведение сведений о работниках, в пункте 6.2.5 ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 [4] указано требование о необходимости наличия процедур и ведения записей по подготовке персонала.

В случае разработки системы менеджмента качества, соответствующей требованиям ГОСТ Р ИСО 9001-2015 [5], также необходимо соблюдение пункта 7.2 в части компетентности лиц(а), выполняющих(его) работу под управлением организации.

Современные цифровые технологии предоставляют различные инструменты и новые возможности для разработки и внедрения системы менеджмента качества и ее процессов с учетом вышеуказанных требований.

При постоянном увеличении объемов отчетности, включая сведения об изменениях состава работников аккредитованных лиц и о компетентности этих работников [6], направляемых в Федеральную службу по аккредитации, применение цифровых технологий позволит сократить трудозатраты и обеспечить своевременное ведение и передачу необходимых сведений о работниках.

Требования в области профессиональной переподготовки и обучения работников (далее – обучение работников) аккредитованных лиц могут быть реализованы посредством внедрения в систему менеджмента качества документированных процедур, предусматривающих использование специализированных программ [7]. Схема этапов организации обучения работников представлена на рисунке 1.



Рисунок 1. Схема этапов организации обучения работников

Цифровые технологии позволяют своевременно определить потребность в обучении работников на основе внесенных данных, оповестить о завершении срока действия документа о прохождении обучения, автоматизировать составление план-графика обучения работников, уведомить работника, ответственного за организацию обучения, о приближении сроков формирования заявок и подготовки документов для направления работников на обучение, а также информировать работников о начале обучения. По результатам прохождения обучения все необходимые сведения вносятся в специализированную программу, которая позволяет контролировать выполнение план-графика обучения работников и формировать отчеты для проведения анализа результативности процесса обучения работников.

Таким образом, цифровизация системы менеджмента качества в области обучения работников позволяет сократить сроки оформления документов, исключить потерю данных, повысить исполнительскую дисциплину,

снизить загруженность работников, минимизировать риски [8], связанные с человеческим фактором, наличием опечаток в документах и нарушением установленных сроков.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ Р ИСО 9000-2015 Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь. М.: Стандартинформ, 2015. 47 с.
2. Федеральный закон от 28 декабря 2013 г. № 412-ФЗ Об аккредитации в национальной системе аккредитации / Официальный интернет-ресурс Федеральной службы по аккредитации URL: <https://fsa.gov.ru/documents/5328/>
3. Приказ Министерства экономического развития РФ от 26 октября 2020 г. № 707 Об утверждении критериев аккредитации и перечня документов, подтверждающих соответствие заявителя, аккредитованного лица критериям аккредитации / Официальный интернет-ресурс Федеральной службы по аккредитации URL: <https://fsa.gov.ru/documents/11845/>
4. ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий. М.: Стандартинформ, 2019. 32 с.
5. ГОСТ Р ИСО 9001-2015 Системы менеджмента качества. Требования. М.: Стандартинформ, 2015. 32 с.
6. Приказ Министерства экономического развития Российской Федерации от 24 октября 2020 г. № 704 «Об утверждении положения о составе сведений о результатах деятельности аккредитованных лиц, об изменениях состава их работников и о компетентности этих работников, об изменениях технической оснащенности, представляемых аккредитованными лицами в Федеральную службу по аккредитации, порядке и сроках представления аккредитованными лицами таких сведений в Федеральную службу по аккредитации» / Официальный интернет-ресурс Федеральной службы по аккредитации URL: <https://fsa.gov.ru/documents/11873>
7. Токарева Ю.А., Акулова Д.А., Иволина Е.О. Внедрение цифровых технологий в управление системой обучения персонала // Цифровая трансформация общества, экономики, менеджмента и образования: сб. труд. II Междунар. науч. конф., Екатеринбург, 5-6 декабря 2019 г. 2019. С. 125–132.
8. ГОСТ Р ИСО 31000-2019 Менеджмент риска. Принципы и руководство. М.: Стандартинформ, 2020. 14 с. УДК 681.5.08

РАЗРАБОТКА ТОПОЛОГИИ ПРЕЦИЗИОННОГО МИКРОПОЛОСКОВОГО ДЕЛИТЕЛЯ МОЩНОСТИ СВЧ В ДИАПАЗОНЕ ЧАСТОТ ОТ 0 ДО 6 ГГц

Набатчиков И.А.

Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений, г. п. Менделеево, Россия, e-mail: nbnv@vniiftri.ru

Аннотация: В работе рассмотрены принципиальные схемы и материалы, применяемые при разработке и производстве микрополосковых делителей мощности СВЧ. Разработана модель топологии делителя мощности СВЧ со значением модуля комплексного эффективного коэффициента отражения выхода в заданном диапазоне частот, не превышающем 0,03.

Качество ваттметра проходного типа определяется его техническими и метрологическими характеристиками, в том числе коэффициентом передачи единицы мощности СВЧ α . Уравнение измерения коэффициента передачи единицы мощности СВЧ ваттметра проходного типа методом непосредственного сличения [1] имеет вид:

$$\alpha = \frac{P_{ВО}}{N_{ВП}} \cdot (1 - 2 \cdot |\Gamma_{Э}| \cdot |\Gamma_{ВО}| \cdot \cos(\varphi_{Э} + \varphi_{ВО})), \quad (1)$$

где $P_{ВО}$ – ваттметр оконечного типа; $N_{ВП}$ – проходного типа; $P_{ВО}$ – мощность, измеренная эталонным ваттметром; $N_{ВП}$ – показания ваттметра; $|\Gamma_{Э}|$ – модуль комплексного эффективного коэффициента отражения выхода; $|\Gamma_{ВО}|$ – модуль комплексного коэффициента отражения выхода; $\varphi_{Э}$ – фаза комплексного эффективного коэффициента отражения выхода; $\varphi_{ВО}$ – фаза комплексного коэффициента отражения выхода.

Состав ваттметра проходного типа состоит из ваттметр оконечного типа и делитель мощности СВЧ. Модуль комплексного эффективного коэффициента отражения выхода $|\Gamma_{Э}|$ определяется S-параметрами матрицы рассеяния делителя мощности СВЧ. В настоящее время при производстве микрополосковых делителей мощности СВЧ $|\Gamma_{Э}|$ не контролируется. Контроль $|\Gamma_{Э}|$ целесообразно осуществлять с помощью векторного анализатора

цепей (ВАЦ) [2]. Метод с применением ВАЦ представляет собой измерение S-параметров матрицы рассеяния. После чего значение $|\Gamma_{\text{э}}|$ рассчитывается по формулам:

$$\dot{\Gamma}_{\text{э}} = \dot{S}_{22} - \frac{\dot{S}_{32} \cdot \dot{S}_{21}}{\dot{S}_{31}} \quad (2)$$

где \dot{S}_{XX} – комплексные коэффициенты матрицы рассеяния делителя.

Следовательно, для уменьшения погрешности из-за рассогласования при разработке и производстве делителя мощности СВЧ необходимо контролировать его S-параметры. Минимизация $|\Gamma_{\text{э}}|$ достигается путем попарного равенства S-параметров $\dot{S}_{22} = \dot{S}_{32}$ и $\dot{S}_{31} = \dot{S}_{21}$. В этом случае принципиальная схема делителя мощности СВЧ подразумевает равное деление мощности и развязку не менее -12 dB между выходным и опорным каналами делителя. Таким образом при разработке прецизионного делителя мощности СВЧ целесообразно использовать двухрезистивную схему представленную на рис. 1в, так как схемы «Треугольник» (рис. 1а) и «Звезда» (рис. 1б), обеспечивая равное деление мощности СВЧ, не обеспечивают необходимую развязку между выходным и опорным каналами делителя.

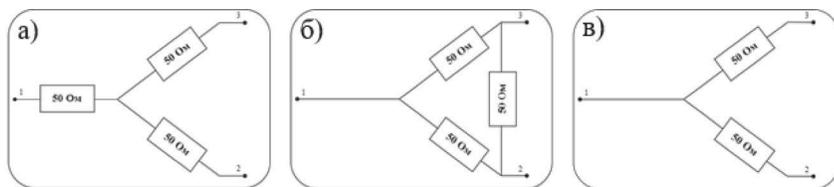


Рисунок 1. Принципиальные схемы делителя мощности СВЧ.

Электродинамическим моделированием подтверждено теоретическое утверждение равенства коэффициентов передачи \dot{S}_{21} и \dot{S}_{31} у делителей с одинаковыми выходным и опорным каналами. Таким образом для минимизации $|\Gamma_{\text{э}}|$ необходимо добиться равенства \dot{S}_{22} и \dot{S}_{32} . Разработанная структура топологии представлена на рис. 2. Частотная зависимость модуля комплексного эффективного коэффициента отражения выхода представлена на рис. 3.

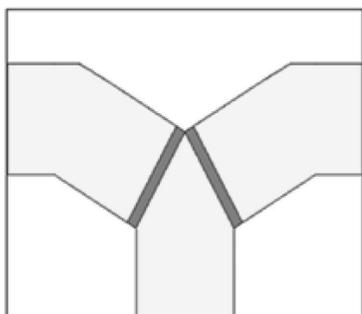


Рисунок 2. Разработанная топология прецизионного микрополоскового делителя мощности СВЧ

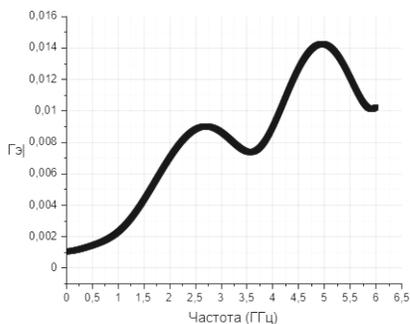


Рисунок 3.

Частотная зависимость $|\Gamma_{\text{Э}}|$

Применение разработанной топологии прецизионного микрополоскового делителя мощности СВЧ со значением модуля комплексного эффективного коэффициента отражения выхода $|\Gamma_{\text{Э}}|$ менее 0,03 в диапазоне частот от 0 до 6 ГГц позволит уменьшить погрешность измерения мощности СВЧ из-за рассогласования. Результаты работы могут быть применены при разработке отечественного делителя мощности СВЧ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чирков И.П. . Разработка методов и средств воспроизведения и передачи единицы мощности электромагнитных колебаний в коаксиальных трактах в диапазоне от 0,03 до 67 ГГц. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук.
2. Матвеев А.И.. Обоснование выбора метода измерений модуля эффективного коэффициента отражения выхода волноводных ваттметров проходного типа при их разработке и производстве. Метрология в XXI веке. Доклады VI научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и специалистов. Менделеево 2 марта 2016 г. стр. 80-83.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ЭМПИРИЧЕСКОГО ПОДХОДА К ОЦЕНИВАНИЮ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ, СВЯЗАННОЙ С ОТБОРОМ ПРОБ

Невзорова В.П., Соловьев В.О.

Акционерное общество «Центр судоремонта «Звездочка» (АО «ЦС «Звездочка»),
Отдел ядерной и радиационной безопасности, г. Северодвинск, Россия,
e-mail: olukov@star.ru

Аннотация: Статья посвящена описанию метода экспериментального оценивания составляющих неопределенности результата измерений, вызванных пробоотбором. Данный метод применяется для расчета вклада в неопределенность при отборе образцов, проводимого по методике пробоотбора, разработанной в головной организации АО «ЦС «Звездочка», г. Северодвинск.

Ключевые слова: НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ ИЗМЕРЕНИЙ; ОТБОР ПРОБ; «МЕТОД УДВОЕНИЯ»; ОЦЕНИВАНИЕ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ПРОБООТБОРА

Производственный радиационный контроль за радиоактивным загрязнением окружающей среды осуществляется (среди прочего) путем отбора образцов (проб) с последующими спектрометрическими, радиометрическими измерениями и радиохимическим анализом. В соответствии с требованиями, установленными Законодательством РФ к аккредитованным испытательным лабораториям [1-2], необходимо проводить оценивание неопределенности измерений, включая определение вклада, связанного с отбором образцов. Занижение неопределенности измерений в случае, когда не учтен процесс пробоотбора, может повлечь за собой принятие ошибочного решения при анализе результатов измерений. Для выполнения задачи оценки неопределенности пробоотбора в АО «ЦС «Звездочка» были проведены работы по экспериментальному оцениванию данных составляющих неопределенности результата измерений.

В проведенной работе был применен эмпирический подход к оцениванию неопределенности, связанной с отбором проб: использован «метод удвоения» [3], расчет оценки дисперсий проводился по методу ANOVA (детальное описание приведено в [4], приложение В.1). В качестве образца аналитического контроля использовалась морская вода, отобранная на берегу Двинского залива Белого моря, в устье реки Северная Двина. Средства пробоотбора: пробоотборная система, банки полиэтиленовые с крышками. Средство измерений: альфа-бета-радиометр LB-770.

Радиометрические измерения были проведены с использованием «Методики выполнения измерений суммарной объемной (удельной) активности бета-излучающих радионуклидов в питьевой воде, воде водопроводчика, природных и технических водах на альфа-бета-радиометре LB-770».

В связи с тем, что на время проведения экспериментальных работ были доступны только два объекта, все восемь двойных проб были отобраны только из них, поэтому полученная оценка неопределенности применима только к данным объектам. Полученные результаты измерений представлены в таблице 1.

Таблица 1. Полученные экспериментальные данные для оценивания неопределенности пробоотбора.

Номер объекта пробоотбора	Номер пробы	Результат измерения, Бк/дм ³	
		1	2
1	1	4,8	4,7
	2	4,6	4,5
2	1	5,5	5,4
	2	5,2	5,1
3	1	5,1	5,2
	2	5,0	5,1
4	1	5,4	5,3
	2	5,3	5,2
5	1	5,9	5,8
	2	6,0	5,9
6	1	5,3	5,2
	2	5,1	5,0
7	1	5,5	5,4
	2	5,6	5,5
8	1	5,2	5,1
	2	5,1	5,1

В результате проведенных работ был разработан программный расчет неопределенности пробоотбора (с использованием программного продукта Microsoft Excel). Проведенный эксперимент показал, что качественные и количественные характеристики полученных образцов (проб), применяемое вспомогательное оборудование, установленные методикой отбора проб, обеспечивают требуемую представительность результатов радиометрических измерений. Расширенная относительная неопределенность с учетом неопределенности, вносимой отбором проб равна: $U=21\%$ (коэффициент охвата приняли равным 2 при уровне доверия $p = 95\%$) [5].

Примеры объектов аналитического контроля, характеристики которых также исследует (измеряет) отдел ядерной и радиационной безопасности АО «ЦС «Звездочка», это объекты окружающей среды зоны наблюдения и санитарно-защитной зоны головной организации АО «ЦС «Звездочка»: атмосферный воздух; атмосферные выпадения (осадки); морская вода; донные отложения; грунтовые воды; почва, гидробионты (рыба и рыбопродукты) и др. В дальнейшем планируется провести работы по экспериментальному оцениванию составляющих неопределенности пробоотбора для всех используемых объектов аналитического контроля.

ЛИТЕРАТУРА

1. РД.5ИМЯН.106-2005. Руководство по обеспечению радиационной безопасности на объектах судостроительной промышленности.
2. ГОСТ 8.638-2013. Межгосударственный стандарт. Государственная система обеспечения единства измерений. Метрологическое обеспечение радиационного контроля. Основные положения.
3. «Руководство по методам и подходам Eurachem/CITAC. Неопределенность измерения, связанная с отбором проб».
4. ГОСТ Р ИСО 5725-3-2002. Государственный стандарт Российской Федерации. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 3. Промежуточные показатели прецизионности стандартного метода измерений.
5. ГОСТ 34100.3-2017/ISO/IEC Guide 98-3:2008 «Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения».

МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ ДЕФОРМАЦИИ В ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ»

Нечаев Л.В.

Федеральное государственное унитарное предприятие «Российский Федеральный Ядерный Центр – Всероссийский научно-исследовательский институт технической физики имени академика Е. И. Забабахина» (ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ»),
г. Снежинск, Россия, <http://orcid.org/0000-0003-0752-5312>,
e-mail: leonid.nechayev@gmail.com

Аннотация: Рассматривается опыт федерального ядерного центра по созданию и аттестации в качестве эталона установки воспроизведения механической деформации. Приводится описание основных принципов функционирования, этапов создания и аттестации установки, а также примеры выполненных работ на аттестованной установке.

Ключевые слова: ДЕФОРМАЦИЯ, ТЕНЗОРЕЗИСТОР, УСТАНОВКА ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ ДЕФОРМАЦИИ, ТЕНЗОМЕТРИЯ, ЭТАЛОН МЕХАНИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ

Тензометрические методы в настоящее время широко применяются во всех отраслях промышленности, в том числе и в направлениях деятельности РФЯЦ-ВНИИТФ (далее – института). Одним из самых востребованных методов, используемых при проведении измерений деформации – электрический: измерение деформации с помощью тензорезисторов. Широкое его применение связано с удобством размещения чувствительных элементов на объекте, доступностью средств регистрации выходного сигнала тензорезисторов, развитием программного и аппаратного обеспечения для обработки результатов.

Как и любые средства измерений, тензорезисторы, перед применением требуют метрологического обслуживания. В качестве поверочной схемы на настоящее время используется ГОСТ 8.543-86, несмотря на имеющиеся проблемы с установками 1 разряда и установкой высшей точности.

Проблема определения метрологических характеристик при поверке, калибровке или исследованиях партий тензорезисторов была решена путём изготовления в институте установки воспроизведения деформации (Рисунок 1) и аттестации её в качестве эталона единицы деформации 2 разряда.

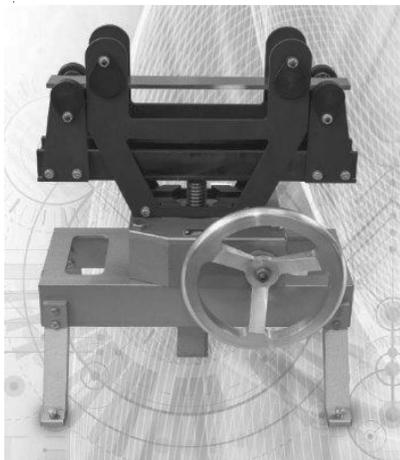


Рисунок 1. Установка воспроизведения деформации

Основным элементом установки, используемым для размещения исследуемой выборки тензорезисторов, является балка постоянного сечения. Рабочая область имеет размеры 200x30 мм, размещение – по двум сторонам балки. Диапазон задания деформации – от минус 3000 млн⁻¹ до 3000 млн⁻¹, показатели точности соответствуют требованиям к эталону 2 разряда согласно ГОСТ 8.543-86. В состав установки входит персональный компьютер (далее – ПК) с измерительной системой, позволяющей в реальном времени контролировать задаваемую деформацию.

Задание необходимой деформации осуществляется вращением привода установки, который производит изгиб балки. Заданная деформация определяется по формуле (1) и отображается на экране ПК.

$$\varepsilon(f, L, h, h) = \frac{4f(h+h)}{L^2 + 4fh + 4f^2} \quad (1)$$

где ε – заданная деформация;

f – величина прогиба балки, измеренная датчиком перемещения, м;

h – толщина балки, м;

Δh – толщина слоя клея и подложки тензорезистора, м;

L – база измерителя прогиба, м;

Одновременно с расчётом деформации, на ПК есть возможность регистрировать выходные сигналы испытываемой выборки тензорезисторов через подключенные аналого-цифровые преобразователи или тензометрическую систему.

Установка воспроизведения деформации используется как для исследования характеристик тензорезисторов, используемых для внутренних целей ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ», так и для поверки, калибровки, испытаний и исследований тензорезисторов в рамках коммерческих договоров института.

В 2020 году ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ» принял участие в межлабораторных сличительных испытаниях по определению характеристик тензорезисторов, проводимых ФГУП «УНИИМ», успешно подтвердив качество проводимых на изготовленной установке измерений.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 8.543-86. Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Государственная поверочная схема для средств измерений деформации.
2. Приказ Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом» от 15 ноября 2013 г. № 1/12-НПА «Об утверждении Положения о порядке аттестации эталонов единиц величин в области использования атомной энергии» // Материал подготовлен и опубликован в общероссийской сети распространения правовой информации «Консультант Плюс».
3. Пат. 2019789 Российская Федерация. МПК G 01B 7/16. Стенд для воспроизведения деформации при градуировке тензорезисторов / Бродягин С. В.; заявитель и правообладатель Всероссийский научно-исследовательский институт технической физики Российского федерального ядерного центра. Заявл. 03.06.1991; опубл. 15.09.1994.
4. А.с. 1647312 СССР, МПК G 01L 25/00. Устройство для градуировки тензорезисторов / Батурина В. П., Никольский Л. А., Патокин Е. В., Удовенко И. И. (СССР). Заявл. 30.03.1989; опубл. 07.05.1991.
5. Патокин Е. В., Сладковский А. В., Соболев М. Д. Установка для воспроизведения упруго-пластических деформаций. – Измерительная техника, 1991, №3, с. 20.
6. Пучкин Б. И. Приклеиваемые датчики сопротивления. – М. – Л.: Энергия, 1966, 88 с.
7. Феодосьев В. И. Сопротивление материалов. Москва, издательство МГТУ им. Баумана, 1999. 590 с.
8. План проведения межлабораторных сличительных испытаний провайдера УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» на 2020 год. – Режим доступа: <https://uniim.ru/planmsi2020/>

ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ЖИДКОСТЕЙ ДЛЯ ГРАДУИРОВКИ ЛАБОРАТОРНОГО ПЛОТНОМЕРА

Нигматуллин С.Г., Сладовский И.А., Сладовский А.Г.

Всероссийский научно-исследовательский институт расходомерии – филиал Федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева» (ВНИИР – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»), г. Казань, <https://orcid.org/0000-0003-1848-2821>, e-mail: nigmat.salim@gmail.com

Аннотация: Представлены результаты исследований различных жидкостей, применяемых при градуировке автоматического лабораторного плотномера DMA5000M фирмы Anton Paar (Австрия) с внешней измерительной ячейкой.

Ключевые слова: ПЛОТНОСТЬ, ПЛОТНОМЕР, ПОВЕРКА, ГРАДУИРОВКА, ИССЛЕДОВАНИЕ

Для получения достоверной информации о физико-химических показателях, транспортируемых по магистральным трубопроводам нефти и нефтепродуктов, используются поточные преобразователи плотности (поточные плотномеры).

При проведении испытаний с целью утверждения типа поточных плотномеров, устанавливаются межповерочные интервалы, которые позволяют проконтролировать стабильность метрологических характеристик в процессе эксплуатации путём проведения периодической поверки [1]. Поверка данных средств измерения в условиях лаборатории проводится с применением установок поверочных, в состав которых входят автоматические лабораторные плотномеры, позволяющие проводить измерения плотности с высокой точностью в широком диапазоне температур и давлений. Кроме того, при поверке используются жидкости, имитирующие рабочую среду поверяемых поточных плотномеров. Для обеспечения корректной работы применяемых автоматических лабораторных плотномеров требуется их градуировка.

В работе показаны результаты исследований трех жидкостей в целях градуировки автоматического лабораторного плотномера DMA5000M фирмы Anton Paar (Австрия) с внешней измерительной ячейкой [2,3].

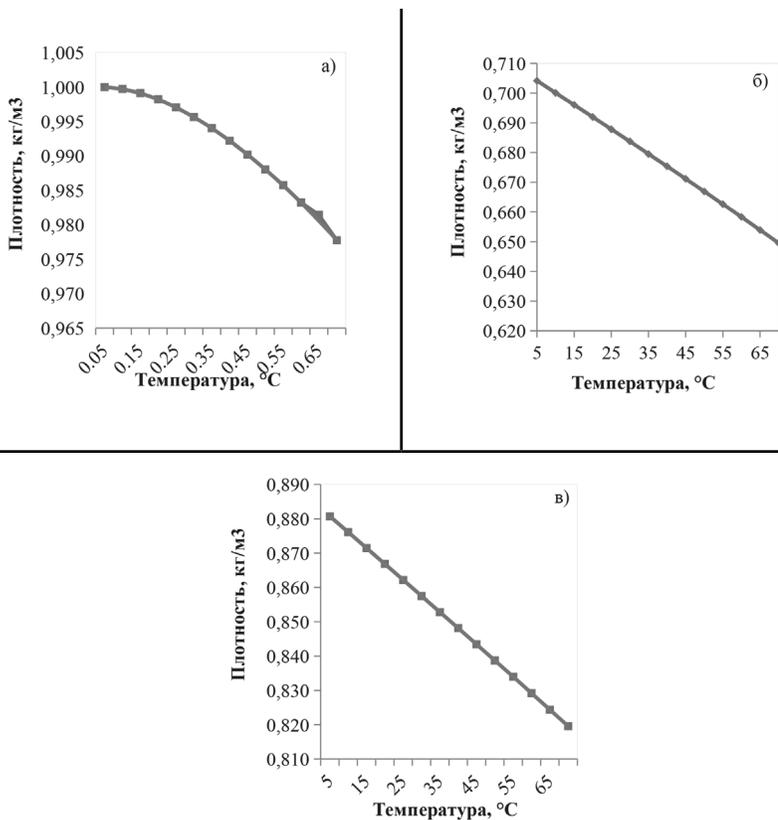
Градуировка проводилась в диапазоне температур от +5 до +70 °С при давлении $P = 0,1$ МПа с использованием:

- дистиллированной воды;
- изооктана;
- толуола.

Данные жидкости обеспечивают рабочий диапазон поверяемых поточных плотномеров в соответствии с их методиками поверки.

В качестве истинного значения принимались стандартные справочные данные, приведённые в [4], [5], [6].

Результаты градуировки показаны на рисунке 1 для каждой поверочной жидкости.



■ экспериментальные данные — стандартные данные

а) дистиллированная вода; б) изооктан; в) толуол

Рисунок 1. Зависимость изменения плотности от изменения температуры.

Сравнительный анализ данных, полученных после градуировки и обработки результатов [7,8] показал, что зависимость плотности поверочных жидкостей крайне мало отличается от стандартных данных. Это дает право судить о правильности проведенной градуировки, и возможности использования данных зависимостей при проведении поверки поточных преобразователей плотности.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 1 ноября 2019 №2603: Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений плотности.
2. Анализаторы плотности жидкостей серии DMA. Описание типа средства измерений № 39787-08.
3. Анализатор плотности жидкостей DMA5000M фирмы Anton PAAR GmbH, Австрия. Руководство по эксплуатации.
4. IAPWS R7-97 «Revised Release on the IAPWS Industrial Formulation 1997 for the Thermodynamic Properties of Water and Steam», ,
5. NIST Special Publication 260-186 Certification Report for SRM 2214: «Density of Iso-octane for Extended Ranges of Temperature and Pressure»
6. Mark O. McLinden, Jolene Splett «A Liquid Density Standard Over Wide Ranges of Temperature and Pressure Based on Toluene» // Journal of Research (NIST JRES), February 1, 2008, T. 113, C. 29-67.
7. РМГ 115-2019 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Калибровка средств измерений. Алгоритмы обработки результатов измерений и оценивания неопределенности
8. РМГ 29-2013 ГСИ. Метрология. Основные термины и определения

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ ПРЕЦИЗИОННЫХ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ МАССЫ

Нуржанов А.С.

Федеральное бюджетное учреждение «Государственный региональный Центр стандартизации, метрологии и испытаний в г. Москве и Московской области»

(ФБУ «Ростест-Москва»), г. Москва, Россия,

ORCID 0000-0001-9977-4441, e-mail: 9718801n@mai.ru

Аннотация: В статье рассматривается текущая ситуация на рынке России прецизионных средств измерений массы. Автор анализирует состояние отечественного производства гирь, весов, компараторов массы. В статье показаны возможные пути решения проблемы с импортозамещением СИ массы.

Ключевые слова: ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ, ПРЕЦИЗИОННЫЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МАССЫ, ГИРИ, ВЕСЫ, КОМПАРАТОРЫ МАССЫ

Прецизионные средства измерений массы – средства измерений массы (далее – СИ массы) с высокой точностью или созданный с соблюдением высокой точности параметров. В связи с политической и экономической ситуацией в мире, большинство импортных СИ массы попали полностью или частично под санкции, поэтому проанализировать ситуации на рынке прецизионных СИ массы необходимо.

Несмотря на то, что программа импортозамещения в России реализуется с 2014 года, на сегодняшний момент она не реализована в части прецизионных СИ массы. Для того что бы конкретней проанализировать ситуацию на рынке СИ массы, рассмотрим состояние следующих групп СИ массы: гири, весы, компараторы массы.

Основными поставщиками импортных гирь, являются такие производители как Mettler Toledo и Sartorius. Продукция этих производителей ограничена в поставки в РФ. В последнее время появляются гири китайских производителей, к примеру: Changzhou Fuyue Weight Co. LTD, утверждено описание типа в 2021 году. Нарушение логистических поставок и санкции на заполняемость рынка гирями не существенно повлияло, в РФ есть отечественные производители ООО «Промконструкция», ООО «СТАНДАРТ». Ситуация с поставками материалов для производства гирь осложнилась, так как основными поставщиками стали, являются Италия, Германия, Испания и Китай. В тоже время в РФ есть свои производители стали, к примеру, АО «Металлургический завод «Электросталь».

Ситуация в России с весами несколько хуже, чем с гирями, так как основные экспортеры СИ массы Mettler Toledo, Sartorius, AND, Vibra, CAS имеют эмбарго на поставки в РФ. Возможность приобретения весов это продукция со складов на территории РФ. Что касается наших производителей ООО «ПетВес», ООО «ОКБ Веста» и другие, то большинство ими производимых весов имеют импортные комплектующие, это дисплеи, микроэлектроника, взвешивающее ячейки и так далее.

Самая сложная ситуация в РФ с компараторами массы, которые требуется при поверке, производстве и испытаниях гирь классов точности E1, E2. В мире всего две компании производят компараторы массы Mettler Toledo и Sartorius. В РФ есть производители, которые могут производить компараторы массы – это ООО «ОКБ Веста» и Корпорация «АСИ», но при производстве используются импортные комплектующие, полноценной замены импортных компараторов массы не имеется.

Возможность параллельного импорта СИ массы через 3–4 страны имеется, но есть определенные трудности. Применение многих СИ массы могут быть отслежено, и такой способ получения СИ массы может быть закрыт. Это, не говоря о том, что такая поставка имеет повешенные как сроки поставки и цены. 2

Проблема импортозамещения СИ массы стоит остро и необходимо налаживать полностью собственные производства прецизионных СИ массы. Необходимо дотировать отечественных производителей и научные разработки в области прецизионных СИ массы. Создавать комфортные условия для реализации программы импортозамещения несмотря на то, что со временем может измениться ситуация в мире и вернется импортная продукция.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный закон от 05.04.2013 № 44-ФЗ (ред. от 03.08.2018) «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд» // Собрание законодательства. – 2016. – № 21. – ст. 2941.
2. Федеральный закон от 26.06.2008 № 102-ФЗ (ред. от 11.06.2021) «Об обеспечении единства измерений» // Собрание законодательства. – 2008. – № 26. – ст. 3031.
3. Постановление Правительства РФ от 17.07.2015 № 719 (ред. от 01.04.2022) «О подтверждении производства промышленной продукции на территории Российской Федерации» // Собрание законодательства. – 2022. – № 10. – ст. 1505.
4. Постановление Правительства РФ от 31.03.2021 № 505-20 «О внесении изменений в государственную программу Российской Федерации

- Федерации «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности» // СПС «КонсультантПлюс». – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_381851/.
5. Распоряжение Правительства РФ от 01.11.2013 № 2036-р (ред. от 18.10.2018) «Об утверждении Стратегии развития отрасли информационных технологий в Российской Федерации на 2014 – 2020 годы и на перспективу до 2025 года» // СПС «КонсультантПлюс». – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_154161/.
 6. Распоряжение Правительства РФ от 19.04.2017 № 737-р «Об утверждении Стратегии обеспечения единства измерений в Российской Федерации до 2025 года» // СПС «КонсультантПлюс». – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_215902/.
 7. Андрианов К.Н. Курс на импортозамещение как условие обеспечения экономической безопасности России: проблемы и направления развития // Вестник РАЕН. – 2017. – № 1. – с. 64-69
 8. Болотова В.Д., Козлова А.Ю., Миронова Д.Д. Импортозамещение в экономике РФ: предпосылки, проблемы и перспективы // Инновационные технологии в науке и образовании. – 2017. – № 1-2(9). – с. 95-100.
 9. Каменских Ю.И., Снегов В.С. Эталоны-копии единицы массы: калибровка 2020 года с применением вакуумного компаратора ССL 1007 // Эталоны. Стандартные образцы. 2021. Т. 17. № 2. С. 59-71
 10. Чернышенко А.А., Каменских Ю.И. Вакуумная система Ватт-весов: аспекты разработки // Эталоны. Стандартные образцы. 2021. Т. 17 № 4. С. 5-12.

ЭТАЛОННЫЙ КОМПЛЕКС ИЗМЕРЕНИЯ РАСХОДА КРИОГЕННЫХ ЖИДКОСТЕЙ

Нурмухаметов Р.Р., Сидорова А.С.

Всероссийский научно-исследовательский институт расходомерии -филиал
Федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-
исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева»
(ВНИИР – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»),
г. Казань, Россия, e-mail: nio14@vniir.org

Аннотация: Современное состояние метрологической базы в области измерений расхода криогенных жидкостей не удовлетворяет передовым требованиям науки и техники и, ввиду этого, не может обеспечить необходимый уровень точности измерения расхода. Создание эталонного комплекса измерения массового расхода криогенных жидкостей позволит решить вопрос единства измерений расхода и уровня криогенных жидкостей, а также внедрить в отрасли промышленности более совершенные типы средств измерений.

Ключевые слова: ЭТАЛОН, КРИОГЕННАЯ ТЕХНИКА, СЖИЖЕННЫЙ ГАЗ, КРИОГЕННАЯ ЖИДКОСТЬ, ЭТАЛОННЫЙ КОМПЛЕКС

В настоящее время разрабатываются и внедряются новые, более совершенные типы средств измерений расхода на основе механических, оптических, акустических и других методов измерения.

Однако состояние метрологической базы в области измерений расхода криогенных жидкостей не отвечает современным требованиям науки и техники и не может обеспечить не только поддержание единства измерений по стране, но и оснастить в достаточном количестве необходимыми средствами измерений те отрасли промышленности, которые являются их основными потребителями [1,2].

Увеличение объемов промышленного потребления криогенных жидкостей потребовало создания стандартных приборов, пригодных для одинаково точного измерения расхода любой криогенной жидкостей. Разработанные криогенные расходомеры градуируются (поверяются) на воде с подтверждением на рабочих криогенных жидкостях только их работоспособности без нормирования метрологических характеристик. Как следствие этого появляется дополнительная погрешность средств измерений, которая может составлять порядка $2,5 \div 3,0\%$, а в некоторых случаях до $10 \div 15\%$ [3,4].

В результате складывается неудовлетворительное положение при проведении учета, оценке энергетических и эксплуатационных характеристик, определения ресурса работы изделий и их составляющих.

В связи с этим возникла необходимость совершенствования системы метрологического обеспечения методов и средств измерения расхода криогенных жидкостей, разработки теоретических основ прикладной метрологии в криогенной технике. Ограниченная точность разрабатываемых приборов объясняется отсутствием в стране широко поставленной службы для градуировки и поверки. Метрологические службы не оснащены эталонами расхода, в силу чего рабочие средства измерений применяются и эксплуатируются без надлежащего контроля.

Основной целью данной опытно-конструкторской работы является: проработка технических решений, разработка и изготовление эталонного комплекса измерения массового расхода криогенных жидкостей; подготовка предложений по совершенствованию государственных первичных эталонов с использованием разработанных опытных образцов.

В качестве рабочей среды выбран жидкий азот, являющийся также имитатором криогенных жидкостей.

Состав эталонного комплекса (рисунок 1):

- блок емкостей для хранения криогенной жидкости;
- блок насосов для воспроизведения расхода криогенной жидкости;
- комплекс весового оборудования;
- блок автоматизации и управления.

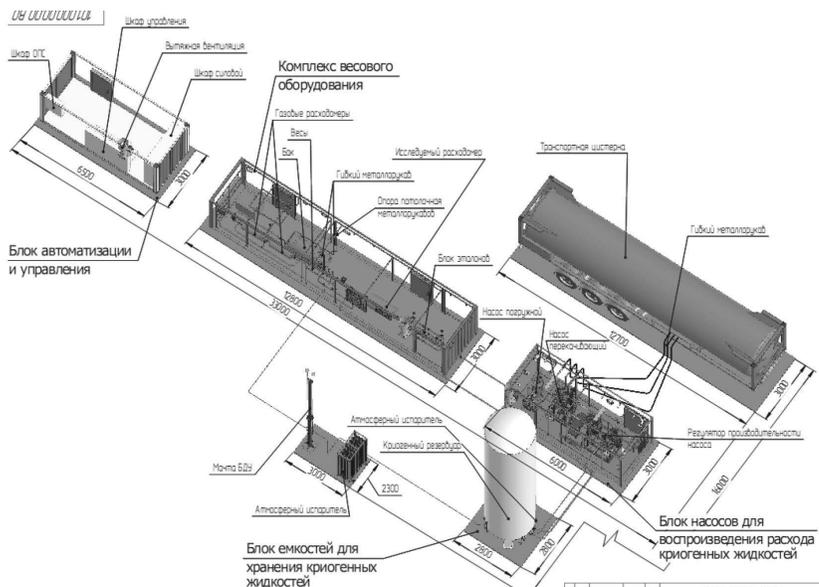


Рисунок 1. Состав эталонного комплекса

Основные метрологические характеристики эталонного комплекса приведены в таблице 1.

Таблица 1. Метрологические характеристики эталонного комплекса

Наименование метрологических и технических характеристик	Значения метрологических и технических характеристик
Диапазон воспроизведения массового расхода криогенной жидкости, т/ч	от 2 до 25
Диапазон температуры криогенной жидкости, °С	-196 до -110
Расширенная неопределенность воспроизведения массового расхода криогенной жидкости, %, не более	0,15

В таблице 2 приведено сравнение разрабатываемого эталонного комплекса с его зарубежными аналогами.

Таблица 2. Сравнение основных технических характеристик

Основные характеристики	Разрабатываемый эталонный комплекс	NIST, США [5]	VSL, Голландия, [6]	Emerson, Китай, [7]
Диапазон воспроизведения массового расхода криогенной жидкости, т/ч	от 2 до 25	от 2 до 22	от 4 до 12	от 2,7 до 7,2

СОЗДАНИЕ ЭФФЕКТИВНОГО АЛГОРИТМА БЫСТРОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ФУРЬЕ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ИЗМЕРИТЕЛЯ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Паздников О.В.

Федеральное бюджетное учреждение «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Тюменской и Курганской областях, Ханты-Мансийском автономном округе-Югре, Ямало-Ненецком автономном округе» (ФБУ «Тюменский ЦСМ»), г. Тюмень, Россия
ORCID: 0000-0002-8471-577X, e-mail: truštno_1@list.ru

Аннотация: рассмотрены способы реализации алгоритма быстрого преобразования Фурье, для возможности его практического применения при разработке средств измерений параметров электрической энергии. Произведен выбор оптимального варианта, в условиях ограниченной вычислительной мощности доступных микроконтроллеров и с учетом требований нормативных документов на средства измерений данного типа.

Ключевые слова: ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ, КАЧЕСТВО ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ, КОНТРОЛЬ УСЛОВИЙ ПОВЕРКИ, КОЭФФИЦИЕНТ ГАРМОНИК, БЫСТРОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ФУРЬЕ, АНАЛОГО-ЦИФРОВОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ, СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

При проведении поверки, калибровки и испытаний средств измерений необходимо контролировать параметры влияющих факторов [1, 2]. Для радиотехнических и электротехнических средств измерений, помимо параметров микроклимата, зачастую, необходимо определять параметры сети питания, такие как: напряжение, частота, коэффициент гармоник (далее по тексту – КГ). Для нужд метрологических служб, в части контроля условий поверки, производимые промышленностью измерители качества электрической энергии обладают излишним функционалом, и как следствие, создают дополнительные трудности при использовании и имеют высокую стоимость.

Отсутствие на рынке необходимого оборудования, привели к идее собственной разработки простого в применении и недорогого измерителя параметров электрической энергии, для применения его в метрологических лабораториях предприятий.

Для определения параметра КГ требуется получение спектральных составляющих (до 50 гармоники [3, 4]) сигнала сети и дальнейшее вычисление КГ по формуле:

$$THD_U = \sqrt{\sum_{h=2}^{50} \left(\frac{U_{H,h}}{U_{H,1}} \right)^2} \quad (1)$$

где – среднеквадратическое значение основной составляющей напряжения, – среднеквадратическое значение составляющих высшего порядка.

На практике, для вычисления спектральных составляющих применяется быстрое преобразование Фурье (БПФ) [5, 6], а в качестве аппаратной части, для подобных задач, применяются специализированные микроконтроллеры – цифровые сигнальные процессоры [7]. Однако, применение подобного решения, не соответствует концепции разрабатываемого прибора. Для оценки возможности использования одного микроконтроллера общего назначения, как для реализации алгоритма измерительной части, так и для управления всеми узлами устройства, собран действующий прототип устройства на базе современного 32-х разрядного микроконтроллера [8].

При реализации алгоритма БПФ в условиях ограниченной вычислительной мощности, необходимо определить минимально возможную частоту дискретизации согласно теореме Котельникова [5], а количество выборок на данной частоте должно быть таким, чтобы время выборки равнялось 10 периодам исследуемого сигнала [4]. При этом выборка не должна быть слишком большой, иначе массив исходных данных и результаты вычислений БПФ не поместятся в оперативной памяти микроконтроллера.

В ходе практических исследований, удалось подобрать оптимальное соотношение параметров, а также, реализован алгоритм изменения частоты дискретизации пропорционально частоте исследуемого сигнала.

Успешно опробованные в ходе исследований аппаратно-программные решения легли в основу производства измерителей качества электрической энергии, полностью реализующих поставленную задачу. Умеренные требования алгоритма к аппаратной составляющей, дают возможность перенести полученные решения на другую платформу, что актуально при производстве в период текущего дефицита полупроводников на рынке.

Опытные образцы приборов прошли предварительные испытания, а в настоящее время измерители нашего производства проходят испытания в целях утверждения типа.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 8.395-80 Государственная система обеспечения единства измерений. Нормальные условия измерений при поверке. Общие требования. М.: Стандартинформ, 2008. 7 с.
2. Сергеев А.Г., Терегера В.В. Метрология стандартизация и сертификация. Учебник. М.: Юрайт, 2014. 838 с.
3. ГОСТ 30804.4.7-2013 Совместимость технических средств электромагнитная. Общее руководство по средствам измерений и измерениям гармоник и интергармоник для систем электроснабжения и подключаемых к ним технических средств. М.: Стандартинформ, 2013. 34 с.
4. ГОСТ 30804.4.30-2013 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Методы измерений показателей качества электрической энергии. М.: Стандартинформ, 2014. 52 с.
5. Айфичер Э.С., Джервис Б.У. Цифровая обработка сигналов: практический подход. Пер. с англ. М.: Вильямс, 2004. 992 с.
6. Раушер К., Йанссен Ф., Минихольд Р. Основы спектрального анализа. Пер. с англ. М.: Горячая линия – Телеком, 2014. 226 с.
7. Вальпа О.Д. Разработка устройств на основе цифровых сигнальных процессоров фирмы Analog Devices с использованием VisualDSP++. М.: Горячая линия – Телеком, 2007. 270 с.
8. Магда Ю.С. Программирование и отладка C/C++ приложений для микроконтроллеров ARM. М.: ДМК-Пресс, 2017. 168 с.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ВТОРИЧНОГО ЭТАЛОНА ЕДИНИЦЫ ПЛОТНОСТИ ЖИДКОСТИ ВЭТ 18-7-2006 НА БАЗЕ УСТАНОВКИ ГИДРОСТАТИЧЕСКОГО ВЗВЕШИВАНИЯ

Пантелеев С.В.^а, Хапугин О.Е

Федеральное бюджетное учреждение «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Нижегородской области», г. Нижний Новгород, Россия, ^а ORCID ID: 0000-0001-8780-5642, e-mail: panteleev@nncsm.ru

Аннотация. Установки для гидростатического взвешивания (УГВ), получившие широкое распространение среди применяемых эталонов для поверки и калибровки ареометров, на сегодняшний день нуждаются в модернизации для обеспечения высокого качества и эффективности выполняемых работ. ФБУ «Нижегородский ЦСМ» своими силами усовершенствовал вторичный эталон ВЭТ 18-7-2006 на базе УГВ с помощью комплекса технических решений и внедрения нового программного обеспечения «полного цикла»: от снятия показаний до оформления протокола.

Ключевые слова: плотность, установка гидростатического взвешивания, ареометр, поверка.

Метрологическое обеспечение ареометров регламентируется государственной поверочной схемой ГОСТ 8.024-2002 [1], согласно которой единица плотности рабочим ареометрам может передаваться от вторичных и первичных эталонов на базе установок для гидростатического взвешивания (УГВ) методом сличения при помощи компаратора.

Основу УГВ составляет стеклянная емкость, заполненная поверочной жидкостью и высокоточные весы с подвесом, к которому может прикрепляться эталонная мера плотности или поверяемый ареометр. Методика работы с УГВ при поверке подробно изложена в Р 50.2.041-2004 [2], а физические принципы гидростатического взвешивания в [3,4].

Благодаря высокой точности и простоте реализации УГВ получили широкое распространение. В отделе физико-химических измерений и испытаний ФБУ «Нижегородский ЦСМ» вторичный эталон единицы плотности жидкости на основе УГВ производства ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» был введен в эксплуатацию в 2006 году.

В настоящее время среди основных проблем имеющегося парка УГВ в России отмечается низкая степень автоматизации процесса измерений, износ измерительного оборудования и архаичность используемого программного обеспечения. При этом замена имеющейся УГВ на более современную

сопряжена с колоссальными материальными вложениями. В этой связи было принято решение своими силами провести переоснащение современными средствами измерений, усовершенствование технической базы, и внедрение программного обеспечения (ПО) с использованием современных сред разработки.

Штатные средства измерений – весы, барометр и термометр в составе УГВ заменены на современные аналоги с учетом всех требований к метрологическим характеристикам для вторичного эталона единицы плотности.

Для облегчения процесса подведения поверхности жидкости к нужной отметке на шкале ареометра перед его взвешиванием в жидкости и ускорения данной операции встроена миниатюрная USB-видеокамера высокого разрешения. По нашим оценкам внедрение видеоконтроля привело к ускорению процедуры поверки ареометра, а также существенно снизило нагрузку на органы зрения оператора.

Для повышения температурной стабильности и снижения температурного градиента добавлены дополнительные устройства перемешивания, обеспечивающие быстрый выход УГВ на рабочий режим и постоянство заданной температуры в течение всего рабочего дня.

Для снижения риска повреждения поверяемых ареометров или эталонных мер плотности при возможных случайных падениях, дно резервуара покрыто слоем кварцевого песка тонкой фракции, выполняющего функцию балласта. Общий вид модернизированной установки приведен на рис. 1.

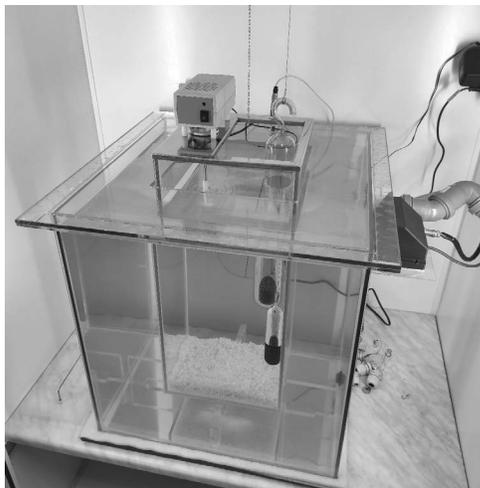


Рисунок 1. Общий вид модернизированной УГВ в ФБУ «Нижегородский ЦСМ».

В качестве альтернативы штатному ПО, разработанному около 20 лет назад, написана программа AREOmet, способная взаимодействовать с измерительными элементами УГВ (весами, барометром) и успешно адаптирующаяся под различные операционные системы. Приложение собирает данные со средств измерений и формирует таблицу результатов поверки или калибровки с расчетом погрешности. Программа поддерживает собственные визуальные интерфейсы, включает множество настроек, способна накапливать результаты и сохранять их в уникальном формате. AREOmet позволяет формировать свидетельства о поверке, извещения о непригодности, сертификаты калибровки, протоколы поверки на единичный ареометр или группу ареометров. На рис. 2 показан экран монитора с запущенной программой AREOmet и видеокамерой.

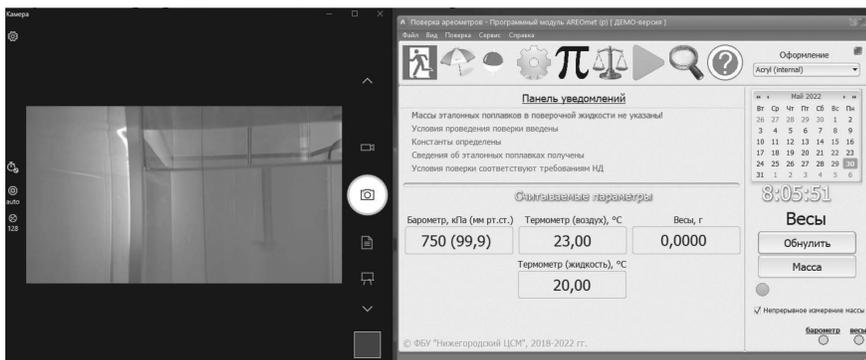


Рисунок 2. Программа AREOmet и видеокамера, запущенные на мониторе поверителя.

В результате проведенной модернизации вторичного эталона единицы плотности жидкости на базе УГВ, принадлежащего ФБУ «Нижегородский ЦСМ», было достигнуто качественное улучшение и ускорение процесса проведения поверки ареометров и последующего оформления всех необходимых документов в среднем на (20–30) %.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 8.024-2002 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений плотности»
2. Р 50.2.041-2004 «ГСИ. Ареометры стеклянные. Методика поверки»
3. Кивилис С.С. Техника измерения плотности жидкостей и твердых тел. М.: Стандартгиз, 1959. 192 с.
4. Гаузнер С.И., Кивилис С.С., Осокина А.П., Павловский А.Н. Измерение массы, объема и плотности. М.: Издательство Стандартов, 1972. 623 с.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ГРАДУИРОВКИ ВИБРАЦИОННЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ВЯЗКОСТИ В СТАТИЧЕСКОМ РЕЖИМЕ

Пономарев С.Д., Демьянов А.А., Неклюдова А.А., Миргородская А.В.

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева» (ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»), Санкт-Петербург, Россия, e-mail: s.d.ponomarev@vniim.ru

Аннотация: В работе представлено описание вибрационного метода измерения вязкости жидкости, применяемого в поточных преобразователях, а также процесс их градуировки. Предложен проект установки для выполнения градуировки преобразователей вязкости жидкости в статическом режиме в условиях лаборатории, конструкция которой разработана с целью достижения максимальной портативности без ущерба точности.

Ключевые слова: ВИБРАЦИОННЫЙ МЕТОД, ВЯЗКОСТЬ, ГРАДУИРОВКА, ПОРТАТИВНОСТЬ, ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ, ТОЧНОСТЬ, УСТАНОВКА.

Вибрационные преобразователи вязкости основаны на определении изменений параметров вынужденных колебаний измерительного зонда вибрационного преобразователя вязкости, при погружении его в исследуемую жидкую среду. Вязкость жидкости определяется по градуировочной кривой преобразователя и таким параметрам, как:

ω – частота колебаний;

τ – время колебания тонкого упруго закрепленного зонда вибрационного вискозиметра;

S – площадь пластины зонда вискозиметра.

Для измерения вязкости жидкости используется амплитудно-резонансный вариант вибрационного метода вискозиметрии. При таком методе добиваются того, чтобы амплитуда A колебаний являлась максимальной (путём подбора частот колебаний). Поэтому измеряемым параметром, по которому определяется вязкость, становится амплитуда колебаний зонда преобразователя. В общем случае для малых значений вязкости имеем:

$$\sqrt{\eta d} = \frac{F_0}{(\omega^{3/2} S \sqrt{10} A)} = C_1 A \quad (1)$$

F_0 – функция колебаний, происходящих под действием гармонической силы;

η – значение динамической вязкости исследуемой среды.

С учетом поправок C_2 (сторонние силы: трения, поверхностного натяжения, лобового сопротивления и т.д.) формула примет вид:

$$\sqrt{\eta d} = \frac{C_1}{A} - C_2 \quad (2)$$

Градуировка преобразователя вязкости жидкости производится методом сличения с государственным рабочим эталоном единицы динамической вязкости 1 разряда с применением жидкостей-компараторов, номинальные значения вязкости которых соответствуют его поддиапазонам измерений.

В ходе данного исследования предлагается создать мобильную установку, предназначенную для проведения операции градуировки вибрационных преобразователей вязкости жидкости в статическом режиме. Опытный образец установки обеспечит:

- градуировку в диапазоне измерений, хранения и передачи единицы динамической вязкости жидкости от 0,5 до 1000,0 мПа·с;
- доверительные границы приведенной погрешности измерений динамической вязкости жидкости не более $\pm 0,5\%$, при $P=0,95$, при 20,00 °С;
- диапазон значений рабочей температуры (20 \pm 5) °С;
- доверительные границы абсолютной погрешности измерений температуры, не более $\pm 0,05$ °С.

Для обеспечения вышеуказанных требований, предлагается следующий состав портативной установки:

- эталонный вибрационный преобразователь плотности и вязкости жидкости поточный;
- набор цифровых термометров лабораторных;
- заземленный стенд с набором измерительных ячеек, предусматривающих место для установки щупа цифрового термометра и поточного преобразователя вязкости;
- набор подключений, состоящих из кабелей и интерфейсов передачи данных на устройство обработки (персональный компьютер или вторичный блок, в зависимости от исполнения преобразователя вязкости);
- персональный компьютер с установленным специализированным программным обеспечением;
- набор блоков-питания.

В результате будет разработана конструкторская и эксплуатационная документация на установку, выполнены работы по испытанию опытного образца установки, предназначенной для градуировки вибрационных преобразователей плотности и вязкости жидкости в статическом режиме.

Разработанная установка позволит существенно упростить процесс градуировки преобразователей вязкости в статическом режиме без ущерба качеству за счет набора измерительных камер с применением

жидкостей-компараторов. Предлагаемая конструкция установки позволит одновременно производить градуировку нескольких преобразователей при единых условиях градуировки во всем диапазоне измерений.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Цурко. А.А. Государственный первичный эталон единицы вязкости жидкостей. / Демьянов А.А., Цурко А.А. // Материалы 27 симпозиума по реологии, Реологическое общество им. Г.В. Виноградова, ФГБУН Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева РАН, МГУ им. М. В. Ломоносова. Тверь, 2014. – с. 72-73.
2. Зайцев А.В. Время реакции в теоретических и прикладных исследованиях / Зайцев А.В., Лупандин В.И., Сурнина О.Е. // Психологический вестник Уральского государственного университета. Вып. 3. – Екатеринбург: Банк культурной информации, 2002. – с. 3-20.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕДАКТОРА ЭЛЕКТРОННЫХ ТАБЛИЦ Р7-ОФИС ДЛЯ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

Попов А.А.

Федеральное бюджетное учреждение «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Иркутской области» (ФБУ «Иркутский ЦСМ»), г. Иркутск, Россия, e-mail: bfmetrolog@esm.irkutsk.ru

Аннотация: в статье рассмотрен редактор электронных таблиц Р7-Офис как средство автоматизации вычислений, повышения качества и скорости оформления результатов поверки и его роль в импортозамещении

Ключевые слова: МЕТРОЛОГИЯ, ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ, ПОВЕРКА, ПРОТОКОЛ, ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, ЭЛЕКТРОННЫЕ ТАБЛИЦЫ

Вопрос импортозамещения не является новым, но становится приоритетным для развития экономики России на долгосрочную перспективу.

Приказом Министерства промышленности и торговли Российской Федерации от 1 апреля 2022 г. № 1189 был утвержден план мероприятий по импортозамещению измерительного, в том числе метрологического, оборудования на период до 2024 года¹. Данный план подразумевает увеличение процента используемого измерительного оборудования, применяемого в промышленности и в других отраслях экономики на территории России.

Процесс импортозамещения затронет не только метрологическое оборудование, но и программное обеспечение, применяемое поверителями в целях обеспечения единства измерений.

Поверка средств измерений – одна из форм государственного регулирования в области обеспечения единства измерений².

По результатам поверки средств измерений, для которых оформление протоколов предусмотрено методиками поверки, оформляются протоколы поверки³.

Оформление протокола поверки – завершающий этап подтверждения соответствия средств измерений метрологическим требованиям. Согласно методики системы менеджмента качества СМК-3-02-2021 «Порядок проведения и оформления результатов поверки»⁴, внедренной в ФБУ «Иркутский ЦСМ» производить оформление протокола поверки допускается как в электронном, так и в бумажном виде.

Для средств измерений одного типа вводимая в форму протокола информация идентична. Обработка значительного потока однотипной информации превращается в рутину и приводит к появлению ошибок со стороны

поверителя, заполняющего протокол поверки. Для предупреждения и устранения последствий некорректного ввода целесообразно использование средств информационных технологий.

Согласно приказу Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации от 20 сентября 2018 года № 486 «Об утверждении методических рекомендаций по переходу государственных компаний на преимущественное использование отечественного программного обеспечения, в том числе отечественного офисного программного обеспечения»⁵, в качестве решения проблем по импортозамещению программного обеспечения, в ФБУ «Иркутский ЦСМ» используется дистрибутив операционной системы «Альт Рабочая станция» (регистрационный номер ПО в Едином реестре российских программ: 1292)⁶.

Для удобства создания электронного протокола поверки подходит редактор электронных таблиц Р7-Офис. Р7-Офис – это программа с табличной структурой и интуитивно понятным и простым в освоении интерфейсом, обладающая функционалом, позволяющим систематизировать и обрабатывать вводимые данные⁷.

В качестве примера оформления результата поверки представлен протокол поверки гири класса точности М1 20 кг.

Встроенные функции Р7-Офис позволяют упростить ввод и обработку данных:

- автоматическая выборка предела допускаемой погрешности согласно таблице 1 ГОСТ OIML R 111-1-2009 «ГСИ. Гири классов E1, E2, F1, F2, M1, M1-2, M2, M2-3 и M3. Часть 1. Метрологические и технические требования»⁸ при условии выбора номинальной массы и класса точности гири;
- расчет условного значения массы гири;
- расчет расширенной неопределенности и неопределенности от нестабильности массы гири при условии ввода среднеквадратического отклонения компаратора, условной плотности гирь и других параметров.

Поддержка макросов, различных формул и функций – малая часть функционала редактора таблиц Р7-Офис. Р7-Офис – отечественная разработка, профессиональный инструмент, способный повысить на практике качество оказания услуг по обеспечению единства измерений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Утвержден план импортозамещения метрологического оборудования // РОССТАНДАРТ. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии: [сайт]. – 2022. – URL: <https://www.gost.ru/portal/gost/home/presscenter/>

- [news?portal:componentId=88beac40-0e16-414c-b176-d0ab5de82e16&navigationalstate=JBPNS_rO0ABXczAAZhY3Rpb24AAAAABAA5zaW5nbGVOZXdzVmllldwACaWQAAAAABAAQ4NTM3AAdfX0VPR19f](https://news.portal.componentId=88beac40-0e16-414c-b176-d0ab5de82e16&navigationalstate=JBPNS_rO0ABXczAAZhY3Rpb24AAAAABAA5zaW5nbGVOZXdzVmllldwACaWQAAAAABAAQ4NTM3AAdfX0VPR19f) (дата обращения 12.05.2022);
2. Российская Федерация. Федеральный закон. Об обеспечении единства измерений: Федеральный закон № 102-ФЗ [принят Государственной Думой 11 июня 2008 года: одобрен Советом Федерации 18 июня 2008 года];
 3. Министерство промышленности и торговли Российской Федерации. Приказ. Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке : Приказ от 31 июля 2020 № 2510;
 4. СМК-3-02-2021 «Порядок проведения и оформления результатов поверки»;
 5. Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации. Приказ. Об утверждении методических рекомендаций по переходу государственных компаний на преимущественное использование отечественного программного обеспечения, в том числе отечественного офисного программного обеспечения: Приказ от 20 сентября 2018 года № 486;
 6. Базальт Рабочая станция // Реестр программного обеспечения: [сайт] – URL: https://reestr.digital.gov.ru/reestr/302642/?sphrase_id=610674 (дата обращения 12.05.2022);
 7. Редактор таблиц Р7-Офис: официальный сайт – URL: <https://r7-office.ru/redaktor-tablicz> (дата обращения 12.05.2022);
 8. ГОСТ OIML R 111-1-2009. Межгосударственный стандарт. Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Гири классов E1, E2, F1, F2, M1, M1-2, M2, M2-3 и M3. Часть 1. Метрологические и технические требования: Дата принятия 22 августа 2011 / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. Межгосударственный Совет по стандартизации, метрологии и сертификации.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ QR-КОДОВ ДЛЯ МАРКИРОВКИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

Путимцев К.С.

ООО «Газпром переработка» филиал «Оренбургский гелиевый завод», центральная заводская лаборатория, г. Оренбург, Россия,
e-mail: PutimtsevKS@ogz.gpp.gazprom.ru

Аннотация: в докладе рассмотрена проблемы взаимодействия производителя средств измерений, конечного потребителя и надзорных органов. С учетом опыта эксплуатации средств измерений, обоснована необходимость перехода на цифровой документооборот. Предложено применение QR-кодов и создание общей базы данных. Сделаны выводы о практической пользе таких новаций.

Ключевые слова: ЦИФРОВАЯ ЭКОНОМИКА, НОВАЦИЯ, QR-КОД, СТАНДАРТИЗАЦИЯ, ОПЕРАТИВНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ

Ускоряющийся переход в цифровую информационную среду обязывает к внедрению современных технологий в этой сфере на производстве. Не в последнюю очередь это касается лабораторной деятельности, в частности – применяемых средств измерений (далее СИ). Мы, как организация, эксплуатирующая такое оборудование, ощущаем недостаточное внимание производителей к данному вопросу.

В центральной заводской лаборатории филиала «Оренбургский гелиевый завод» ООО «Газпром переработка» используется парк из порядка 450 единиц СИ. При анализе собственного опыта работы с СИ, были выявлены: недостаточность информационного обеспечения со стороны производителей СИ, отсутствие единого информационного пространства, для получения различного рода актуальной информации по конкретному СИ, в частности отсутствие унифицированной маркировки СИ различными производителями: обилие этикеток, бирок, наклеек, шильдиков; повторение заводских номеров; усложнение заводских номеров из-за включения дополнительной информации, комбинаций различных символов и букв, что затрудняет восприятие, и зачастую приводит к ошибкам в имеющейся документации.

Возможным вариантом оптимизации взаимодействия участников цепочки от производителя до потребителя, включая надзорные органы, является внедрение на этапе производства QR-кодов для идентификации СИ. QR-код (англ. Quick Response code – код быстрого отклика) – тип матричных штриховых кодов, содержащий информацию об объекте, к которому он привязан. QR-код при считывании позволяет моментально получать информацию в виде текста обычного формата на экране, сканирующего или принимающего

сигнал устройства, например, технические характеристики, закодированные производителем.

Значительно расширит возможности взаимодействия создание новой общедоступной единой информационной базы данных СИ (далее БД) или перереформирование, дополнения, уже существующей на основе ФГИС Росстандарта. При считывании QR-кода, появится ссылка на страницу этого СИ в БД. Соответственно своей «роли» и «полномочиям» каждый участник системы сможет вносить изменения в информационные разделы на странице СИ в БД.

Использование QR-кодов для маркировки СИ, с шифрованием ссылки на страницу в БД, даст возможность:

1. Цифровизации документооборота, а в перспективе уменьшение ресурсозатрат, путем сокращения бумажных носителей, уменьшения времени на обработку информации.
2. Более легкого отслеживания перемещения СИ.
3. Более быстрого доступа к актуальным данным о поверке СИ, техническим и метрологическим характеристикам СИ.
4. Доступа к сведениям о применимости СИ для конкретных задач, в соответствии с требованиями нормативной документации.
5. Своевременного обновления каталогов оборудования и ЗИПа.
6. Постоянной актуализации информации всеми участниками взаимодействия.
7. Для реализации этой разработки потребуется проработка вопроса в нормативно-правовом поле, внесение изменений в законодательство на федеральном уровне, создание нового информационного блока (возможно на базе ФГИС Росстандарт). В настоящее время уже существуют государственные программы, на которые можно опереться, в частности «Цифровая экономика Российской Федерации».

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный закон от 26.06.2008 N 102-ФЗ (ред. от 11.06.2021) «Об обеспечении единства измерений».
2. ГОСТ Р ИСО/МЭК 18004-2015 Информационные технологии (ИТ).
3. Технологии автоматической идентификации и сбора данных. Спецификация
4. символика штрихового кода QR Code, ГОСТ Р от 03 июня 2015 года №ИСО/МЭК 18004-2015.
5. Федеральный закон «О техническом регулировании» от 27.12.2002 N 184-ФЗ.

6. Федеральный закон «Об аккредитации в национальной системе аккредитации» от 28.12.2013 N 412-ФЗ
7. Распоряжение Правительства РФ от 28.07.2017 № 1632-р. Об утверждении программы «Цифровая экономика Российской Федерации» / КонсультантПлюс Федеральный закон от 27.07.2006 № 149-ФЗ. Об информации, информационных технологиях и о защите информации / Консультант Плюс.
8. Абрашкин, М.С. Влияние цифровой экономики на развитие промышленности РФ / М. С. Абрашкин, А.А. Вершинин // Вопросы региональной экономики. – 2018. – № 1. – С. 3-9
9. Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы (утв. Указом Президента РФ от 09.05.2017 № 203).

О ПОРЯДКЕ АТТЕСТАЦИИ ЭТАЛОНОВ

Рошка Д.С., Тудоровская О.В., Неклюдова А.А.

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева» (ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»), г. Санкт-Петербург, Россия, 0000-0001-6623-6882, e-mail: roshka_diana@mail.ru

Аннотация: аттестация эталонов является одним из процессов метрологического обеспечения измерений. В работе представлены общие подходы к аттестации эталонов в России и во ФГУП «ВНИИМ Им. Д.И. Менделеева».

Ключевые слова: ЭТАЛОН, АТТЕСТАЦИЯ, ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ, ПРОСЛЕЖИВАЕМОСТЬ, СЛИЧЕНИЕ

С целью обеспечения единства измерений в каждом государстве имеются национальные эталоны, которые подлежат международным сличениям. Национальные эталоны – это первичные эталоны, которые являются основой прослеживаемости измерений внутри страны и находятся на вершине пирамиды подтверждения метрологического соответствия. На рисунке 1 схематично представлена структура государственной поверочной схемы [1].



Рисунок 1. Структура государственной поверочной схемы

Для аттестации рабочих эталонов и поверки средств измерений используют вторичные эталоны, которые также являются объектами аттестации с использованием первичных эталонов.

Аттестация государственного эталона – это исследование с целью определения действительных значений метрологических характеристик государственного эталона и подтверждения его соответствия обязательным метрологическим и техническим требованиям, а также проверка выполнения обязательных требований к содержанию и применению государственного эталона.

Аттестация эталонов единиц величин осуществляется только государственными научными метрологическими институтами и государственными региональными центрами метрологии, содержащими и применяющими эталоны единиц величин с более высокими показателями точности.

Оценка соответствия эталонов единиц величин обязательным требованиям к этим эталонам осуществляется в формах первичной и периодической аттестации.

Для средств измерений утвержденного типа, применяемых в качестве эталонов единиц величин, вместо первичной аттестации и периодической аттестации выполняется поверка в соответствии с установленными для них методиками поверки средств измерений с учетом требований поверочных схем [2].

Первичная аттестация – оценка соответствия эталона единицы величины установленным обязательным требованиям, включающая в себя передачу ему единицы величины от эталона единицы величины с более высокими показателями точности, проводимая до утверждения эталона единицы величины [2].

Периодическая аттестация – оценка соответствия эталона единицы величины установленным обязательным требованиям, включающая в себя передачу ему единицы величины от эталона единицы величины с более высокими показателями точности, проводимая после утверждения эталона единицы величины в процессе его содержания [2].

По результатам первичной аттестации эталона оформляют следующие документы:

- правила содержания и применения эталона;
- паспорт эталона;
- методика первичной аттестации эталона;
- свидетельство об аттестации эталона;
- протокол аттестации эталона, включая предложения по межаттестационному интервалу [3].

По результатам периодической аттестации эталона в случае его соответствия обязательным требованиям (за исключением государственных первичных эталонов) оформляют свидетельство об аттестации эталона протоколы аттестации эталонов [3].

Во ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» порядок аттестации эталонов состоит из следующих стадий:

1. Заявитель представляет во ВНИИМ заявку на проведение работ по аттестации эталона.
2. Заявка регистрируется в канцелярии ВНИИМ в системе Документооборота.
3. Руководитель Отдела координации работ по испытаниям средств измерений и аттестации эталонов направляет зарегистрированную заявку в профильное структурное подразделение.
4. Руководитель структурного подразделения определяет возможность проведения аттестации, устанавливает ориентировочные сроки и состав исполнителей.
5. Исполнители проводят анализ приложенных к заявке документов на предмет их соответствия требованиям постановления Правительства Российской Федерации от 23.10.2010 № 734 и определяют объем работ.
6. Стоимость работ по аттестации эталонов назначает руководитель структурного подразделения, после чего в установленном порядке оформляется договор (контракт).
7. Далее выполняют аттестацию эталона, согласно блок-схеме, представленной на рисунке 2.

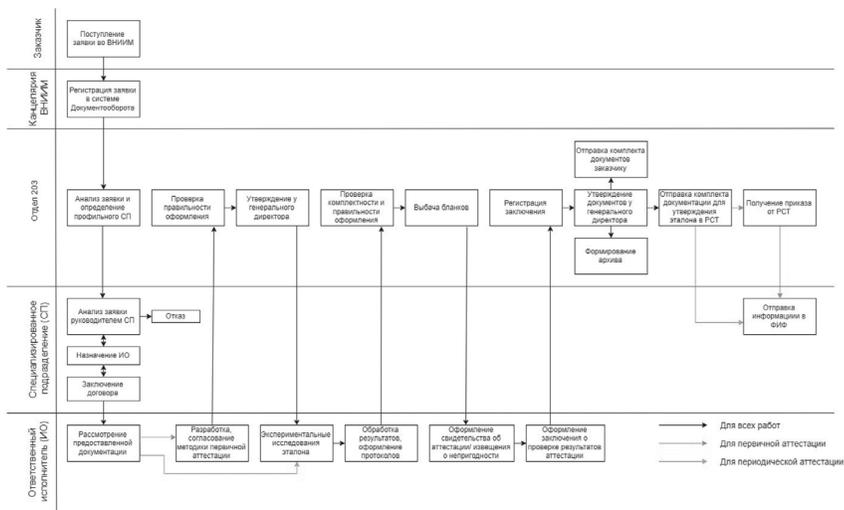


Рисунок 2. Блок-схема работ по аттестации эталонов

Таким образом, в работе описан процесс аттестации эталонов, регламентируемый Постановлением Правительства Российской Федерации от 23 сентября 2010 г. N 734, и порядок проведения работ по аттестации эталонов во ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева».

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 8.061-80 «Государственная система обеспечения единства измерений поверочные схемы Содержание и построение» – Введ. 01.01.1981 – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. – 11 с.
2. Постановление Правительства Российской Федерации от 23 сентября 2010 г. N 734 «Об эталонах единиц величин, используемых в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений», 2010. – 7 с.
3. Приказ Министерства промышленности и торговли Российской Федерации от 11.02.2020 № 456 «Об утверждении требований к содержанию и построению государственных поверочных схем и локальных поверочных схем, в том числе к их разработке, утверждению и изменению, требований к оформлению материалов первичной аттестации и периодической аттестации эталонов единиц величин, используемых в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, формы свидетельства об аттестации эталона единицы величины, требований к оформлению правил содержания и применения эталона единицы величины, формы извещения о непригодности эталона единицы величины к его применению», 2020. – 24 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ МИОКАРДИТА

Рунов А.Л., Чубанов А.А., Вонский М.С., Шевченко Н.Н.

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева» (ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»), г. Санкт-Петербург, Россия, ORCID 0000-0003-4061-7411, e-mail: m.s.vonsky@vniim.ru

Аннотация: в настоящее время «золотым стандартом» лабораторной диагностики миокардита является патоморфологическое изучение образцов тканей миокарда, получаемых с помощью эндомиокардиальной биопсии. В рамках начинающихся исследований будут разработаны неорганические квантовые точки, необходимые для калибровки системы гиперспектральной визуализации, будут получены гиперспектральные изображения препаратов тканей для дальнейшего анализа с применением искусственного интеллекта для диагностики миокардита.

Ключевые слова: МИОКАРДИТ, ЭНДОМИОКАРДИАЛЬНАЯ БИОПСИЯ, ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ, МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОСЛЕЖИВАЕМОСТЬ

Ввиду большой распространенности воспалительных заболеваний миокарда (миокардитов), их точная и оперативная диагностика имеют большое значение для определения стратегии лечения и прогнозирования развития [1]. Поэтому точная диагностика и классификация миокардитов, всегда была клинической актуальной задачей. С другой стороны, патогенез некоторых типов миокардита еще до конца не ясен, что еще больше увеличивает трудности точной диагностики и лечения.

В последнее время получает распространение применение визуализации при проведении лабораторных исследований миокарда. [2]. До сих пор эндомиокардиальная биопсия (ЭМБ) является золотым стандартом диагностики миокардита, а иммуногистохимические исследования миокарда помогают определить возбудителей заболевания и изучить его патогенез [3, 4]. В настоящее время большинство тканей, полученных при ЭМБ, подвергаются патоморфологическому исследованию с помощью световой микроскопии. Эти исследования требуют субъективной интерпретации диагностической информации, что приводит к увеличению длительности и трудоемкости работ, неполноте обнаружения и другим факторам, что, в свою очередь, приводит к недостаточным показателям точности и согласованности результатов диагностики ЭМБ. Внедрение визуализации и обработка результатов

с применением искусственного интеллекта при лабораторных исследованиях ЭМБ могут использоваться в качестве дополнительного ориентира при постановке диагноза.

В последние годы технология цифровой патологии была предложена и применена в вспомогательной патологической диагностике. Она компенсирует недостатки традиционной патоморфологической диагностики за счет использования системы сканирования всего слайда для получения цифровых снимков образцов патологической ткани в широком спектральном диапазоне. При поддержке различных алгоритмов анализа распознавания изображений цифровая технология может предоставлять дополнительные заключения патоморфологической диагностики для анализа образцов тканей ЭМБ [5, 6, 7, 8].

Согласно теории переноса света в тканях ЭМБ, меченных квантовыми точками в рамках Российско-Китайского взаимодействия (с Shanghai Key Laboratory of Multidimensional Information Processing, East China Normal University), запланировано создание оптической модели системы, исследование механизмов обнаружения патологических спектральных изображений. Для калибровки системы гиперспектральной визуализации, маркировки тканей миокарда, получения высокопроизводительных гиперспектральных изображений тканей ЭМБ запланированы работы по созданию нового вида неорганических квантовых точек. Аттестация уровня интенсивности сигнала люминесценции квантовых точек для калибровки систем гиперспектральной визуализации будет осуществлена с помощью фотометрических средств измерений, прослеживаемых к национальным первичным стандартам и единицам СИ.

ЛИТЕРАТУРА

1. A. N. Sharma, J. R. Stultz, N. Bellamkonda, and E. A. Amsterdam, "Fulminant Myocarditis: Epidemiology, Pathogenesis, Diagnosis, and Management" *American Journal of Cardiology*, vol. 124, no. 12, pp. 1954-1960, Dec 2019, <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2019.09.017>
2. M. Muller, L. T. Cooper, and B. Heidecker, "Diagnosis, risk stratification and management of myocarditis," *Heart*, pp. published online, <https://doi.org/10.1136/heartjnl-2021-319027>, 2021.
3. M. De Gaspari, B. Larsen, G. d'Amati, K. Kreutz, C. Basso, and C. Y. Lin, "Diagnosing Myocarditis in Endomyocardial Biopsies: Survey of Current Practice," *Modern Pathology*, vol. 35, no. SUPPL 2, pp. 225-226, Mar 2022.
4. Sakakibara S., Konno S., "Endomyocardial biopsy," *Jpn Heart J.*, vol. 3, pp. 537-534, 1962, <https://doi.org/10.1536/ihj.3.537>

5. A. Madabhushi and G. Lee, "Image analysis and machine learning in digital pathology: Challenges and opportunities," *Medical Image Analysis*, vol. 33, pp. 170-175, Oct 2016, <https://doi.org/10.1016/j.media.2016.06.037>
6. D. J. Crossman, P. N. Ruysgrok, Y. F. Hou, and C. Soeller, "Next-generation endomyocardial biopsy: the potential of confocal and super-resolution microscopy," *Heart Failure Reviews*, vol. 20, no. 2, pp. 203-214, Mar 2015, <https://doi.org/10.1002/ejhf.2190>
7. E. G. Peyster *et al.*, "An automated computational image analysis pipeline for histological grading of cardiac allograft rejection," *European Heart Journal*, vol. 42, no. 24, pp. 2356-2369, Jun 2021. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehab241>
8. G. Campanella *et al.*, "Clinical-grade computational pathology using weakly supervised deep learning on whole slide images," *Nature Medicine*, vol. 25, no. 8, pp. 1301-+, Aug 2019, <https://doi.org/10.1038/s41591-019-0508-1>

РАЗРАБОТКА СТАНДАРТНОГО ОБРАЗЦА ВАРИАЦИИ ЧИСЛА КОПИЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ГЕНА- ОНКОМАРКЕРА *HER2*.

Рунов А.Л., Вонский М.С.

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И.Менделеева»/
(ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева»), г. Санкт-Петербург, Россия
ORCID 0000-0001-9496-44146 e-mail: a.l.runov@vniim.ru

Аннотация: рак груди является одной из наиболее распространённых злокачественных патологий у женщин во всем мире. Измерения вариации числа копий гена *HER2* являются необходимым элементом в диагностике данного заболевания, важным при выборе тактики лечения данного заболевания. В рамках проводимых исследований будут разработаны стандартные образцы относительного содержания числа копий гена *HER2* для применения в медицинской практике при диагностике онкопатологий.

Ключевые слова: рак груди, концентрация копий, цифровая ПЦР, метрологическая прослеживаемость, вариация числа копий гена

Рак груди является одной из наиболее распространённых злокачественных патологий у женщин во всем мире [1]. При этом около 20 – 30 % инвазивных раков груди характеризуются амплификацией (увеличением числа копий последовательности) гена рецептора *HER2*, при этом данные типы опухолей являются наиболее агрессивными и наименее поддающимися лечению [2, 3]. Сам ген *HER2* является протоонкогеном, амплификация которого приводит к повышенному уровню экспрессии, что, в свою очередь, ведет к запуску сигнального каскада роста и метастазирования злокачественной опухоли [4]. Измерения вариации числа копий гена *HER2* являются необходимым элементом для правильного выбора лечения, назначения соответствующих препаратов и определения прогноза заболевания.

В настоящее время для определения амплификации гена *HER2* часто используют методы иммуногистохимического окрашивания, которые не позволяют точно определить отношение числа копий гена *HER2* на геном. Принятые к применению тест-системы часто используют в качестве референтного гены, число копий которых на геном может изменяться [5]. Для более точного измерения отношения числа копий генов в рутинной лабораторной диагностике используется метод количественной ПЦР (кПЦР). Данный метод является относительным и требует использования калибраторов (стандартных образцов) для выполнения измерений. В настоящее время в России

не существует стандартных образцов, аттестованных по отношению числа копий последовательностей ДНК гена *HER2* и соответствующих однокопийных генов.

В рамках проводимых исследований поставлена задача разработки методики выполнения измерений вариации числа копий гена *HER2*. Для определения отношения числа копий последовательностей генов был выбран метод капельной цифровой ПЦР (кцПЦР), как наиболее точный существующий метод измерений концентрации копий последовательностей ДНК [6]. Были теоретически рассчитаны и синтезированы праймеры для амплификации последовательностей генов. Проведен подбор условий кцПЦР и тестирование полученных систем на культурах клеток и клиническом материале.

Разработана методика выполнения измерений отношения числа копий последовательностей генов *HER2* и *RPPH1* (однокопийный ген, лежит вне хромосомы, содержащей ген *HER2*), а также *HER2* и *CEP17* (однокопийный ген, лежит на хромосоме, содержащей ген *HER2*) [7, 8]. Показана сходимость результатов измерений для данного метода и метода иммуногистохимического окрашивания на 10 клинических образцах, исследованных в Научно-методическом центре Минздрава России по молекулярной медицине. Пять клеточных линий охарактеризованы по отношению числа копий последовательностей соответствующих генов, выявлена клеточная линия с выраженной амплификацией гена *HER2*. Полученные результаты будут в дальнейшем использованы при создании стандартного образца отношения числа копий последовательностей генов *HER2*, *RPPH1*, и *CEP17*, который в дальнейшем будет внедрен в лабораторную практику.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Alkabban FM, Ferguson T. Breast Cancer. [Updated 2021 Aug 7]. StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022 Jan. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK482286/>
2. Zhao W, Bian L, Jiang Z. Research status of HER-2 gene mutation in breast cancer [J]. Chinese journal of mammary disease (electronic edition), 2016, 10(06):362-365.
3. Iqbal N, Iqbal N. Human Epidermal Growth Factor Receptor 2 (HER2) in Cancers: Overexpression and Therapeutic Implications. Mol Biol Int. 2014;2014:852748. doi: 10.1155/2014/852748. Epub 2014 Sep 7. PMID: 25276427; PMCID: PMC4170925.
4. Moasser MM. The oncogene HER2: its signaling and transforming functions and its role in human cancer pathogenesis. Oncogene. 2007 Oct 4;26(45):6469-87.

5. Zhu Y, Lu D, Lira ME, Xu Q, Du Y, Xiong J, Mao M, Chung HC, Zheng G. Droplet digital polymerase chain reaction detection of HER2 amplification in formalin fixed paraffin embedded breast and gastric carcinoma samples. *Exp Mol Pathol.* 2016 Apr;100(2):287-93.
6. Whale AS, Jones GM, Pavšič J, Dreo T, Redshaw N, Akyürek S, Akgöz M, Divieto C, Sassi MP, He HJ, Cole KD, Bae YK, Park SR, Deprez L, Corbisier P, Garrigou S, Taly V, Larios R, Cowen S, O'Sullivan DM, Bushell CA, Goenaga-Infante H, Foy CA, Woolford AJ, Parkes H, Huggett JF, Devonshire AS. Assessment of Digital PCR as a Primary Reference Measurement Procedure to Support Advances in Precision Medicine. *Clin Chem.* 2018 Sep;64(9):1296-1307. doi: 10.1373/clinchem.2017.285478. Epub 2018 Jun 14. PMID: 29903874.
7. Sicko RJ, Romitti PA, Browne ML, Brody LC, Stevens CF, Mills JL, Caggana M, Kay DM. Rare Variants in RPPH1 Real-Time Quantitative PCR Control Assay Binding Sites Result in Incorrect Copy Number Calls. *J Mol Diagn.* 2022 Jan;24(1):33-40. doi: 10.1016/j.jmoldx.2021.09.007. Epub 2021 Oct 15. PMID: 34656763; PMCID: PMC8802765.
8. Jang MH, Kim EJ, Kim HJ, Chung YR, Park SY. Assessment of HER2 status in invasive breast cancers with increased centromere 17 copy number. *Breast Cancer Res Treat.* 2015 Aug;153(1):67-77. doi: 10.1007/s10549-015-3522-0. Epub 2015 Jul 30. PMID: 26223814.

ВЛИЯНИЕ ОТКЛОНЕНИЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ РАЗМЕРОВ СВЧ-РАЗЪЕМОВ ОТ НОМИНАЛЬНЫХ НА КАЧЕСТВО ВЫПОЛНЯЕМЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

Рыбин П.С., Жогун М.В.

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений» (ФГУП «ВНИИФТРИ»), Менделеево, Московская обл., Россия,
e-mail: rybin@vniiftri.ru

Аннотация: Рассматривается влияние отклонений геометрических размеров коаксиального соединения на возможные искажения сигнала. Исследовано влияние на значение КСВН различных значений зазора и несоосности соединений в коаксиальных разъемах.

Ключевые слова: КОАКСИАЛЬНЫЕ СОЕДИНИТЕЛИ, КОЭФФИЦИЕНТ СТОЯЧЕЙ ВОЛНЫ

Коаксиальные соединители широко используются для соединений элементов коаксиальных трактов, используемых и в передачи энергии, в том числе в сверхвысокочастотных (СВЧ) диапазонах. Такие соединители образуют простое и надежное соединение, способное передавать электромагнитные колебания в широком частотном и динамическом диапазонах [1].

Качество контакта влияет на потерю мощности СВЧ при увеличении коэффициента стоячей волны по напряжению (КСВН). Помимо энергетических проблем качество контакта влияет на метрологические параметры приборов, использующих коаксиальные соединения [2]. Соединители должны обеспечивать надежный контакт, минимум отражений [3]. Присоединительные размеры СВЧ соединителей регламентируются стандартами [4,5].

Несоблюдение размеров в коаксиальных СВЧ соединениях (зазоры, несоосность, эллиптичность и др.) приводят к локальному изменению волнового сопротивления тракта [6], что в свою очередь вызывает появление паразитных отражений [7], обуславливающих искажения сигналов, потерю запаса электрической прочности фидера. На практике в радиолокации это приводит к появлению ложных целей, ухудшению точности определения положения цели, появлению дополнительных погрешностей при измерениях мощности СВЧ сигнала [8]. Оценку качества соединений проводят комплектноными методами, измеряя коэффициент отражения или КСВН. В отдельных случаях косвенными показателями могут служить реакции параметров генератора на изменение нагрузки, наличие электрических пробоев в линии, разогрев отдельных участков линии [9]. Например, пожар Останкинской башни

в 2000 году был вызван перегрузкой сети и, как следствие, сильным нагревом кабелей и фидеров и их воспламенением [10], в качестве дополнительной причины рассматривается высокое значение КСВН из-за некачественных контактов.

В целях влияния отклонений геометрических размеров СВЧ-разъемов от номинальных на качество выполняемых измерений проведен ряд экспериментов по измерениям размеров реальных СВЧ-разъемов и моделирования значений КСВН при различных показателях зазора соединения (0,02-0,34 мм) и его несоосности на частотах от 0,01 ГГц до 18 ГГц, с шагом 0,01 ГГц.

В ходе исследований установлена линейная зависимость значения КСВН от частоты сигнала при наличии зазора в СВЧ-разъеме. При зазоре 0,02 мм увеличение значения КСВН происходит на 0,056%, а при зазоре 0,34 мм на 10,37%. Допуск на зазор по ГОСТ составляет $0,02 \pm 0,34$ мм.

Было установлено, что при зазоре 0,02 мм и несоосности соединения 0,1 мм зависимость значения КСВН от частоты меняется на полиномиальную 2 степени, и 3 степени при несоосности 0,14 мм. Допуск на несоосность по ГОСТ составляет до 0,1 мм.

В результате проведенных исследований установлено, что при больших значениях зазора вклад несоосности невелик. Напротив, при малых значениях зазора вклад несоосности в изменения значений КСВН сопоставим с вкладом зазора.

Таким образом, для получения качественных коаксиальных соединений необходимо контролировать следующие параметры СВЧ-разъемов: отклонение от соосности проводников; диаметры проводников; эллиптичность и расстояние от плоскости контакта внешнего проводника до плоскости внутреннего.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абубакиров Б.А. и др. Коаксиальные нагрузки в радиоизмерительной технике //Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – 2015. – №. 3 (110). – С. 11-21.
2. Орешко А.А., Кузнецов И.В. Метрологическое обеспечение производства комплектов для измерений соединителей коаксиальных КИСК-М // Альманах современной метрологии. – 2018. – №. 13. – С. 71-75.
3. Гололобов Д.В., Кирильчук В.Б. Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства: методическое пособие для студентов специальности I-45 01 02 «Системы радиосвязи, радиовещания

- и телевидения» днев. и веч. форм обучения: в 3 ч. Ч. 2: Фидерные устройства. – 2005.
4. ГОСТ 13317-89. Элементы соединения СВЧ трактов радиоизмерительных приборов. Присоединительные размеры. – М.: Издательство стандартов, 1989.
 5. ГОСТ РВ 51914-2002. Элементы соединения СВЧ трактов электронных измерительных приборов. Присоединительные размеры. – М.: Изд-во стандартов, 2002.
 6. Кива Д. Прецизионные радиочастотные коаксиальные соединители для измерительной техники // Компоненты и Технологии. – 2009. – №. 94. – С. 34-38.
 7. Мейнке Х., Гундлах Ф.В. Радиотехнический справочник. Том 1. Радиодетали, цепи с сосредоточенными параметрами, линии передачи, воловоды, резонаторы, антенны, распространение радиоволн. Перевод с немецкого. Государственное энергетическое издательство //Москва. Ленинград. – 1960.
 8. Малай И.М., Семенов В.А., Чирков И.П. Исследование путей создания исходного эталона мощности электромагнитных колебаний в коаксиальных линиях передачи //Измерительная техника. – 2015. – №. 9. – С. 61.
 9. Гоноровский И.С. Радиотехнические цепи и сигналы. Изд 4. М. – 1986.
 10. 10. Пожар в Останкинской башне. Как это было 20 лет назад // Москва 24 URL: <https://www.m24.ru> (дата обращения 11.04.2022).

КОМПЛЕКСНОЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ – ГЛАВНЫЙ ФАКТОР РАЗВИТИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ МЕТРОЛОГИИ

Свиридов А.П.

Федеральное бюджетное учреждение «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Оренбургской области» (ФБУ «Оренбургский ЦСМ»), г. Оренбург, Россия, e-mail: fhi@orencsm.ru

Аннотация: Развитие комплексного подхода к метрологическому обеспечению предприятий становится одним из перспективных направлений развития региональной метрологии.

Ключевые слова: МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, ЕДИНСТВО ИЗМЕРЕНИЙ, ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ, КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД, ЕДИНОЕ ОКНО РСТ

В соответствии с современными документами по стандартизации, целью метрологического обеспечения измерений является создание условий для получения измерительной информации, обладающей свойствами, необходимыми и достаточными для выработки определенных решений как в областях деятельности, относящихся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, так и вне этой сферы [1, 2].

Коммерческий подход к материальному обеспечению предприятий привел к нарушению системы целостного методологического обеспечения и отсутствия грамотного подхода к планированию в работе метрологических служб и соблюдению критериев достаточности и необходимости [3, 4]. Сегодня, на предприятии, зачастую, в целях экономии приобретается измерительная техника, не подходящая для решения поставленной задачи или, напротив, в целях перестраховки приобретается многократно превосходящая требования по метрологическим характеристикам, что ведет в свою очередь к дополнительным затратам на ее содержание. В тех же организациях, где метрологическая служба применяет систему планирования, формирование и развитие парка измерительной техники ограничено возможностями региональных центров метрологии [5]. В результате – все большее количество организаций заинтересованы в комплексном взаимодействии по вопросам метрологического обеспечения с центрами стандартизации и метрологии [6].

Учитывая, что региональные центры Росстандарта, в соответствии со своей политикой, в полной мере обладают компетенциями для оказания данного вида услуг – уже сейчас могут выступать центром предоставления комплексного метрологического обеспечения [7, 8].

Одним из примеров успешного взаимодействия стало предоставление в режиме «единого окна» услуг лабораториям производственных отделений филиала ПАО «РОССЕТИ ВОЛГА» – «ОРЕНБУРГЭНЕРГО», что позволило не только объединить подразделения заказчика по всей области единой системой качества, но и обеспечить полное техническое и метрологическое обслуживание парка средств измерений лабораторий.

С целью удовлетворения растущего спроса со стороны оренбургских предприятий по вопросам методологического, метрологического и технического обслуживания, в ФБУ «Оренбургский ЦСМ» ведется постоянное совершенствование его производственных процессов, в том числе в сфере повышения компетентности специалистов и совершенствования эталонной базы. Так, для обеспечения потребностей заказчиков в квалифицированном предоставлении услуг в области физико-химических измерений – ЦСМ Росстандарта по Оренбургской области стал официальным сервисным представителем таких крупных отечественных производителей, как АО «ОПТЭК» и ЗАО СКБ «Хроматэк».

Таким образом, развитие направления по предоставлению комплексных услуг региональными ЦСМ Росстандарта становится не только главным фактором развития региональной метрологии, но и повышения экономической эффективности предприятий посредством непрерывного обеспечения точности применяемых средств измерений.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ Р 8.820-2013 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Метрологическое обеспечение. Основные положения [Электронный ресурс] – Режим доступа. – ИС «Техэксперт».
2. РМГ 29-2013 Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Основные термины и определения [Электронный ресурс] – Режим доступа. – ИС «Техэксперт»
3. Зеленин М.В. Место и роль метрологического обеспечения в современных экономических условиях // «Главный метролог». – 2012. – №3 (66).
4. Брюханов В.А. «Вспомним прошлое ...» //«Главный метролог». – 2011. – №3.
5. Марусина М.Я., Ткалич В.Л., Лабковская Р.Я. Метрологическое обеспечение средств измерений.: Учебное пособие. – СПб: Университет ИТМО, 2019. с. 90
6. ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 Межгосударственный стандарт. Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий [Электронный ресурс] – Режим доступа. – ИС «Техэксперт»

7. «Росстандарт-2025. Стратегическое развитие и перспективы реализации ключевых функций федерального органа исполнительной власти в сфере технического регулирования, стандартизации и обеспечения единства измерений» // РОССТАНДАРТ – 2018. – [электронный ресурс] – URL: csm32.ru/media/2018/rosstandart2025.pdf (13.05.2022)
8. Распоряжение Правительства РФ № 737-р «Об утверждении Стратегии обеспечения единства измерений в Российской Федерации до 2025 года» [Электронный ресурс] – Режим доступа. – ИС «Техэксперт»

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ ТРАНСПОРТИРУЕМЫЙ ЭТАЛОН МОДУЛЬНОГО ТИПА ДЛЯ ПОВЕРКИ И КАЛИБРОВКИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ НИЗКИХ АБСОЛЮТНЫХ ДАВЛЕНИЙ И ВАКУУМА

Сенатов Д.Е., Чернышенко А.А.

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева» (ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»), г. Санкт-Петербург, Россия, e-mail: d.e.senatov@vniim.ru

Аннотация В статье приведены достоинства и недостатки современных модульных систем. Представлены результаты исследования состояния базы эталонных установок для поверки и калибровки средств измерений низких абсолютных давлений и вакуума, проведенной НИЛ госэталонов в области измерений низких абсолютных давлений и вакуума ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева». Сформулированы требования, предъявляемые промышленностью к оборудованию для поверок и калибровок средств измерений низких абсолютных давлений и вакуума. Представлен разрабатываемый во ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» новейший эталон модульного типа для поверки и калибровки средств измерений низких абсолютных давлений и вакуума. Освещен ряд проблем современной метрологии в области измерений низких абсолютных давлений и вакуума, который будет решен в результате разработки данного эталона.

Ключевые слова МОДУЛЬНЫЙ ЭТАЛОН, ЭТАЛОН НИЗКИХ АБСОЛЮТНЫХ ДАВЛЕНИЙ, ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ ЭТАЛОН, ВАКУУМ, РАЗРАБОТКА ЭТАЛОНА, ЭТАЛОН ДАВЛЕНИЯ

В настоящее время широкое распространение получили различные модульные системы. Они используются во многих отраслях промышленности как за рубежом, так и в Российской Федерации. В том числе в военной промышленности РФ. Примерами модульного вооружения могут служить: завершивший испытания в 2021г. модульный пистолет Лебедева, ручной пулемет Калашникова РПК-16, ракетный комплекс Club-K и ракета «Ангара». Общим достоинством модульных систем вооружения является их универсальность и, как следствие, их адаптивность под текущие условия и задачи.

Ввиду увеличения сложности и разнообразия испытуемых объектов современная промышленность накладывает требование к повышению гибкости и универсальности измерительных систем. Одним из возможных ответов на предъявляемые требования может быть модульный подход к построению измерительных систем, позволяющий использовать общие компоненты

для различных измерительных комплексов и задавать процессы измерений адаптировав их под конкретную задачу.

Так, согласно результатам исследований НИЛ госэталонов в области измерений низких абсолютных давлений и вакуума ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева», промышленность предъявляет следующие требования к измерительным установкам низких абсолютных давлений и вакуума:

- транспортируемость, для обеспечения поверки и калибровки средств измерений (СИ) на местах эксплуатации;
 - наиболее востребованный диапазон измерений $1 \cdot 10^{-1}$ до 10^5 Па;
 - относительная погрешность измерений варьируется от нескольких десятых долей процента до нескольких единиц процента;
 - возможность осуществления поверки СИ в диапазоне от $1 \cdot 10^{-1}$ до 10^5 Па по различным поверочным схемам, поскольку в этом диапазоне действуют три поверочные схемы:
1. ГОСТ 8.107-81 «ГСИ. Государственный специальный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений абсолютного давления в диапазоне от $1 \cdot 10^{-8}$ до $1 \cdot 10^3$ Па».
 2. Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 06 декабря 2019 г. № 2900 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерения абсолютного давления в диапазоне от $1 \cdot 10^{-1}$ до 10^7 Па».
 3. Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 июня 2018 г. № 1339 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа».

Исходя из предъявляемых требований и проведенных исследований НИЛ госэталонов в области измерений низких абсолютных давлений и вакуума ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» было принято решение о разработке универсального интеллектуального транспортируемого эталона модульного типа для поверки и калибровки СИ низких абсолютных давлений и вакуума в диапазоне от $1 \cdot 10^{-1}$ до 10^5 Па.

Эталон модульного типа для поверки и калибровки средств измерений низких абсолютных давлений и вакуума

С целью реализации принятого решения НИЛ госэталонов в области измерений низких абсолютных давлений и вакуума ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» был проведен ряд исследований, направленных на создание нового эталона:

1. Обзор и анализ существующих установок для поверок и калибровок СИ низких абсолютных давлений и вакуума.

2. Обзор и анализ абсолютных методов измерений низких давлений в диапазоне $1 \cdot 10^{-1}$ до 10^5 Па, реализованных в первичных эталонах ведущих стран.
3. Обзор и анализ существующих средств создания и поддержания низких абсолютных давлений и вакуума, с целью выявления наиболее компактных.

По информации Государственного реестра средств измерений [1] в области вакуумных измерений находятся всего три типа установок. Все установки являются стационарными и не могут обеспечить поверку СИ на местах эксплуатации. Здесь следует отметить, что установок способных осуществлять поверку СИ низких абсолютных давлений и вакуума в соответствии с различными поверочными схемами не существует.

Одним из самых распространенных и высокоточных методов измерений в диапазоне от $1 \cdot 10^{-1}$ до 10^5 Па является метод статического расширения, основанный на изотермическом расширении газа и законе Бойля-Мариотта. Данный метод используется в первичных эталонах абсолютного давления таких стран как Россия (ВНИИМ), Германия (РТВ), США (NIST), Турция (UME) [2] и ряде других стран. Метод имеет достаточно широкий диапазон измерений: от $1 \cdot 10^{-3}$ Па вплоть до атмосферного давления. А также высокие точностные характеристики: от нескольких десятых долей процента до нескольких единиц процента, что неоднократно подтверждено международными сличениями [3].

Были проведены теоретические и практические исследования данного метода на государственном специальном первичном эталоне ГЭТ 49-2016 [4].

По результатам анализа абсолютных методов измерений было принято решение, что метод статического расширения является удовлетворительным по точности и простоте для реализации в разрабатываемом эталоне.

С учетом выбранного метода был разработан состав эталона, который представляет конструкцию, состоящую из отдельных независимых транспортируемых модулей, таких как:

1. Модуль создания и поддержания низких абсолютных давлений и вакуума, предназначен для обеспечения регулировки давления в диапазоне $1 \cdot 10^{-3}$ до 10^5 Па.
2. Измерительный модуль, для обеспечения процедур поверки и калибровки, а также передачи единицы давления в соответствии с действующими поверочными схемами и методиками в области измерений давления.
3. Программно-аппаратный комплекс, изготавливаемый в виде отдельного модуля, для контроля условий окружающей среды, автоматизации

процедур поверки, дистанционной поверки, обучения поверителей и регистрации результатов измерений.

Отметим, что такая компоновка эталона, позволит усовершенствовать уже имеющиеся на предприятиях РФ рабочие эталоны, без существенных затрат, поскольку достаточно будет встроить только недостающие модули, а не изготавливать весь эталон с нуля.

По результатам исследований сформулированы метрологические характеристики разрабатываемого эталона:

1. В соответствии с ГОСТ 8.107-81:

а. диапазон измерений: от $1 \cdot 10^{-1}$ до $1 \cdot 10^5$ Па;

б. пределы допускаемой относительной погрешности измерений:

- в диапазоне от $1 \cdot 10^{-1}$ до 10 Па, не более $\pm (5-4) \%$;
- в диапазоне от 10 до $1 \cdot 10^3$ Па, не более $\pm (4-3) \%$;
- в диапазоне от $1 \cdot 10^3$ до $1 \cdot 10^5$ Па, не более $\pm (3-1) \%$.

Метрологические характеристики соответствуют рабочему эталону 1-го разряда в соответствии с ГОСТ 8.107-81.

3. В соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 06 декабря 2019 г. № 2900

а. диапазон измерений: от 1 до $1 \cdot 10^5$ Па;

б. пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений:

- в диапазоне от 0,2 до 1 кПа, не более $\pm (10-30)$ Па;
- в диапазоне от 1 до 10 кПа, не более ± 20 Па;
- в диапазоне от 10 до 100 кПа, не более ± 50 Па.

В настоящее время модульные системы используются в том или ином виде практически во всех отраслях промышленности РФ и других развитых стран. Разрабатываемый во ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» эталон модульного типа позволит решить сразу несколько проблем современной промышленности РФ в области измерений низких абсолютных давлений и вакуума. В настоящее время НИЛ госэталонов в области измерений низких абсолютных давлений и вакуума ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» разрабатывает эталоны для ФБУ «Ростест-Москва» и Белорусского государственного института метрологии «БелГИМ» в состав которых войдут измерительный и программно-аппаратный модули.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений: [сайт] – URL: <https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/4> (дата обращения 22.02.2022). – Текст: электронный

2. The new UME primary standard for pressure generation in the range from 9×10^{-4} Pa to 10^3 Pa Kangi, R., Ongun, B., Elkatmis, A. Metrologia, 2004, 41(4), стр. 251–256
3. Final report on the key comparison CCM.P-K4.2012 in absolute pressure from 1 Pa to 10 kPa Jacob Ricker, Jay Hendricks, Thomas Bock, k Dominik, Tokihiko Kobata, Jorge Torres and Irina Sadkovskaya ©2017 VIPM & IOP Publishing Ltd Metrologia, Volume 54, Number 1A
4. В. Н. Горобей, А. А. Чернышенко. Метод статического расширения на основе мембранно-емкостного вакуумметра. Вакуумная техника и технологии – 2017: труды 24-й Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. 6 июня – 8 июня 2017 г. / под ред. д-ра техн. наук А. А. Лисенкова. – СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2017, с. 67-69

ВОЗМОЖНОСТЬ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСТАНЦИОННОЙ ПОВЕРКИ ОБЪЕМНЫХ РАСХОДОМЕРОВ ИЗ СОСТАВА СИКН В СЛУЧАЯХ БЛИЗКИМ К ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ, НА ТРУДНОДОСТУПНЫХ ОБЪЕКТАХ СО СТОРОНЫ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ

Сергеев А.С.

ФБУ «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Самарской области» (ФБУ «Самарский ЦСМ»), г. Самара,
e-mail: ASsergeev063@yandex.ru

Аннотация: Целью данной статьи является предложение по внедрению дистанционной поверки.

Ключевые слова: СИКН, ИВК (измерительно-вычислительный комплекс), РАСХОДОМЕР ДИСТАНЦИОННАЯ ПОВЕРКА

В условиях пандемии мы столкнулись с проблемой проведения поверок СИ на предприятиях, так как было проблематично передвигаться по региону и за его пределами. Столкнувшись с такими условиями, я проработал возможность проведения поверки СИ дистанционно, не выезжая на объект. Рассмотрим такой вариант на примере поверки СИ входящих в состав СИКН. Расходомеры из состава СИКН должны проходить поверку непосредственно на месте своей эксплуатации, тем самым требует непосредственного нахождения поверителя на объекте. Проанализировав основные, часто используемые методики поверки расходомеров из состава СИКН, акты, составляющие при поверке от лица трех сторон, принцип работы ИВК и АРМ оператора я пришел к мнению что поверку расходомера можно провести без нахождения поверителя на объекте, достаточно лишь собрать полный пакет документов и с помощью его провести анализ поверки и сделать заключение о правильности ее проведения с дальнейшим оформлением результата. Для подробного рассмотрения возьмем во внимание МИ 3287-2010 и на ее примере рассмотрим, как можно воплотить в реальность поверку объемного расходомера в дистанционном формате.

ЛИТЕРАТУРА

1. Приказ № 2510 от 31.07.2020 «Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке»
2. МИ 3287-2010 ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ. ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ОБЪЕМНОГО РАСХОДА. МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
3. МИ 3002 Рекомендация. Государственная система обеспечения единства измерений. Правила пломбирования и клеймения средств измерений и оборудования, применяемых в составе систем измерений количества и показателей качества нефти и поверочных установок
4. ГОСТ 1756 Определение давления насыщенных паров

СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА В ИСПЫТАТЕЛЬНОМ ОБОРУДОВАНИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ ТЕРМОПАР

Слепынский Г.С., Фуксов В.М.

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии имени Д.И. Менделеева» (ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»), г. Санкт-Петербург, Россия, e-mail: sgs@vniim.ru

Аннотация: В настоящей статье рассмотрены вопросы применения дифференциальных термопар в качестве датчиков температуры для измерений температуры воздуха в испытательном оборудовании. Проведено экспериментальное определение температуры воздуха с помощью дифференциальной термопары. Подчеркнуты преимущества и актуальность применения дифференциальных термопар в качестве датчиков температуры в сравнении с существующими на рынке датчиками.

Ключевые слова: ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ТЕРМОПАРА, ИСПЫТАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНО-ТЕРМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ, ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА, ИСПЫТАНИЯ ПРОДУКЦИИ, ВНЕШНИЙ ВОЗДЕЙСТВУЮЩИЙ ФАКТОР.

Испытания продукции и технических изделий на стойкость к воздействию температуры воздуха является одним из ключевых аспектов оценки их качества во многих областях производственной и научной деятельности. Пригодность испытательного оборудования (далее – ИО) к эксплуатации подтверждается в рамках их аттестации [1]. При этом четко установлено количество датчиков температуры и места их размещения (на границах полезного объема) [2].

Однако, в период эксплуатации ИО может возникнуть необходимость более глубокого изучения температурного поля ИО. Например, в рамках исследовательских работ по определению температуры воздуха в конкретных точках или за границами полезного объема ИО с установкой большего количества датчиков, чем это регламентировано [2].

В настоящей статье предложен способ измерения температуры воздуха в ИО с применением в качестве датчиков температуры дифференциальных термопар (далее – ДТ), установленных на границах полезного объема ИО. В качестве датчиков температуры выбраны дифференциальные термопары «хромель-копель». Выбор термопар типа «хромель-копель» обусловлен их высокой чувствительностью (80 мкВ) при невысоких температурах [3], а также низкой стоимости.

Для эксперимента по измерению температуры ДТ была собрана установка, в состав которой входили 2 термостата, наполненных водой, эталонные термометры (далее – ЭТ), хромель-копелевая ДТ, милливольтметр.

Целью эксперимента являлось определение разности показаний температуры воды между термостатами $\Delta(t_1-t_2)$ при помощи ДТ и 2 ЭТ с последующим сравнением показаний.

В ходе эксперимента проводилось 3 серии измерений. В каждой из серий температура воды во втором термостате (t_2) повышалась, температура воды в первом термостате (t_1) была постоянна. В таблице 1 представлены результаты измерений разности температуры воды в термостатах. В таблице 2 приведена оценка ожидаемой погрешности измерений температуры.

Таблица 1. Результаты измерений разности температуры воды в термостатах

Серия измерений	$t_1, ^\circ\text{C}$	t_1, mV	$t_2, ^\circ\text{C}$	t_2, mV	ДТ, mV	$\Delta(t_1-t_2), \text{mV}$	ДТ- $\Delta(t_1-t_2), \text{mV}$	ДТ- $\Delta(t_1-t_2), ^\circ\text{C}$
1	21,62	1,396	22,09	1,427	-0,029	-0,0312	0,0017	0,02
	21,55	1,392	27,31	1,772	-0,380	-0,3806	0,0006	0,01
	21,46	1,386	30,76	2,002	-0,626	-0,6158	-0,0104	-0,15
2	40,90	2,685	43,38	2,854	-0,169	-0,1690	0,0004	0,01
	39,81	2,610	44,97	2,962	-0,356	-0,3514	-0,0042	0,07
	40,35	2,648	47,38	3,129	-0,487	-0,4810	-0,0059	0,1
3	60,35	4,024	62,47	4,172	-0,152	-0,1484	-0,0034	0,06
	59,54	3,967	64,40	4,309	-0,346	-0,3420	-0,0044	0,07
	59,72	3,980	67,91	4,554	-0,578	-0,5736	-0,0046	0,08

Таблица 2. Ожидаемая погрешность измерений температуры

Бюджет погрешности	
СКО	0,06 К
Эталонный термометр	0,02 К
Нестабильность термостата	0,01 К
Неравномерность в термостате	0,01 К
Неоднородность термоэлектродов	0,05 К
Электроизмерительный прибор	0,15 К
$\Sigma\Delta$	0,2 К

Анализ полученных результатов свидетельствуют о совпадении показаний ЭТ и ДТ в пределах $0,1 ^\circ\text{C}$ с ожидаемой погрешностью измерений $0,2 ^\circ\text{C}$. Это подтверждает возможность применения ДТ для измерений

температуры воздуха в ИО, допустимое отклонение которого составляет не более $\pm 1,0$ °С [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ Р 8.568 – 2017. Государственная система обеспечения единства измерений. Аттестация испытательного оборудования. Основные положения. – М.: Стандартиформ, 2018. – 11 с.
2. ГОСТ Р 53618 – 2009 (МЭК 60068-3-5:2001). Требования к характеристикам камер для испытаний технических изделий на стойкость к внешним воздействующим факторам. Методы аттестации камер (без загрузки) для испытаний на стойкость к воздействию температуры. – М.: Стандартиформ, 2011. – 21 с.
3. ГОСТ Р 8.585-2001. Государственная система обеспечения единства измерений. Термопары. Номинальные статические характеристики преобразования. – М.: Стандартиформ, 2010. – 77 с.

ОЦЕНКА ПОПРАВОК К ШКАЛЕ ВРЕМЕНИ ПЕРЕВОЗИМЫХ КВАНТОВЫХ ЧАСОВ ПО СИГНАЛАМ ГНСС В УСЛОВИЯХ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ

Смирнов Ф.Р., Карауш А.А.

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений» (ФГУП «ВНИИФТРИ»), Менделеево, Московская область, Россия,
ORCID 0000-0003-1504-9192, e-mail: frsmirnov@vniiftri.ru

Аннотация: Предложен оригинальный метод оценки поправок к шкале времени перевозимых квантовых часов в условиях транспортирования с использованием ГНСС измерений, предполагающий введение ограничения на величину возможного смещения опорной шкалы времени приёмника при отсутствии ГНСС-сигнала на основе характеристик используемых часов. Результаты экспериментальной проверки метода согласуются с результатами измерений, выполненных на Государственном эталоне единиц времени и частоты, с погрешностью менее 0,5 нс.

Ключевые слова: ПЕРЕВОЗИМЫЕ КВАНТОВЫЕ ЧАСЫ, СРАВНЕНИЕ ШКАЛ ВРЕМЕНИ, ГЛОБАЛЬНАЯ НАВИГАЦИОННАЯ СПУТНИКОВАЯ СИСТЕМА, ФИЛЬТР КАЛМАНА, СТАБИЛЬНОСТЬ ЧАСТОТЫ.

Оценка поправок к шкале времени (ШВ) перевозимых квантовых часов (ПКЧ) в условиях транспортирования является важной задачей метрологического обеспечения частотно-временных измерений [1]. Решение данной задачи позволяет повысить достоверность и точность результатов сравнений ШВ удалённых потребителей, при этом оценку смещения ШВ ПКЧ производят относительно одного из потребителей, являющимся хранителем опорной шкалы времени [2].

Современный уровень развития технологий ГНСС предоставляет возможность определения положения шкалы времени стандарта частоты с использованием динамических спутниковых измерений с оценением фазовых неоднозначностей в виде дробных чисел [3]. Одной из проблем такого подхода является потеря непрерывности фазовых измерений при движении приёмника в условиях плотной городской застройки, а также под мостами и эстакадами. Кратковременные срывы слежения за фазой принимаемого сигнала приводят к необходимости переопределения оценки фазы несущей по кодовым измерениям с более низкими характеристиками точности [4, 5].

Авторами предложен оригинальный оценки поправок к шкале времени ПКЧ в условиях транспортирования с использованием измерений по сигналам ГНСС, основанный на технологии Precise Point Positioning (PPP) [6] и применении фильтра Калмана [7]. При этом ПКЧ являются источником опорных

сигналов для приёмника сигналов ГНСС, определяющего координаты и разность опорной и системной ШВ. Особенностью предлагаемого метода является введение ограничения на величину возможного изменения смещения ШВ приёмника при отсутствии ГНСС-сигнала, которое определено на основе характеристик используемого в качестве ПКЧ стандарта частоты.

Предложенный метод опробован в экспериментах по транспортировке стандарта частоты и времени водородного типа Ч1-1007 из ФГУП «ВНИИФТРИ» (п. Менделеево, Московская обл.) в ЗАО «Время-Ч» (г. Нижний Новгород) и на центральный синхронизатор ГЛОНАСС (г. Щелково). Получены оценки поправок к ШВ и нестабильности частоты водородного стандарта в условиях транспортирования. Оценки согласуются с результатами измерений, выполненных на Государственном первичном эталоне единиц времени и частоты, с погрешностью менее 0,5 нс.

Полученные результаты сравнений ШВ показывают, что привлечение дополнительной информации в виде ограничения на предел возможного изменения смещения ШВ приёмника при отсутствии ГНСС-сигнала на основе характеристик используемого стандарта частоты позволяет приблизить погрешность оценок поправок к ШВ часов при их перемещении к погрешности измерений разности ШВ в стационарных условиях.

Разработанный метод предлагается использовать для повышения точности сравнения ШВ удалённых потребителей с помощью ПКЧ нового поколения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гайгеров Б.А., Сысоев В.П. Учет релятивистских эффектов при сличении шкал времени с помощью перевозимых квантовых часов. – Измерительная техника, 2012, № 2, С. 25–29.
2. Смирнов Ф.Р., Жариков А.И. Эталон-переносчик нового поколения для высокоточного сравнения шкал времени // Альманах современной метрологии, 2018, №15, С. 17-30, УДК 53.083.91
3. Поваляев А.А. Спутниковые радионавигационные системы: время, показания часов, формирование измерений и определение относительных координат. М.: Радиотехника, 2008. С. 328.
4. Springer Handbook of Global Navigation Satellite Systems (Springer Handbooks), Editors P. Teunissen, O. Montenbruck, 1st ed., 2017, 1327 p.
5. Hofmann-Wellenhof, B., Lichtenegger, H., Collins, J., Global Positioning System. Theory and Practice, Fifth, revised edition, 2001, p. 404.
6. Трофимов Д.А. Определение координат пунктов из ГНСС-наблюдений методом PPP: Учебное пособие – СПб, 2019. – 73 с.
7. Gibbs B. Advanced Kalman filtering, least-squares and modeling. A practical Handbook. 2011. p. 605

ОПЫТ УЧАСТИЯ ФГУП «ВНИИМ ИМ. Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА» В КОНКУРСЕ НА СОИСКАНИЕ ПРЕМИЙ ПРАВИТЕЛЬСТВА РФ В ОБЛАСТИ КАЧЕСТВА

Смирнова А.Ю., Селиванова Т.Я.

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева»
(ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»), г. Санкт-Петербург, Россия,
e-mail: a.yu.smirnova@vniim.ru

Аннотация: в статье описан опыт участия ВНИИМ в Конкурсе на соискание Премий Правительства РФ в области качества.

Ключевые слова: МОДЕЛЬ EFQM, МАТРИЦА ОЦЕНКИ RADAR, СИСТЕМА МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА, ПРОЦЕССНЫЙ ПОДХОД, ПРЕМИЯ ПРАВИТЕЛЬСТВА РФ В ОБЛАСТИ КАЧЕСТВА

ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» в 2021 году стал участником 25 юбилейного конкурса на соискание Премий Правительства РФ в области качества и провел свою самооценку на базе модели EFQM (Европейский фонд управления качеством) в категории с численностью организаций свыше 1000 человек.

Участие в конкурсе для ВНИИМ – это возможность для совершенствования системы управления, улучшения процессов и оценки своего уровня зрелости в рамках реализации существующей стратегии.

Основным этапом конкурса являлось написание отчета по самооценке деятельности. В подготовке к участию в конкурсе и написанию отчета по самооценке принимало большое количество работников отделов/лабораторий и обеспечивающих служб, что еще раз доказывает реализацию принципа менеджмента качества «Вовлеченность персонала». Оценка деятельности проводилась по 1000-бальной системе, и включала 9 основных критериев деятельности предприятия, которые подразделены на 2 показателя – «Возможности» и «Результаты».

«Результаты» достигаются путем реализации «Возможностей», а «Возможности» улучшаются на основе обратной связи, полученной от «Результатов». Использование модели EFQM помогло провести ВНИИМ комплексную самооценку и позволило выявить мощность управленческого потенциала, а также оценить эффективность действующей системы менеджмента.

Основным инструментом оценочной деятельности в модели EFQM является матрица оценки RADAR.

В соответствии с оценочным механизмом RADAR в модели EFQM критериальный показатель «Результаты» оценивается по показателю Results, а критериальный показатель «Возможности» анализируются с учетом Approach, Deployment, Assessment and Review [2, с. 56].

В процессе самооценки ВНИИМ реализовал методологию постоянного совершенствования Шухарта-Деминга цикл PDCA, который символизирует улучшения, по мере повторения цикла совершенствования.

По итогам заочного этапа конкурса, заключавшегося в экспертизе отчета, представленного ВНИИМ на конкурс на соискание премии Правительства Российской Федерации в области качества, ВНИИМ набрал более 250 баллов и вышел на очное обследование организации-конкурсанта. Очная оценка позволила посмотреть на свою деятельность со стороны, проанализировать работу работников и скорректировать собственные процессы.

Детальное рассмотрение процессов в рамках самооценки позволило провести углубленный анализ работы по направлениям развития ВНИИМ. Результаты конкурса будут оглашены в мае, но независимо от результатов участия ВНИИМ получил объективную экспертную оценку своей работы, выявил области для улучшения и обозначил свои сильные стороны при реализации своих приоритетных для страны задач.

Почти два столетия лет ВНИИМ сохраняет и успешно развивает фундаментальную метрологию и эталонную базу, без которой немислимо решение стратегических задач, стоящих перед российской экономикой, наукой и высшей школой. Внедрение инновационных технологий в промышленности, медицине, экологии невозможно без измерений наивысшей точности и надёжности. Именно на достижение этих целей и направлена система менеджмента качества ВНИИМ, которая для каждого сотрудника ВНИИМ стала ещё одним – главным эталоном.

ЛИТЕРАТУРА

1. Премия Правительства Российской Федерации в области качества: [Электронный ресурс]// Роскачество. URL: <https://roskachestvo.gov.ru/award/>. (Дата обращения: 19.04.2022).
2. Маслов Д.В. Современные инструменты управления: модель совершенствования EFQM: учебное пособие / Д.В. Маслов. – Иваново: Иван. гос. энерг. ун-т., 2016. – 107 с.

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПРИ ПОВЕРКЕ ГРУЗОПОРШНЕВЫХ МАНОМЕТРОВ

Соловьев В.И.

ФБУ «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Самарской области» (ФБУ «Самарский ЦСМ»), г. Самара, Россия,
e-mail: Solovyov.vyacheslaw@yandex.ru

Аннотация: Целью данной статьи являются предложения по внедрению максимальной полезной информации в актуальные документы для проведения поверок грузопоршневых манометров.

Ключевые слова: ГРУЗОПОРШНЕВОЙ МАНОМЕТР, ДАВЛЕНИЕ, ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ И ПНЕВМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА, ЭТАЛОН, НОМИНАЛЬНАЯ ПЛОЩАДЬ, ГРУЗЫ, МАССА, ПОВЕРОЧНАЯ СХЕМА

В этой статье рассматриваются 3 основных вопроса, возникающие при поверке грузопоршневых манометров и возможные способы их решения.

При проведении работ по поверке грузопоршневых манометров – необходимо учитывать несколько главных факторов, которые могут повлиять на конечный результат поверки. Данные о таких факторах, как температурный коэффициент, коэффициент деформации поршня и цилиндра от давлений, плотности материалов грузов, плотности сред, а также сами среды, в которых манометры работают и поверяются – не всегда предоставляются в поверочные лаборатории – поверителям

Для этого необходимо создать общий перечень коэффициентов для всех грузопоршневых манометров каждого вида, в зависимости от года выпуска. Либо такую информацию добавить в Госреестры, МП, РЭ и соответственно – в паспорта выпускаемых манометров Для создания такого перечня мы провели продуктивный диалог с ВНИИМ им. Д.И. Менделеева и с одним из ведущих Российских производителей грузопоршневых манометров, которые в свою очередь, поддерживают данное предложение, и в ближайшее время вся упомянутая информация должна появиться в открытом доступе.

Не стандартные грузопоршневые манометры» с разными ВПИ (верхними пределами измерений). Как и по каким эталонам (с каким ВПИ) поверять такие приборы.

Для решения вышеописанного вопроса экспериментально сравнили две поверки грузопоршневого манометра МП-100 по двум эталонам: МП-60 и МП-600. Сравнили такие показания, как СКО (среднее квадратическое отклонение) и полученные площади F. Вывод следующий: поверку грузопоршневых манометров типа МП-60 и до МП-100 необходимо проводить по эталону МП-60 (разрядность $\frac{1}{2}$, ВПИ 6 МПа), свыше МП-100 до МП-2500 проводить по эталону МП-600 (разрядность $\frac{1}{2}$, ВПИ не более 60 МПа),

т.е. площади поверяемой и эталонной колонок должны быть максимально близки по номиналу друг к другу.

Проверка соответствия действительных значений массы грузов и грузоприемных устройств расчетным или номинальным значениям. При данной процедуре мы проверяем – соответствуют ли расчетные значения масс допустимым погрешностям, которые необходимо правильно выбрать из МП или из ГОСТа. Если для сравнения взять три грузопоршневых манометра, Госреестр № 16026-97, № 52189-12 и № 52189-16, то допуски на грузы у манометров КТ 0,02 у всех у них будут разные: 0,005%, 0,0015% и 0,004%.

В данном пункте хотелось бы напомнить о важности правильного выбора актуального нормативного документа (МП или ГОСТа), в котором прописаны погрешности или формулы допусков для подгонки грузов конкретного типа грузопоршневого манометра!

ЛИТЕРАТУРА

1. Приказ Росстандарта № 1339 от 29 июня 2018 г. «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа». Приложение А.
2. ГОСТ Р 8.479-82 «Государственная система обеспечения единства измерений. Манометры избыточного давления грузопоршневые. Методы и средства поверки».
3. ГОСТ Р 8291-69 «Манометры избыточного давления грузопоршневые. ОБЩИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ».
4. ГОСТ Р 8291-83 «Манометры избыточного давления грузопоршневые. ОБЩИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ».
5. ГОСТ 8.061-80 «Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Поверочные схемы. Содержание и построение».
6. МИ 2429-97 ГСИ. Манометры грузопоршневые. Метрологические и технические характеристики. Виды метрологического контроля (МР МОЗМ 110).
7. МП АП-01-2016 Манометры грузопоршневые МП и МГП. Методика поверки.
8. Руководство-21-10-15 Манометры грузопоршневые МП и МГП. Руководство по эксплуатации.

РАЗРАБОТКА СТАНДАРТНЫХ ОБРАЗЦОВ ДЛЯ ГРАДУИРОВКИ АНАЛИЗАТОРА RHEN602 ФИРМЫ LECO ПРИ ВЫСОКОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ ВОДОРОДА

Спиридонова А.А., Кудияров В.Н.

Федеральное бюджетное учреждение «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Томской области» (ФБУ «Томский ЦСМ»), Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ФГАОУ ВО НИ ТПУ), г. Томск, Россия, ORCID: 0000-0002-5679-4861, e-mail: spiridonova@tcsms.ru

Аннотация: В настоящее время на рынке отсутствуют стандартные образцы с высокими концентрациями водорода, отвечающие требованиям метода извлечения водорода в инертной атмосфере. В данной статье описывается приготовление стандартных образцов технического титанового сплава Ti-N и градуировка анализатора водорода RHEN602 фирмы LECO с использованием этих образцов. В результате работы были приготовлены серии градуировочных образцов в диапазоне концентраций до 4 масс. % водорода; была получена градуировочная зависимость.

Ключевые слова: RHEN602 ФИРМЫ LECO; ВОДОРОД; СТАНДАРТНЫЙ ОБРАЗЕЦ; ТИТАНОВЫЙ СПЛАВ, ГРАДУИРОВКА

Разработка перспективных материалов для хранения водорода является одной из важных задач развития водородной энергетики [1-5]. Наиболее широкое применение для измерения концентрации водорода в металлах нашел экстракционный метод в среде инертного газа с определением содержания водорода с помощью термокондуктометрической ячейки по градуировочной линии [6, 7].

Одним из приборов, в котором реализован метод экстракции водорода в среде инертного газа, является анализатор водорода серии RHEN фирмы LECO. Анализаторы фирмы LECO подвергаются градуировке по эталонным образцам с концентрацией водорода от 0,0006 до 0,0060 масс. %, обладают чувствительностью 0,000002 масс. % и погрешность определения малых концентраций водорода не превышает 10 %. Однако, при измерении высоких концентраций водорода погрешность измерения может быть существенно больше, так как при градуировке используются эталонные образцы с низкой концентрацией.

В качестве материала для изготовления образцов были выбраны образцы технически чистого титанового сплава [8-12]. Процедура создания включает пять основных этапов: подготовка образцов, отжиг, гидрирование

и выдержка в атмосфере инертного газа. После проведения серий насыщения исследуемого материала была проведена градуировка анализатора с построением градуировочной зависимости.

Градуировка анализатора проводилась по образцам, представленным в таблице 1.

Таблица 1. Серии градуировочных образцов

Серия	Содержание, масс. %	Серия	Содержание, масс. %
1	0,643±0,032	4	1,559±0,078
2	1,068±0,053	5	1,860±0,093
3	1,125±0,056	6	4,000±0,100

С использованием представленных образцов была получена градуировочная зависимость, показанная на рисунке 1, которая описывается уравнением: $y = 27,50x - 0,13$, (1)

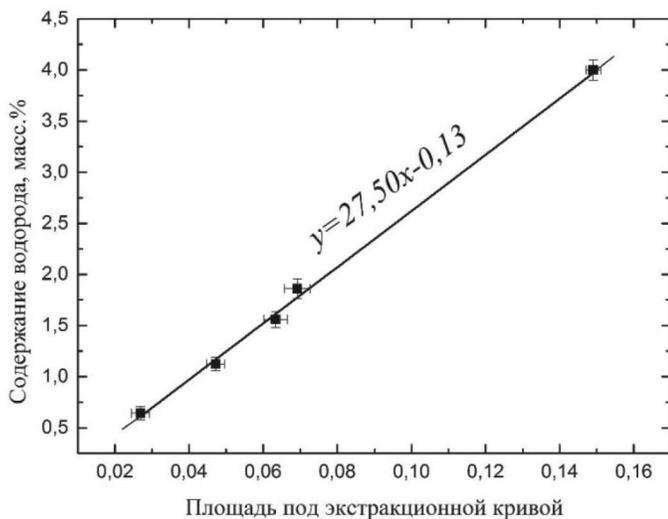


Рисунок 1. Градуировочная зависимость разработанных образцов

Стоит отметить, что градуировка по разработанным образцам может позволить измерять концентраций от 0,5 до 4,0 масс. % водорода.

На основании представленных результатов можно сделать вывод, что разработанные стандартные образцы соответствует заявленной цели и могут быть применены для проведения градуировки анализатора RHEN602 фирмы LECO.

ЛИТЕРАТУРА

1. Borzenko, V., Eronin, A. The use of air as heating agent in hydrogen metal hydride storage coupled with PEM fuel cell. *International Journal of Hydrogen Energy*. 2016, 41(48), 23120-23124 p.
2. García-Triviño, P. et al. Optimized operation combining costs, efficiency and lifetime of a hybrid renewable energy system with energy storage by battery and hydrogen in grid-connected applications. *International Journal of Hydrogen Energy*. 2016, 41(48), 23132-23144 p.
3. Ortiz, A.L., Zaragoza, M.J.M., Collins-Martinez, V. Hydrogen production research in Mexico: A review. *International Journal of Hydrogen Energy*, 2016, 41(48), 23363-23379 p.
4. Ramírez-Dámaso, G. et al. A DFT study of hydrogen storage on surface (110) of Mg 1– x Al x (0 ≤ x ≤ 0.1). *International Journal of Hydrogen Energy*, 2016, 41(48), 23388-23393 p.
5. Liu, W., Aguey-Zinsou, K.F. Hydrogen storage properties of in-situ stabilised magnesium nanoparticles generated by electroless reduction with alkali metals. *International Journal of Hydrogen Energy*, 2015, 40(47), 16948-16960 p.
6. Protsenko, O.M. Experience in developing a methodology for measuring hydrogen content in titanium alloys. *Electronic scientific journal "Proceedings of VIAM"*, 2014, 12, 1-5 p. (in Russian)
7. Grigorovich, K.V. New possibilities of modern methods for determination of gas-forming impurities in metals. *Factory laboratory. Diagnostics of materials*, 2007, 73(1), 23-34 p. (in Russian)
8. Mikhaylov, A.A. et. al. Titanium defect structure change after gas-phase hydrogenation at different temperatures and cooling rates. *AIP Conference Proceedings*. – AIP Publishing, 2016, 1783(1), 020152 p.
9. Hadjixenophontos, E. et al. The role of surface oxides on hydrogen sorption kinetics in titanium thin films. *Applied Surface Science*, 2018, T. 441, 324-330 p.
10. Laptev, R.S. et. al. Hydrogenation-induced microstructure changes in titanium. *Journal of Alloys and Compounds*, 2015, 645, S193-S195 p.
11. Stepanova, E.N. et. al. Effect of hydrogen on the structural and phase state and defect structure of titanium alloy. *AIP Conference Proceedings*. – AIP Publishing, 2016, 1772(1), 030016 p.
12. Sakintuna, B., Lamari-Darkrim, F., Hirscher, M. Metal hydride materials for solid hydrogen storage: a review. *International journal of hydrogen energy*, 2007, 32(9), 1121-1140 p.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПОВЕРКИ ГАЗОАНАЛИЗАТОРОВ, НАСТРОЕННЫХ НА «ТЯЖЕЛЫЕ» УГЛЕВОДОРОДЫ

Степанов А.С.

Федеральное бюджетное учреждение «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Тюменской и Курганской областях, Ханты-Мансийском автономном округе-Югре, Ямало-Ненецком автономном округе» (ФБУ «Тюменский ЦСМ»), г. Тюмень, Россия,

ORCID: 0000-0001-9501-7195, e-mail: stepanovsanya45@mail.ru

Аннотация:

Существующая методика поверки/градуировки газоанализаторов ГКПС17.41.00.000 РЭ, настроенных на дозврывные концентрации паров углеводородов (бензин, дизельное топливо) не учитывает адсорбцию газообразного вещества на стенках поверочной/градуировочной установки для создания поверочных газовых смесей (ПГС), что приводит к систематической погрешности настраиваемых средств измерений.

Ключевые слова: АДСОРБЦИЯ, ГАЗОАНАЛИЗАТОР, СИСТЕМАТИЧЕСКАЯ ПОГРЕШНОСТЬ, ПАРЫ УГЛЕВОДОРОДОВ, СПЕКТРОМЕТРИЯ, МЕТОД ВАН-ОССА

В рамках проведенных исследований была отработана методика для создания ПГС, настроенных на пары бензина и дизельного топлива в установке (рис. 1) [1, 2]. Методом инфракрасной спектрометрии была выявлена ошибка в методе приготовления ПГС согласно ГОСТ Р 51330.2-99 [3,7], связанная с адсорбцией паров УВ на стенках экспериментальной установки. При создании ПГС (бензин АИ-92) адсорбируется 9,3% жидкой фазы, а для дизельного топлива 75% (в градуировочных точках), что приводит к уменьшению заданной концентрации ПГС. С учетом вышеизложенного была представлена новая формула определения расчета количества бензина и дизельного топлива, необходимого для создания заданной концентрации паров в камере с известными объемом и температурой, включающая **поправку, учитывающую адсорбцию паров УВ** [4, 6].

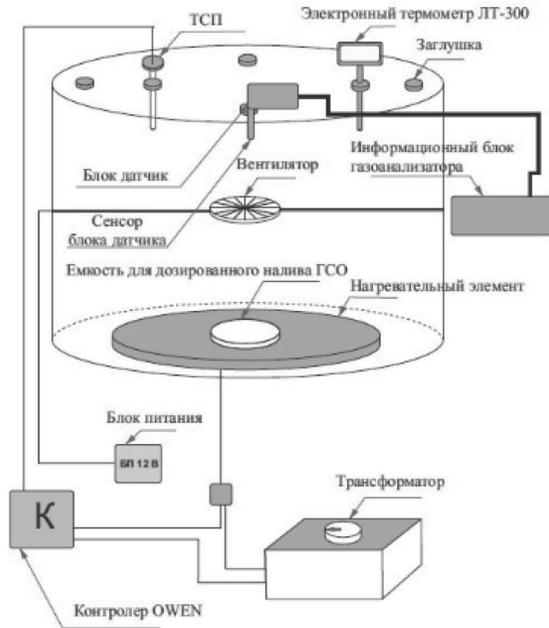


Рисунок 1. Установка для создания поверочных газовых смесей углеводородов (паров гексана, бензина, керосина, ацетона) и спиртов.

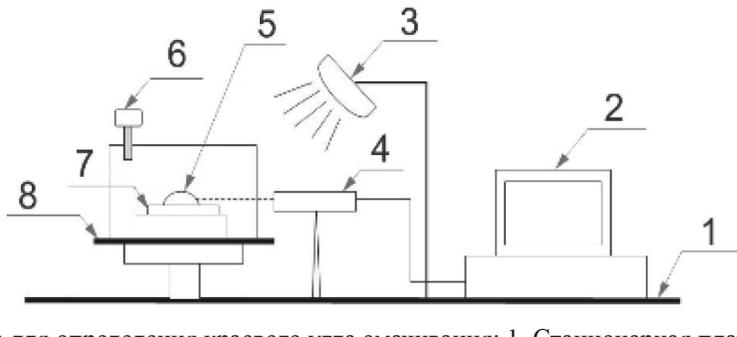


Рисунок 2. Установка для определения краевого угла смачивания: 1. Стационарная платформа; 2. Персональный компьютер; 3. Осветительный элемент; 4. Цифровая видеокамера; 5. Тестовая жидкость; 6. Термометр; 7. Исследуемый образец; 8. Подвижная платформа.

С помощью установки (рис. 2) была отработана методика определения свободной поверхностной энергии (СПЭ) методом Ван-Осса твердых тел, входящих в состав установки (рис. 1) [5].

Эксперименты по определению краевого угла смачивания и СПЭ исследуемых образцов до и после адсорбции УВ проводились с водой и бромнафталином. Тестовыми поверхностями были орг. стекло, стекло, сталь, политетрафторэтилен. После адсорбции УВ (диз. топливо) краевые углы смачивания бромнафталином исследуемых образцов изменились, а следовательно, изменились и СПЭ поверхностей. Поверхностная энергия орг. стекла увеличилась на 5 %, в случае с нержавеющей сталью на 7 %. Это говорит о том, что адсорбированные УВ являются поверхностно-активными веществами и регулируют условия смачивания и величину краевых углов. Следовательно, изменяются значения межфазных энергий для поверхностей исследуемых материалов, и возрастает роль гидрофильной компоненты [8]. Стекло и политетрафторэтилен являются гидрофобными поверхностями (так как значения составляющих СПЭ изменились незначительно), и адсорбция УВ не влияет на изменения составляющих СПЭ. После адсорбции УВ (бензин-АИ 92) СПЭ поверхностей изменилась в пределах 1%, что говорит о малой концентрации адсорбированных УВ, которые незначительно меняют значения межфазных энергий для поверхностей исследуемых материалов [9].

Результаты показали, что поверхности орг. стекла и стали являются гидрофильными, а стекло и политетрафторэтилен гидрофобными, соответственно последние можно использовать альтернативными применяемым материалам для модернизации установки поверки/градуировки газоанализаторов для **снижения систематической погрешности** в определении концентрации ПГС.

С учетом вышеизложенного границы применимости статического метода приготовления ПГС для поверки/градуировки газоанализаторов, настроенных на «тяжелые» УВ требует более детального изучения, а метрологическая оснащенность лабораторий модернизации.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГКПС17.41.00.000РЭ. Датчики взрывоопасных газов и паров с унифицированным сигналом. Москва, 2012. С. 3-20
2. ГКПС17.00.00.000РЭ. Газоанализатор – сигнализатор взрывоопасных газов и паров стационарный Сигнал-03. Москва, 2012. С. 4-23
3. ГОСТ Р 51330.2-99. Взрывозащита вида «Взрывонепроницаемая оболочка». Методы определения безопасного экспериментального максимального зазора. Москва: Издательство стандартов, 1999. – 5с.

4. Степанов А. С. Экспериментальное определение массового содержания адсорбированных молекул в установке, предназначенной для проверки/градуировки газоанализаторов / А. С. Степанов, А. А. Вакулин // Вестник Тюменского государственного университета. Физико-математическое моделирование. Нефть, газ, энергетика. 2017. Том 3. № 2. С. 21-32. DOI: 10.21684/2411-7978-2017-3-2-21-32
5. CAREL J. VAN OSS'. Interfacial Lifshitz-van der Waals and Polar Interactions in Macroscopic/ CAREL J. VAN OSS'//Chemical Reviews 1988, Vol. 88, No. 6 Pp. 933-935.
6. Вакулин А.А. Методы измерений, испытаний и контроля: учебное пособие / Вакулин А.А. Тюмень, 2010. С. 10-25.
7. Веснин В. Л. Применение инфракрасной спектроскопии для анализа углеводородных смесей / В. Л. Веснин, В. Г. Мурадов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2014. Том 16. № 4. С. 63-68.
8. Цивилев, Р.П. Поверхностное натяжение. Поверхностно-активные вещества. Адсорбция: метод. указания к самостоятельной работе и лабораторному практикуму по дисциплине «Коллоидная химия»/Р.П. Цивилев// Ухта. УГТУ, 2007. – 17 с.
9. Степанов А. С. Влияние адсорбированных углеводородов на изменение свободной поверхностной энергии твердых поверхностей / А. С. Степанов, А. А. Вакулин // Вестник Тюменского государственного университета. Физико-математическое моделирование. Нефть, газ, энергетика. 2018. Том 4. № 3. С. 23-35. DOI: 10.21684/2411-7978-2018-4-3-23-35

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЛУЖБЫ СТАНДАРТНЫХ ОБРАЗЦОВ СОСТАВА И СВОЙСТВ ВЕЩЕСТВ И МАТЕРИАЛОВ. ПРОШЛОЕ, НАСТОЯЩЕЕ, БУДУЩЕЕ

Студенок В.В.², Медведевских С.В.¹, Собина Е.П.², Кремлева О.Н.²,

¹Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии имени Д.И. Менделеева»,

Санкт-Петербург, Россия ²Уральский научно-исследовательский институт метрологии – филиал Федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии имени Д.И.

Менделеева», Екатеринбург, Россия, e-mail: studenok@uniim.ru

Аннотация: Проблема сопоставимости результатов измерений решается увеличением числа и созданием новых средств передачи единиц величин с установленной метрологической прослеживаемостью. Освещены результаты деятельности Государственной службы стандартных образцов состава и свойств веществ и материалов Российской Федерации. Рассмотрены вопросы создания национальных стандартных образцов и установления метрологической прослеживаемости результатов измерений.

Ключевые слова: СТАНДАРТНЫЕ ОБРАЗЦЫ, МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОСЛЕЖИВАЕМОСТЬ, ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЛУЖБА СТАНДАРТНЫХ ОБРАЗЦОВ, СОПОСТАВИМОСТЬ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ, СТАНДАРТНЫЕ ОБРАЗЦЫ УТВЕРЖДЕННОГО ТИПА.

Стандартные образцы – одно из ключевых средств обеспечения единства, согласованности и прослеживаемости результатов измерений. В настоящее время стандартные образцы (СО) являются одним из важных звеньев эффективной деятельности метрологических служб, включающей оценку компетентности лабораторий при аккредитации и межлабораторных сличительных испытаниях. СО применяют в виде носителей аттестованных значений физических свойств, включаемых в государственные поверочные схемы в качестве эталонов различного уровня. В аналитической практике СО используют для градуировки и контроля качества измерений.

Деятельность по разработке, испытанию и внедрению стандартных образцов состава и свойств веществ и материалов для обеспечения единства измерений, согласно Федеральному закону «Об обеспечении единства измерений» № 102-ФЗ, осуществляет Государственная служба стандартных образцов состава и свойств веществ и материалов (ГССО).

Задачи Государственной службы стандартных образцов состава и свойств веществ и материалов

ГССО, объединяющая деятельность организаций, назначенных от имени соответствующих федеральных органов исполнительной власти, метрологических институтов и производителей СО функционирует в Российской Федерации с 70-х годов 20-го столетия. Положение о ГССО утверждено на правительственном уровне и в нем закреплены 5 основных задач ГССО:

1. разработка, испытание и внедрение СО, предназначенных для воспроизведения, хранения и передачи характеристик состава или свойств веществ и материалов, выраженных в значениях единиц величин, допущенных к применению в Российской Федерации;
2. анализ и прогнозирование потребностей в СО, разработка программ создания СО;
3. разработка технических и методических документов, устанавливающих применение СО в промышленном производстве и научно-технической деятельности;
4. ведение разделов Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений, содержащих сведения об утвержденных типах СО, нормативные правовые акты Российской Федерации, нормативные и технические документы по вопросам разработки, испытаний и применения СО;
5. участие в международном сотрудничестве по вопросам разработки, испытания и внедрения СО.

Научное и методическое обеспечение работы ГССО осуществляет Научный методический центр ГССО (далее – НМЦ ГССО), функции которого выполняет ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева», а рабочим аппаратом обозначен Уральский НИИ метрологии – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева».

Создание новых утвержденных типов СО

Аналитической и регистрационной основой деятельности ГССО является Государственный реестр утвержденных типов СО Российской Федерации (далее – Госреестр), на основе данных из которого формируется Раздел «Утвержденные типы СО» Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений. За весь период деятельности ГССО в Госреестре зарегистрировано более 12 тысяч утвержденных типов СО. Из них на сегодняшний момент действующих типов СО около 4,5 тысяч. Следует отметить, что на протяжении последнего десятилетия эта цифра остается почти неизменной, за счет стабильной динамики создания новых типов СО.

Более 200 организаций РФ занимаются производством СО утвержденных типов. Примерно для 60 организаций производство СО является основной коммерческой деятельностью.

В соответствии с законодательством РФ только утвержденные типы СО, сведения о которых внесены в ФИФ ОЕИ, могут применяться для метрологического обеспечения измерений, проводимых испытательными, поверочными, калибровочными лабораториями в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений. Несмотря на обширную номенклатуру и количество действующих утвержденных типов СО в нашей стране, в некоторых областях ощущается недостаточность типов СО для обеспечения единства измерений. Метрологическое обеспечение измерений, не относящихся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, реализуется посредством применения других категорий СО, к которым можно отнести СО предприятия (СОП), отраслевые СО (ОСО), сертифицированные СО отечественного и зарубежного выпуска (ССО и CRM), аттестованные смеси, градуировочные растворы, RM. СО подобных категорий насчитывается большое количество.

Создание новых типов СО в настоящий момент является приоритетной задачей. Но и планомерное производство уже утвержденных типов СО как никогда актуально.

Вопросы импортзамещения сейчас как никогда приоритетны и актуальны. При анализе Госреестра утвержденных типов СО РФ видно, что всего 1,7 % от общего количества действующих утвержденных типов СО являются СО зарубежного выпуска. Но видимые цифры не исключают глобальной проблемы использования импортных составляющих в качестве исходных материалов, субстанций и основных реактивов, применяемых при производстве утвержденных типов СО. Становится очевидной необходимость за короткий срок обеспечить замену импортных составляющих или создать новые необходимые логистические и производственные цепочки, внести, при необходимости соответствующие изменения в документацию, опробовать влияние заменяемых материалов на конечные метрологические характеристики СО, чтобы не допустить снижения качества продукции.

Вопросы метрологической прослеживаемости аттестованных значений СО

Одновременно с созданием новых типов СО и наиболее актуальной остается задача достоверной демонстрации метрологической прослеживаемости, поскольку именно это способствует решению задачи сопоставимости результатов измерений. С выходом ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий и ГОСТ Р ИСО 17034-2021 Общие требования к компетентности производителей стандартных образцов у производителей и потребителей СО появилось много вопросов в части соответствия данным стандартам. В современных реалиях на рынок потребления СО существенное влияние оказывает, помимо качества производимых СО, и факт наличия достоверной демонстрации

метрологической прослеживаемости к эталонам единиц величин. За последнее время существенно возросло со стороны производителей СО понимание значимости и необходимости применения государственной эталонной базы в достоверном обеспечении метрологической прослеживаемости при проведении испытаний СО в целях утверждения типа.

Пути развития ГССО

С учетом вышесказанного видим следующие приоритетные направления работы ГССО на ближайший период.

1. Производителям и испытателям СО необходимо при создании новых типов СО, при производстве уже действующих типов СО обеспечить достоверную метрологическую прослеживаемость до эталонов единиц величин. В то же время необходимо далее развивать эталонную базу страны, обеспечивая стандартными образцами высшей степени точности иерархическую передачу единиц величин.
2. Необходимо провести «ревизию» всех документов в области стандартизации в части СО, пересмотреть и актуализировать необходимые документы, отменить устаревшие документы, исключить дублирование стандартов.
3. При возникновении проблем с наличием СО сообщать в НМЦ ГССО для информирования участников ГССО о возможности по выпуску необходимых СО потребителям.
4. Задача всех структурных звеньев ГССО, включая НМЦ ГССО, – сплотиться и мобильно реагировать на актуальные запросы рынка метрологических услуг, на появление новых и современных измерительных возможностей, создавать новые типы СО, учитывая при этом правовые требования к средствам метрологического обеспечения измерений.

ВЛИЯНИЕ СИЛ ПЛАВУЧЕСТИ ПРИ ВОСПРОИЗВЕДЕНИИ МАССЫ ЖИДКОСТИ В ПОТОКЕ В ДИАПАЗОНЕ «МАЛЫХ» РАСХОДОВ

Тухватуллин Р.Р.

ВНИИР – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева», г. Казань, Россия,

e-mail: rustam_vniir@bk.ru

Аннотация: Потребность в создании эталонов расхода и количества жидкости в потоке в диапазоне расходов от 10^{-6} до 10^{-2} т/ч ($\text{м}^3/\text{ч}$) приводит к необходимости применения новых конструктивных решений, методов исследований и оценки характерных источников неопределенности эталонов. Одним из таких источников неопределенности является сила плавучести (выталкивающая силы воды), действующая на выходной капилляр, погруженный в измеряемую среду.

Ключевые слова: ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ МАССЫ ЖИДКОСТИ В ПОТОКЕ, ДИАПАЗОН «МАЛЫХ» РАСХОДОВ, СИЛА ПЛАВУЧЕСТИ, ВЫТАЛКИВАЮЩАЯ СИЛА ВОЗДУХА, ИСТОЧНИКИ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ, ИЗМЕРЕНИЯ МАССЫ

В настоящее время в РФ имеется потребность в создании полноценной метрологической инфраструктуры, обеспечивающей измерения расхода и количества жидкости в потоке в диапазоне от 10^{-6} до 10^{-2} т/ч ($\text{м}^3/\text{ч}$) (диапазон «малых» расходов). Данная потребность обусловлена появлением на рынке большого количества средств измерений с соответствующими диапазонами измерений и повышенными потребностями промышленности в обеспечении достоверных измерений в диапазоне «малых» расходов [1].

Обзор литературы [2, 3, 4, 5 и др.] показал, что эталоны в диапазоне «малых» расходов, имеют отличные конструктивные исполнения, методы измерений и источники неопределенности от эталонов с диапазоном расходов более 10^{-2} т/ч ($\text{м}^3/\text{ч}$).

Основными вышеуказанными отличиями эталонов являются: метод создания расхода, измеряемая среда, метод измерений массы, конструкции весовых емкостей и применение дополнительных устройств для поддержания условий окружающей среды. В области «малых» расходов значительно возрастает влияние таких источников неопределенности как: испарение, плотность воздуха и воды, силы плавучести, капиллярные силы, поверхностное натяжение, шероховатость выходного капилляра и реактивная сила, с которой вода покидает выходной капилляр.

Одной из задач при воспроизведении расхода жидкости является необходимость обеспечения бескапельного течения жидкости из выходного

капилляра в весовую емкость. Это может быть достигнуто при погружении выходного капилляра в измеряемую среду в весовой емкости.

При данном подходе, помимо учета силы плавучести (выталкивающей силы воздуха), действующей на измеряемую среду и весовую емкость, которые являются широко знакомыми и применяются для учета при измерениях эталонами с большими расходами, дополнительно появляется влияние силы плавучести (выталкивающей силы воды), действующей на выходной капилляр, которая пропорциональна объему капилляра, погруженному ниже уровня измеряемой среды.

Сила плавучести, действующая на выходной капилляр, равна весу вытесненной воды [6, 7], а следовательно, пропорциональна объему капилляра, погруженному ниже уровня измеряемой среды, и определяется по формуле:

$$F_{bi} = V_i \cdot \rho_l \cdot g = (l_i \cdot S_s) \cdot \rho_l \cdot g = \frac{\pi}{4} \cdot l_i \cdot (D_{out}^2 - D_i^2) \cdot \rho_l \cdot g, \quad (1)$$

где V_i – объем вытесненной воды при i -ом измерении, м³; ρ_l – плотность воды, кг/м³; g – ускорение свободного падения, м·с⁻²; l_i – длина погруженной части выходного капилляра при i -ом измерении, м; S_s – площадь сечения выходного капилляра, м²; D_{out} – внешний диаметр выходного капилляра, м; D_i – внутренний диаметр выходного капилляра, м; i – номер измерения.

Для достоверной оценки разности силы плавучести в начале и в конце измерений необходимо применять выходной капилляр с известными геометрическими параметрами, обеспечивать неизменность параметров измеряемой среды и определять разницу глубины погружения выходного капилляра в начале и в конце измерений.

В процессе экспериментальных исследований, при которых осуществлялись измерения при прецизионном погружении выходного капилляра в измеряемую среду, подтверждено влияние силы плавучести.

ЛИТЕРАТУРА

1. Publishable Summary for 18HLT08 MeDDII Metrology for drug delivery // EURAMET. Issued: June 2019. Pp. 1-5;
2. Current Design Trends in the Modules of National Standards for the Units of Liquid Volumetric Flow Rate (Volume) within the Range of 10⁻⁵ to 10³ mL/min/ Tukhvatullin, R.R., Shchelchkov, A.V. Measurement Techniques, 2021, 64(7), Pp. 562–572;

3. Benkova, M. & Mikulecky, I. (2013). Primary standard and traceability chain for microflow of liquids. 16th International Flow Measurement Conference 2013, FLOMEKO 2013. 44-49;
4. Bissig, H. et. al. Primary standards for measuring flow rates from 100 nl/min to 1 ml/min – gravimetric principle // Biomed. Eng.-Biomed. Tech. 2015. Vol. 604. Pp.301–316;
5. Batista E., Almeida N., Godinho I., Filipe E., Uncertainty calculation in gravimetric microflow measurements, AMCTM X, 2015;
6. Melvad, Claus & Frederiksen, John. (2013). The progress of gravimetric primary standards for liquid flow calibration at the danish technological institute from 500 m³/h to 1e⁻⁹ m³/h. 218-221;
7. ГОСТ OIML R 111-1-2009 «Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Гири классов E(1), E(2), F(1), F(2), M(1), M(1-2), M(2), M(2-3) и M(3). Часть 1. Метрологические и технические требования»;
8. OIML D 28 «Conventional value of the result of weighing in air».

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОЛЛИМАТОРНЫХ СТЕНДОВ

Филиппов В.П., Кононова Н.А., Захаренко Ю.Г., Фомкина З.В.

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева» (ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»), г. Санкт-Петербург, Россия, 0000-0001-7408-9042,
e-mail: v.p.philippov@vniim.ru

Аннотация: Обзор эталонной базы, используемой ВНИИМ для определения метрологических характеристик коллиматорных стендов. Рассмотрение применяемых в настоящее время коллиматорных стендов, обеспечивающих передачу единицы плоского угла геодезическим средствам измерений. Определение приоритетных направлений совершенствования процедуры определения метрологических характеристик коллиматорных стендов в интересах минимизации негативного воздействия влияющих факторов и повышения производительности операторов стендов.

Ключевые слова: ГЕОДЕЗИЯ, ГЭТ 22-2014, МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ, КОЛЛИМАТОРНЫЕ СТЕНДЫ, ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ.

Высокая актуальность геодезических измерений, в особенности в аспекте угловых измерений, обусловлена тем, что геодезические средства измерений активно задействованы в таких важнейших отраслях промышленности как строительство, машиностроение и судостроение и, в том числе, на предприятиях оборонно-промышленного комплекса. Получаемые с их помощью результаты измерений напрямую влияют на качество продукции.

В соответствии с приказом Росстандарта от 26.11.2018 N 2482 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений плоского угла», важнейшее значение в схеме передачи единицы плоского угла имеют коллиматорные стенды, которые представлены в ней на уровне эталонов 1-го и 3-го разрядов и обеспечивают передачу единицы плоского угла геодезическим средствам измерений [1].

1. Эталонная база ВНИИМ, используемая для определения метрологических характеристик коллиматорных стендов

На сегодняшний день основу эталонной базы ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева», используемой для определения метрологических характеристик коллиматорных стендов, составляют стол поворотный и комплекс

углоизмерительный, входящие в состав Государственного первичного эталона единицы плоского угла ГЭТ 22-2014.

Стол измерительный поворотный: измерительным устройством в составе стола измерительного поворотного является угловой энкодер фирмы «Renishaw plc» с четырьмя считывающими головками. СКО передачи единицы плоского угла при помощи стола измерительного поворотного не превышает 0,1" [2, 3].

Комплекс углоизмерительный: комплекс углоизмерительный включает в себя тахеометр электронный, призму 12-гранную и специализированное программное обеспечение. СКО передачи единицы плоского угла не превышает 0,2" [2, 3].

2. Коллиматорные стенды

В настоящее время единственным отечественным внесённым в Государственный реестр средств измерений производимым серийно коллиматорным стендом, метрологические характеристики которого соответствуют эталонам 1-го разряда, является стенд универсальный коллиматорный ВЕГА УКС.

В 2021 году во ВНИИМ были проведены новые испытания данной установки с целью утверждения типа, на которые были представлены уже 2 исполнения данного стенда – ВЕГА УКС I (эталон 1-го разряда) и ВЕГА УКС III (эталон 3-го разряда).

Аналогом стенда ВЕГА УКС является установка АУПНТ украинского производства. Она внесена в Государственный реестр средств измерений и производится серийно. СКО передачи углов у данного стенда составляет $\pm 0,7''$, что соответствует требованиям к рабочим эталонам 3-го разряда.

В настоящее время в мире производится ряд аналогичных установок для поверки и калибровки геодезических средств измерений, выпускаемых серийно и обладающих сопоставимыми метрологическими характеристиками. Большинство из них производится в Китае, как, например, стенд универсальный коллиматорный RGK CLM 51, фирмы «Sanwei». Метрологические характеристики этого стенда аналогичны характеристикам ВЕГА УКС и соответствуют эталонам 1-го разряда.

3. Приоритетные направления совершенствования процедуры определения метрологических характеристик коллиматорных стендов

На основе анализа результатов поверок и калибровок коллиматорных стендов, проведённых специалистами ВНИИМ за последние 6 лет, были выявлены перспективные направления совершенствования процедуры определения метрологических характеристик стендов [4].

Во-первых, актуальной задачей является достаточно подробное описание подготовительных процедур во вновь разрабатываемых методиках поверки, калибровки и аттестации как для коллиматорных стендов,

так и для исследуемых с их помощью геодезических средств измерений, а также при внесении изменений в уже разработанные документы. Данные процедуры, такие как настройка тахеометра, юстировка трегера и внесение поправок, чрезвычайно важны и обязательно должны выполняться в полном объёме, поскольку они напрямую влияют на результаты измерений. Несмотря на это, нередко их выполнением пренебрегают. Особую важность имеет также анализ условий эксплуатации станда и учёт применяемого технического решения для минимизации воздействия основного фактора, оказывающего негативное воздействие на результаты измерений – механических колебаний на месте закрепления станда. Данный подход был применён в ходе новых испытаний станда ВЕГА УКС, проведённых во ВНИИМ в 2021 году, по результатам которых стенд ВЕГА УКС был разделён на два исполнения – ВЕГА УКС I и ВЕГА УКС III, в зависимости от использованного для компенсации механических колебаний технического решения.

Во-вторых, высокую актуальность приобретает разработка универсального программного обеспечения для определения метрологических характеристик коллиматорных стандов и геодезических средств измерений. На сегодняшний день применяется весьма ограниченный перечень типов коллиматорных стандов, а вспомогательное программное обеспечение, позволяющее обрабатывать результаты измерений и формировать протокол, существует только для станда ВЕГА УКС. Однако эту форму протокола невозможно использовать в организациях Росстандарта, поскольку она не соответствует установленным требованиям. Специалистам приходится выполнять двойную работу, заново внося данные, производя необходимые расчёты, на что уходит значительное время. Рациональным решением этой проблемы является разработка программного продукта для всех используемых типов коллиматорных стандов, включающего в себя две составные части – редактируемый по форме и содержанию документ протокола и калькуляционную часть. При помощи калькуляционной части должны осуществляться внесение и обработка результатов измерений, а также редактирование структуры и содержания таблицы, которая в конце процедуры будет автоматически вставлена в документ протокола, удовлетворяющего требованиям системы качества. Такую программу можно дополнять надстройками, позволяющими с его помощью проводить на стандах поверку геодезических средств измерений. Такой программный продукт способен значительно повысить производительность поверителя, особенно в случае поверки больших партий геодезических средств измерений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Приказ Росстандарта от 26.11.2018 N 2482 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений плоского угла» // Справочно-правовая система «Консультант плюс».
2. Чекирда К.В., Космина М.А., Лейбенгардт Г.И., Шур В.Л., Лукин А.А. Совершенствование Государственного первичного эталона плоского угла // Измерения и испытания в судостроении и смежных отраслях. СУДОМЕТРИКА-2014 Тезисы докладов. – 2014. – С. 157-159.
3. Ю.Г. Захаренко, Н.А. Кононова, Е.Н. Королев, В.И. Глейзер, В.П. Филиппов, З.В. Фомкина. Передача единиц длины и плоского угла от первичных эталонов высокоточным средствам измерений в геодезии// Актуальные проблемы метрологического обеспечения научно-практической деятельности: материалы II ВНТК с международным участием, Арх., 25–28 марта 2018 года. – Арх.: СФУ имени М.В. Ломоносова, 2018. – С. 210-215.
4. Возможности ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» в области обеспечения единства измерений в геодезии / З. В. Фомкина, Ю. Г. Захаренко, Н. А. Кононова, В. П. Филиппов // Геодезия, картография, геоинформатика и кадастры. От идеи до внедрения: СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ II МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ, Санкт-Петербург, 08–10 ноября 2017 года / Санкт-Петербургская ассоциация геодезии и картографии. – Санкт-Петербург: Издательство «Политехника», 2017. – С. 179-186.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНТЕРВАЛА МЕЖДУ ПОВЕРКАМИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ДАВЛЕНИЯ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИСПЫТАНИЙ НА МЕТРОЛОГИЧЕСКУЮ ИСПРАВНОСТЬ

Фирсанов Н.А.

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И.Менделеева» (ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева»), г. Санкт-Петербург, Россия, e-mail: n.a.firsanov@vniim.ru

Аннотация: Один из ключевых факторов для потребителя при выборе средства измерений является интервал между его поверками (МПИ). Для определения МПИ были проведены ресурсные испытания на метрологическую надежность образцов преобразователей давления. Результаты показали необоснованность применения действующих методов установления МПИ и необходимость их пересмотра и доработки.

Ключевые слова: СРЕДСТВО ИЗМЕРЕНИЙ, МЕЖПОВЕРОЧНЫЙ ИНТЕРВАЛ, МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ ИСПРАВНОСТЬ, МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА, ПРИВЕДЕННАЯ ПОГРЕШНОСТЬ, ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ДАВЛЕНИЯ

Одной из основных задач повышения качества метрологического обслуживания и обеспечения единства измерений является корректное определение интервалов между поверками и интервалов между калибровками [1]. Определение МПИ необходимо для оптимизации экономических издержек на содержание средства измерения (СИ) [2].

На данный момент времени в РФ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию № 1502 от 02.07.2020 г. (Приказ № 1502) [3] для разных типов СИ установлены предельные рекомендуемые МПИ. Типы СИ, утвержденные до выхода приказа, могут иметь МПИ выше рекомендованных, что делает их более выгодными для приобретения с экономической точки зрения.

Научно-исследовательским отделом эталонов в области измерений давления было решено провести эксперимент по определению МПИ [4] для одного из типов тензорезистивных преобразователей давления [5].

Основным документом, на который можно сослаться при назначении МПИ, является РМГ 74-2004 (РМГ 74) [6]. В нем регламентированы критерии установления МПИ и методики их расчета. Этот документ вызывает много споров и достаточно часто поднимается вопрос о его пересмотре [7], тем не менее он активно применяется для определения МПИ на основании нормированных в ТУ на СИ параметров надежности. Процедура определения

МПИ таким способом не всегда отражает реальную ситуацию с сохранением СИ своих МХ. РМГ 74-2004 содержит методику расчета МПИ по результатам ресурсных испытаний, однако никак не регламентирует их проведение.

Для оценки возможностей определения МПИ была написана программа испытаний и проведены экспериментальные ресурсные испытания на метрологический отказ. Для проведения эксперимента было выбрано 12 образцов преобразователей давления с разными диапазонами измерений. Целью испытаний являлось определение вероятности метрологической исправности $P_{М.И.}$, выступающей одним из возможных критериев для определения МПИ. Определять $P_{М.И.}$ предлагается по результатам исследования процесса дрейфа МХ СИ во времени. Для этого вводится понятие нестабильность СИ ξ – изменение МХ СИ за установленный интервал времени.

При проведении экспериментальных ресурсных испытаний МХ СИ исследовались на 7-ми точках при прямом и обратном ходе [8]. Результатом измерений МХ являлась приведенная к ВПИ погрешность измерений преобразователей.

Допустимое значение вероятности метрологической исправности было принято 0,95.

Методика расчета позволяет определять вероятности метрологической исправности и МПИ как для выборки, так и для каждого датчика отдельно. Полученные результаты определения МПИ представлены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты определения МПИ

ВПИ	МПИ, лет				
	Вся выборка	Выборка по принципу действия	Выборка по ВПИ	Каждый датчик отдельно	Установленный при утверждении типа
6,3 кПа	1,9	1,0		0,7	5,0
				0,9	
				1,1	
				1,3	
1,6 МПа		4,3	2,9	5,1	
				4,6	
				7,3	
				4,8	
70 МПа		4,3	4,3	9,5	
				15,9	
				12,3	
				7,1	

Полученные результаты свидетельствуют о зависимости МПИ преобразователей давления от их диапазона измерений: чем ниже верхний предел измерений, тем меньше МПИ. Также показано несоответствие результатов определения МПИ по выборке результатам каждого преобразователя. Установленный при утверждении типа МПИ в 5 лет по результатам испытаний на метрологический отказ оказался неподходящим для больше, чем половины испытанных преобразователей, что лишний раз доказывает необходимость доработки методики определения МПИ и доказывает необходимость пересмотра РМГ 74-2004.

ЛИТЕРАТУРА

1. IAS-G24/OIML D10, Guidelines for the determination of calibration intervals of measuring instrument, 2007
2. Фридман А. Э. Основы метрологии: современный курс. – Санкт-Петербург: Професионал, 2008. 279 с
3. Министерство промышленности и торговли Российской Федерации, Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии, Приказ от 2 июля 2019 года № 1502 «Об утверждении рекомендуемых предельных значений интервалов между поверками средств измерений»
4. Министерство промышленности и торговли Российской Федерации, Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии, Протокол от 26 ноября 2021 года № 179-пр «Протокол заседания Научно-технической комиссии по метрологии и измерительной технике Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии»
5. Клокова Н.П. Тензорезисторы: Теория, методика расчета, разработки. – Москва: Машиностроение, 1990. 224 с
6. РМГ 74-2004, Рекомендации по межгосударственной стандартизации, Государственная система обеспечения единства измерений. Методы определения межповерочных и межкалибровочных интервалов средств измерений
7. Содружество независимых государств, Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, Протокол заседания Научно-технической комиссии по метрологии № 54-2021 от 09 ноября 2021 г.
8. МИ 1997-89 «Рекомендации ГСИ. Преобразователи давления измерительные. Методика поверки»

ОТ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ К ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ МЕТРОЛОГА. РЕГИОНАЛЬНЫЙ АСПЕКТ

Фот Н.П.

Федеральное бюджетное учреждение «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Оренбургской области» (ФБУ «Оренбургский ЦСМ»), г. Оренбург, Россия, e-mail: fot@orencsm.ru

Аннотация: Требования к компетентности специалистов в сфере метрологического обеспечения, стандартизации и подтверждения соответствия стали основными векторами при создании различных проектов по развитию профессиональных компетенций у будущих специалистов. В этой связи региональные центры стандартизации, метрологии и испытаний обладают всеми ресурсами для формирования центра профессиональных компетенций в сфере метрологии, стандартизации и подтверждения соответствия

Ключевые слова: ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ, КЛАСТЕР, КОМПЕТЕНТНОСТЬ, РОССТАНДАРТ, МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, ЦСМ

Одной из системных проблем обеспечения единства измерений, отраженных в Стратегии обеспечения единства измерений в Российской Федерации до 2025 года, является кадровый вопрос [1,2]. Так, начиная с 90-ых годов прошлого столетия, отсутствует рост уровня профессиональной подготовки специалистов в области обеспечения единства измерений. Кроме того, сокращается число квалифицированных специалистов-метрологов. И это касается специалистов всех уровней.

При этом, по экспертным оценкам, ежегодно на метрологических специальностях обучаются в 4-5 раз меньше специалистов, чем это требуется экономике [1,2]. Особенно это наглядно в регионах. К примеру, в Оренбургской области всего один ВУЗ выпускает специалистов по направлению «Стандартизация и метрология», при этом, количество направлений инженерной направленности в высших и средних специальных образовательных учреждениях Оренбурга достаточно широк, на многие из них конкурс традиционно высокий. Однако, анализ учебных программ инженерных специальностей показал, что во многих из них отсутствуют дисциплины метрологической направленности, что и приводит к полному непониманию будущих специалистов специфики работы в сфере государственного обеспечения единства измерений. В свою очередь, работа в метрологических подразделениях подведомственных организациях Росстандарта невозможна без базовых знаний

в различных областях. И в этих условиях ставится задача не столько популяризации деятельности в области обеспечения единства измерений, сколько необходимости налаживания тесного взаимодействия экспертов системы Росстандарта с образовательными учреждениями по вопросам организации периодической актуализации основных профессиональных образовательных и дополнительных профессиональных программ для подготовки специалистов, деятельность которых предусматривает выполнение измерений или использование измерительной информации [1].

Для решения кадровых вопросов системы обеспечения единства измерений в Росстандарте уже создана система непрерывного повышения компетентности специалистов-метрологов [3,4,5], что является важнейшим фактором для постоянного профессионального роста специалистов системы. А запущенный в 2019 году проект «Метрологический образовательный кластер», инициатором создания которого является ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» [8], сегодня стал площадкой, объединяющей школы, ВУЗы, промышленные предприятия и научные организации. Данный опыт до 2024 года планируется перенести на все регионы страны. ФБУ «Оренбургский ЦСМ» не входит в число «пилотников» данного проекта, однако, уже сейчас экспертами центра ведется работа по решению поставленных задач взаимодействия экспертов с региональными образовательными учреждениями по вопросам формирования профессиональных компетенций, что в дальнейшем может стать основой для создания центра компетенций по предоставлению высокопрофессиональных услуг, включающих передачу, аккумуляцию новых знаний и уникального опыта в области обеспечения единства измерений.

ЛИТЕРАТУРА

1. «Росстандарт-2025. Стратегическое развитие и перспективы реализации ключевых функций федерального органа исполнительной власти в сфере технического регулирования, стандартизации и обеспечения единства измерений»//РОССТАНДАРТ – 2018. – [Электронный ресурс] – URL: csm32.ru/media/2018/rosstandart2025.pdf (10.05.2022)
2. Распоряжение Правительства РФ № 737-р «Об утверждении Стратегии обеспечения единства измерений в Российской Федерации до 2025 года» [Электронный ресурс] – Режим доступа. – ИС «Техэксперт»
3. Харитонов А.О. Образовательные стандарты в системе высшего образования // «Компетентность». – 2021. – №9-10
4. Бирюков М.И., Сафин Э.В., Стрельникова Э.Р. О подготовке специалистов в области метрологии и стандартизации в Республике Башкортостан // «Компетентность». – 2021. – №8

5. Соляник А.И. Новиков В.А. Эффективная система непрерывного повышения компетентности специалистов-метрологов// «Компетентность». – 2021. – № 1
6. ГОСТ Р 58971-2020. Требования к экспертам и специалистам. Специалист по метрологическому обеспечению производственной деятельности. Общие требования [Электронный ресурс] – Введ. 2021 – Режим доступа. – ИС «Техэксперт»
7. Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ №526н «Об утверждении профессионального стандарта «Специалист по метрологии» [Электронный ресурс] – URL: docs.cntd.ru/document/456078989
8. Игнаткович А.С. Задача амбициозная, но достижимая. О метрологическом образовательном кластере Росстандарта// «Мир измерений». – 2022. – № 2

ПРОБЛЕМЫ КАЛИБРОВКИ КРУГЛОМЕРА «ROUNDTES^T RA-120P» ПРИ ПОДГОТОВКЕ К РАБОТЕ

Фролова Е.А., д.т.н, директор института ФПТИ, Епифанцев К.В., к.т.н., доцент
института ФПТИ, Ефремов Н.Ю., к.т.н., доцент института ФПТИ,
Гущина Е.А., ассистент института ФПТИ
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического
приборостроения», e-mail: epifancew@gmail.com,
<https://orcid.org/0000-0002-5705-0282>

Аннотация В процессе подготовки кругломера к работе одной из важных фаз подготовки оборудования к работе является его калибровка, заключающаяся в введении компенсационного коэффициента давления щупа и выравнивании стола. В статье рассматривается вопрос исследования зависимости значения центрирования прибора от угла наклона щупа кругломера.

Ключевые слова: КРУГЛОМЕР, КАЛИБРОВКА, ЦЕНТРИРОВАНИЕ СТОЛА, УГОЛ НАКЛОНА ЩУПА

Кругломер [1] (Рисунок 1) – это прибор для измерения формы деталей. Их основное предназначение – вычисление отклонения от круглости. Работа устройства основана на измерении наконечника по отношению к измеряемой детали. В ходе измерений производится непрерывное прощупывание цилиндра по кругу.



Рисунок 1. Работа на кругломере RoundTest RA-120P

Кругломеры могут не только вычислять указанный параметр посредством электронного блока, но и записывать круглограмму. На ней видны характер отклонения (овальность, огранка), а также предельные величины отклонений от идеальной формы профиля. Чтобы вычислить данные параметры, на круглограмму наносят прилегающую окружность, которая касается точек профиля.

После того, как сжатый воздух поступил в систему кругломера, приступаем к работе

ПО, используемое для работы кругломера – программа Roundpak. Оно позволяет осуществлять его калибровку, центрирование и нивелирование детали, формирование и управление выполнением измерительной программы. Подготовительные операции завершены, можно переходить к выполнению основных измерительных операций на приборе. Первая из них – калибровка. Калибровка выполняется с использованием специальной пленки с известным значением номинальной толщины – 22,6 мкм. Калибровка включает следующие шаги:

- Установка пленки на поворотном столе;
- Прижатие пленки щупом, переведенным в положение «сверху» и отклоненным на угол 15°;
- Вытягивание пленки из-под щупа;
- Расчет и фиксация поправочного коэффициента.
- Центрирование-выравнивание

Для осуществления калибровки извлекаем из футляра калибровочный пленочный эталон (Рисунок 2). Пленка прозрачная и имеет небольшие габаритные размеры.

Далее укладываем пленочный эталон на основание поворотного стола кругломера. Пленка должна оказаться в вертикальном направлении под контактной частью щупа.



Рисунок 2. Калибровочный пленочный эталон

После этого опускаем щуп вниз до расстояния между пленкой и чувствительным элементом щупа – сферой диаметром 1,6 мм – примерно 1-2 мм. Далее необходимо опустить щуп до контакта с пленкой (Рисунок 2). При этом положение индикаторной стрелки в окне «Управление прибором» должно оказаться в пределах ± 10 мкм от нулевого значения шкалы (Рисунок 3) [2].



Рисунок 3. Положение индикаторной стрелки в окне «Управление прибором»

Как правило, на данном этапе, не возникает проблем с калибровкой коэффициента усиления. Калибровка завершается удачно Рисунок 4.

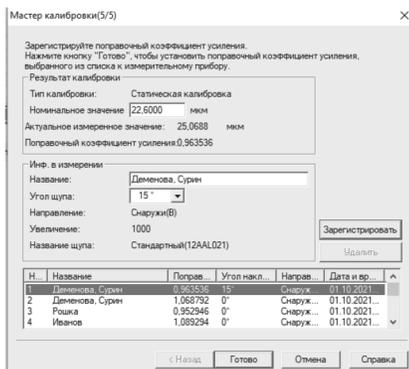


Рисунок 4. Регистрация поправочного коэффициента усиления и успешное завершение работы мастера калибровки

Однако далее оператора может ожидать достаточно длинный процесс центрирования-выравнивания стола, т.к. измерения дефектов формы можно начинать при достижении значения центрирования не более 5 мкм. Как правило, значения центрирования зависит от наклона щупа прибора, и после первой настройки в лучшем случае, имеет значение не менее чем 29 мкм. (Рисунок 5)

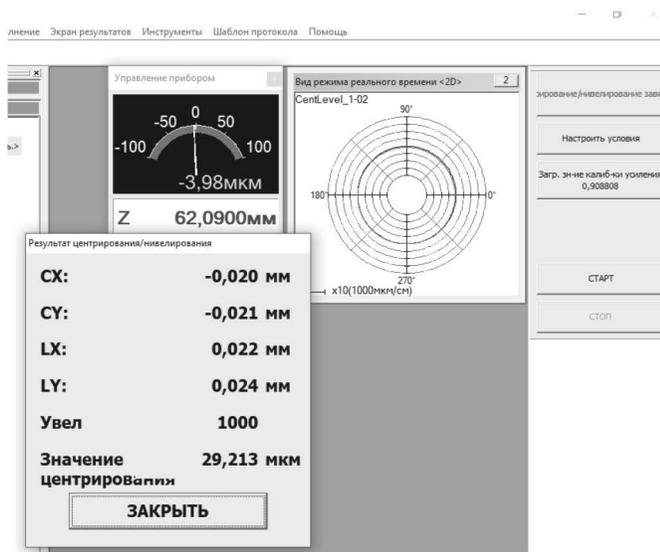


Рисунок 5. Значение центрирования/нивелирования детали

Был проведен эксперимент, в результате которого операция центрирования-выравнивания проводилась несколько раз, при разных углах наклона щупа. Результаты представлены в таблице

№ Эксперимента	Угол наклона щупа, град	Значение центрирования, мкм
1	20	33,899
2	19	30,782
3	16	30,782
4	12	28,232
5	7	29,213
6	3	28,067
7	0	28,187

Таким образом, экспериментальным методом были определены наилучшие положения угла наклона щупа кругломера – от 12 до 7 градусов, значения ниже способны «увести» щуп в неконтролируемый предел, значения выше 12 градусов выводят щуп очень близко к краю детали, что не дает возможности говорить об адекватности измерения круглости и концентричности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Продукты Mitutoyo. URL: https://shop.mitutoyo.ru/web/mitutoyo/ru_RU/mitutoyo/CV-2100 (дата обращения: 04.12.2021).
2. Цифровая метрология: учебное пособие / Ю.А. Антохина, В.В. Окрепилов, Е.А. Фролова, Н.Ю. Ефремов, А.С. Степашкина – СПб.: ГУАП, 2021. – 181 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ ПОГРЕШНОСТИ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ТИПОВОЙ МЕТОДИКИ ИЗМЕРЕНИЙ СКОРОСТИ ВОЗДУШНОГО ПОТОКА В АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ТРУБАХ ДОЗВУКОВЫХ СКОРОСТЕЙ

Хижняк С.Ю., Довыденко О.В., Самойленко А.И., Чуднова В.Д.
Федеральное автономное учреждение «Центральный аэрогидродинамический
институт имени профессора Н.Е. Жуковского» (ФАУ «ЦАГИ»), г. Жуковский,
Россия, e-mail: metrology@tsagi.ru

Аннотация: Актуальной задачей разработки типовой методики измерений является определение основных источников инструментальной погрешности. В докладе приведены результаты исследований. Показано, что наибольший вклад в погрешность измерений скорости воздушного потока вносят датчики атмосферного давления и разности давлений, используемые при определении плотности воздуха и скоростного напора.

Ключевые слова: АЭРОДИНАМИЧЕСКАЯ ТРУБА, СКОРОСТЬ ВОЗДУШНОГО ПОТОКА, ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ ПОГРЕШНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЙ, РАЗНОСТЬ ДАВЛЕНИЙ, АНАЛОГОВЫЙ ДАТЧИК, ЦИФРОВОЙ ДАТЧИК

Для измерения скорости воздушного потока в промышленных и учебных аэродинамических трубах (АДТ) применяются методики косвенных измерений (МИ). Федеральный информационный фонд насчитывает более 15 аттестованных МИ скорости воздушного потока в диапазоне от 1 до 150 м/с с предельной погрешностью измерений от 0,1 до 2,3 м/с, применяющихся в ЦАГИ, ЦИАМ, ГосМКБ Радуга, МАИ и других организациях. В основе большинства применяющихся МИ лежит пневмометрический метод измерений скорости воздушного потока. Метод основан на общем законе Бернулли – Сен-Венана [1] и заключается в измерении разности полного и статического давления (скоростного напора) и плотности воздуха. Процедура разработки и аттестации МИ трудоемка. Поэтому была поставлена задача унификации применяемых средств измерений (СИ), алгоритмов обработки данных и разработки типовой МИ с погрешностью измерений не более 0,2 м/с.

С этой целью с учетом [2], [3], [4] проведены исследования инструментальной погрешности при применении пневмометрического метода, которая обусловлена инструментальной погрешностью датчика разности давлений, измерителей температуры, влажности воздуха и атмосферного давления. В частности, для измерений разности давлений применяют аналоговые

датчики с токовым выходом, которые подключают к измерителю напряжения, встраивая в измерительный канал постоянный резистор. В данном случае дополнительно возникает существенная погрешность, обусловленная температурным коэффициентом сопротивления (ТКС) резистора.

Сравнительный анализ погрешности измерений аналоговыми и цифровыми датчиками при наихудших соотношениях влияющих факторов [5] представлен на рис. 1. В качестве примера рассмотрены измерительные системы с аналоговыми датчиками «Метран-150», подключенными к преобразователю

напряжения NI ($\Delta U = 0,002$ В) через резистор с ТКС = $15 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

[6] и измерения теми же датчиками с цифровым выходом. Показано, что применение аналоговых датчиков в условиях эксплуатации АДТ ($t = 35 \text{ } ^\circ\text{C}$) увеличивает погрешность до 15 %. Кроме этого, существенное влияние оказывает точность и оптимальная использования поддиапазона измерения датчика разности давлений (рис. 2). Исследование погрешности определения плотности воздуха в потоке [7], [8] показало, что вклад погрешности измерений атмосферного давления в суммарную погрешность на верхнем пределе измерений достигает 50 % для датчика Метран и 90 % для датчика Jumo. Измерение температуры и относительной влажности достаточно проводить типичными измерителями, например, ИВТМ-7М.

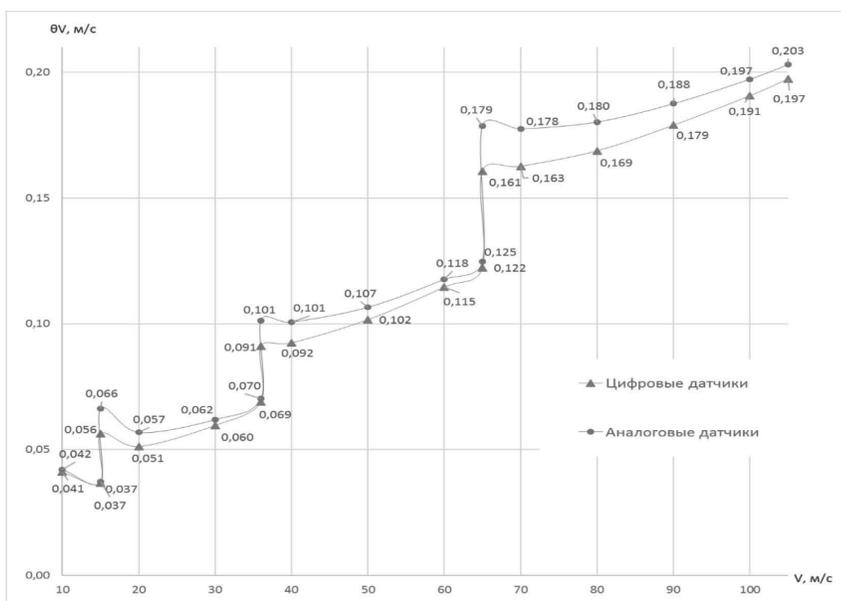


Рисунок 1. Погрешность измерений аналоговыми и цифровыми датчиками

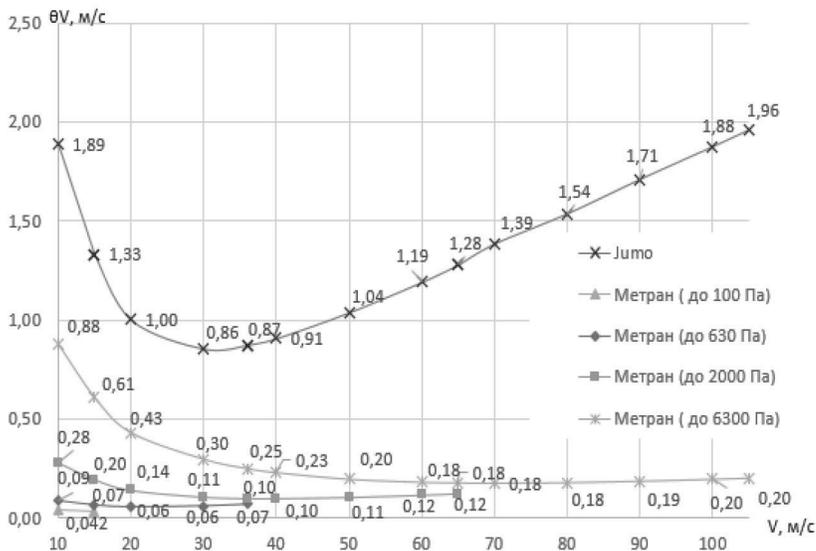


Рисунок 2. Погрешность измерений скорости воздушного потока при разной точности датчиков

Таким образом, для обеспечения целевой погрешности 0,2 м/с рекомендуется: применять цифровые датчики давления; для измерений до 20 м/с применять датчик с диапазоном измерений до 630 Па, от 20 до 40 м/с – до 2 кПа, от 40 до 105 м/с – до 6,3 кПа; измерять атмосферное давление с погрешностью не более 120 Па.

ЛИТЕРАТУРА

1. Петунин А.Н.. Методы и техника измерений параметров газового потока – М.: Машиностроение, 1996. – 380 с.
2. МИ 2083-90 ГСИ. Измерения косвенные. Определение результатов измерений и оценивание их погрешностей. – Введ. 1992-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 1991. – 9 с.
3. Артемьев Б.Г., Лукашов Ю.Е.. Справочное пособие для специалистов метрологических служб. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стандартинформ, 2009. – 688с.
4. Дойников А.С., Брянский Л.Н., Крупин Б.Н.. Справочник по метрологии. – М.: Стандартинформ, 2010. – 144 с.
5. Довыденко О.В., Хижняк С.Ю.. X Научно-техническая конференция. Метрологическое обеспечение обороны и безопасности в Российской

- Федерации. Материалы конференции. Исследование на точность методик измерений скорости воздушного потока для аэродинамических труб дозвуковых скоростей ЦАГИ. – 5 с.
6. ГОСТ 21342.15-78* Резисторы. Методы измерения температурного коэффициента сопротивления. – Введ. 1979-07-01. – 9 с.
 7. ГСО ЕИ ГОСТ 4401-81. Стандартная атмосфера. – Введ. 1982-01-07. – М.: Изд-во стандартов, 2004. – 181 с.
 8. ГСО ЕИ МИ 2000-89. Трубы аэродинамические малых дозвуковых скоростей. Методика метрологической аттестации. – Введ. 1990-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 18 с.

ОСОБЕННОСТИ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СТЕНДОВ ДЛЯ ПОВЕРКИ (КАЛИБРОВКИ) АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ТЕНЗОМЕТРИЧЕСКИХ ВЕСОВ МЕТОДОМ НЕПОСРЕДСТВЕННОГО СЛИЧЕНИЯ

Хижняк С.Ю., Довыденко О.В., Мотова О.В.

Федеральное автономное учреждение «Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н.Е. Жуковского» (ФАУ «ЦАГИ»), г. Жуковский, Россия, e-mail: metrology@tsagi.ru

Аннотация: в докладе рассмотрены основные источники систематических и методических погрешностей при измерении силы и момента силы, воспроизводимых стендом непосредственного сличения в ортогональной системе координат, получены выражения для оценки этих погрешностей, разработана локальная поверочная схема для средств измерений аэродинамических сил и моментов сил.

Ключевые слова: СИЛА, МОМЕНТ СИЛЫ, ПОВЕРКА, ПОГРЕШНОСТЬ, МНОГОКОМПОНЕНТНЫЙ ГРАДУИРОВОЧНЫЙ СТЕНД, АЭРОДИНАМИЧЕСКИЕ ВЕСЫ

В целях метрологического обеспечения измерений аэродинамических характеристик моделей летательных аппаратов или их элементов в аэродинамических трубах выполняются мероприятия по аттестации в качестве эталонов или утверждению типа многокомпонентных градуировочных стендов.

В работах [1], [2] на примере стенда 6ГС-40М ЦАГИ рассматриваются систематические погрешности воспроизведения составляющих полной аэродинамической силы (момента силы) в ортогональной системе координат. В работе [3] предприняты попытки идентификации и структурирования погрешностей измерения по источникам возникновения. Однако полученные оценки распространяются на стенды традиционного типа, в которых единицы силы и момента силы передаются поверяемым аэродинамическим тензометрическим весам методом прямых измерений. Методика поверки таких стендов заключается в определении метрологических характеристик гирь или силоизмерительных датчиков из состава стенда и оценивании источников его систематической погрешности.

В автоматизированных стендах типа 6ГС-60 [4], [5] реализован отличный от традиционного принцип разделения задающей и измерительной систем, когда единицы силы и момента силы, воспроизводимые задающей системой стенда, воспринимаются как его измерительной системой, так и поверяемым средством измерений. При этом передача единиц осуществляется методом

непосредственного сличения. В данном случае поверка заключается в подтверждении метрологических характеристик измерительной системы стенда с помощью эталонной системы нагружения, включающей набор эталонных гирь, систему рычагов и качалок, передающих усилие, и градуировочное приспособление, воспроизводящее плечи приложения нагрузки [4]. Для реализации такого подхода проведен анализ источников погрешностей эталонной системы нагружения (рисунок 1). Предварительная оценка показала, что относительная погрешность воспроизведения эталонной силы при таком подходе достигает 0,04%, момента силы – 0,05%. С помощью полученных данных разработан проект локальной поверочной схемы (рисунок 2).



Рисунок 1. Основные источники погрешностей измерений при поверке стендов непосредственного сличения

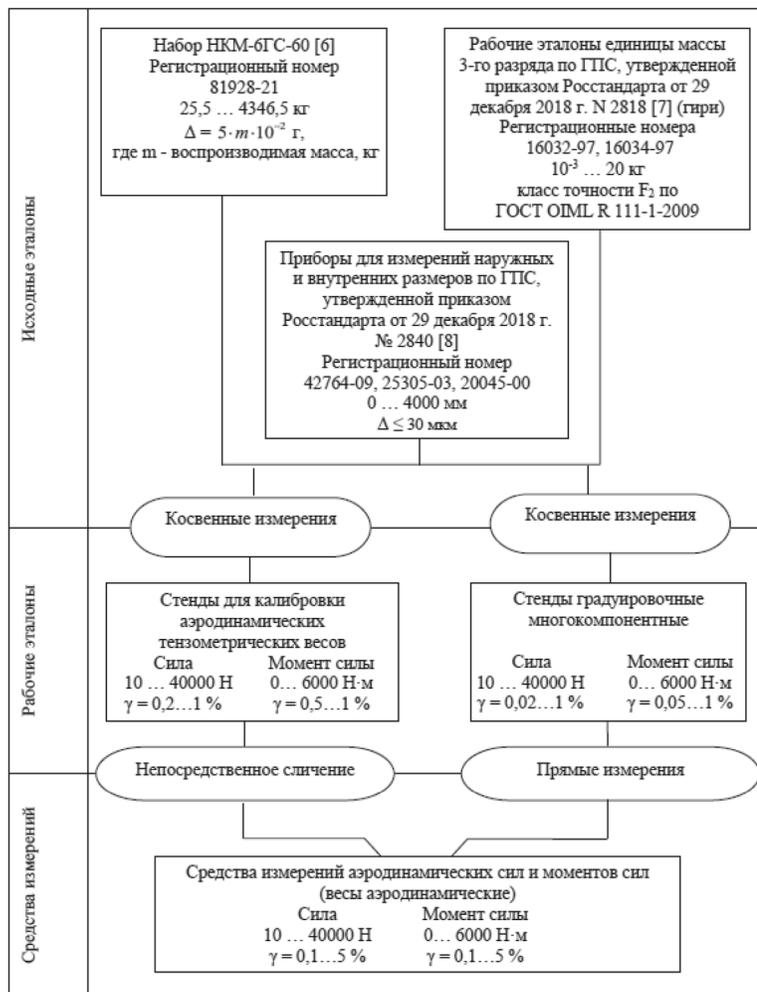


Рисунок 2. Проект локальной поверочной схемы для средств измерений аэродинамических сил и моментов сил

Проведенные исследования можно применить при испытаниях в целях утверждения типа градуировочных стенов непосредственного сличения и аттестации их в качестве эталонов. Вместе с тем, существующая процедура поверки стенов непосредственного сличения требует их переналадки, является крайне трудоемкой и длительной (1-2 месяца), поэтому в перспективе целесообразно рассмотреть вопрос о создании рабочего эталона силы на базе многокомпонентной динамометрической платформы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Волобуев В.С., Горбушин А.Р., Завьялов В.А. Верификация метода оценки систематических погрешностей стэнда для калибровки шести-компонентных тензометрических весов // Измерительная техника 2022. №2. С.44-50.
2. A. Bolshakova, V. Volobuev, V. Petronevich Investigation of systematic errors of the stand 6ГС40М for the purpose of improving calibration the straininged balances // 25th National scientific symposium with international participation Metrology and metrology assurance 2015. Proceedings of the symposium. Sozopol, Bulgaria, 2015. P. 75-76.
3. Довыденко О.В., Тимонина Н.А. Оценивание погрешности шестикомпонентного калибровочного стэнда 6ГС-40М // Сборник материалов XI Всероссийского совещания-семинара «Инженерно-физические проблемы новой техники», Москва, 15-17 апреля 2014 г / МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014.С. 134-135.
4. Лагутин В.И., Макушин А.В., Надеждин А.Е. Автоматизированный стэнд ЦНИИМАШ для калибровки тензовесов // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2017. №11. С.29-38.
5. Карташев Ю.В., Петроневич В.В., Лютов В.В., Сашин А.В., Зимогоров С.В., Довыденко О.В. Комплекс работ по созданию стэнда нового поколения 6ГС-60 для калибровки тензовесов [Электронный ресурс]: Союз авиапроизводителей России URL: https://www.aviationunion.ru/upload/offer/212/3qh0rii1sirr8ntn0uy7og3h5zoui2n5/Kompleks-rabot-po-sozdaniyu-stenda-novogo-pokoleniya-6GS_60-dlya-kalibrovki-tenzovesov-.pdf
6. Государственная система обеспечения единства измерений. Наборы калибровочные мер массы, длины в области измерений координат центра масс и момента инерции НКМ-6ГС-60, НКМ-50. Описание типа 2021-81928-21. [Электронный ресурс]: Описание типа / Довыденко О.В. г. Жуковский: ФГУП «ЦАГИ», 2020. 4 с. URL: <https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/4/items/1388509> (дата обращения: 17.06.2021).
7. Приказ Росстандарта от 29 декабря 2018 г. № 2818 Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений массы.
8. Приказ Росстандарта от 29 декабря 2018 г. № 2840 Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений длины в диапазоне от $1 \cdot 10^{-9}$ до 100 м и длин волн в диапазоне от 0,2 до 50 мкм.

МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ В ОБЛАСТИ ИЗМЕРЕНИЙ УДЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОВОДИМОСТИ ЧИСТОЙ ВОДЫ

Черников И.Г., Шкулева Е.В., Беднова М.В.

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-ное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева» (ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»), г. Санкт-Петербург, Россия, e-mail: i.g.chernikov@vniim.ru, e.v.shkuleva@vniim.ru, m.v.bednova@vniim.ru

Аннотация: описано современное состояние метрологического обеспечения в области измерений удельной электрической проводимости чистой воды. Приведены результаты разработки экспериментального образца кондуктометрического датчика и пилотных сличений.

Ключевые слова: КОНДУКТОМЕТРИЯ, УДЕЛЬНАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРОВОДИМОСТЬ ЖИДКОСТЕЙ

УЭП водных растворов является одним из наиболее популярных методов электрохимических измерений, поскольку метод доступен, надежен и просто адаптируется к постоянному мониторингу. В настоящее время на предприятиях тепловой и атомной энергетики, а также на предприятиях фармацевтической и электронной промышленности, и в аналитических лабораториях широко используются кондуктометры, работающие с чистой или сверхчистой водой в диапазоне УЭП ниже $1 \cdot 10^{-4}$ См/м. Парк этих средств измерений постоянно увеличивается, как за счет отечественных, так и зарубежных образцов. В то же время государственный первичный эталон единицы УЭП жидкостей ГЭТ 132-2018 воспроизводит единицу в диапазоне от $1 \cdot 10^{-3}$ до 50 См/м, что создает вполне конкретные сложности в обеспечении единства измерений в области кондуктометрии.

В связи с вышесказанным для обеспечения единства измерений и повышения точности воспроизведения единицы УЭП жидкостей в ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» была проведена НИР «Разработка экспериментального образца кондуктометрического датчика, обеспечивающего измерения УЭП в диапазоне от $1 \cdot 10^{-5}$ до $1 \cdot 10^{-3}$ См/м», Шифр «Сименс». В результате были разработаны схема и макет установки для воспроизведения и передачи единицы УЭП в воде высокой очистки и экспериментальный образец кондуктометрического датчика, обеспечивающего измерения УЭП в диапазоне ниже 10^{-3} См/м (патент на полезную модель № 201075). Модель разработанного кондуктометрического датчика представлена на рисунке 1.

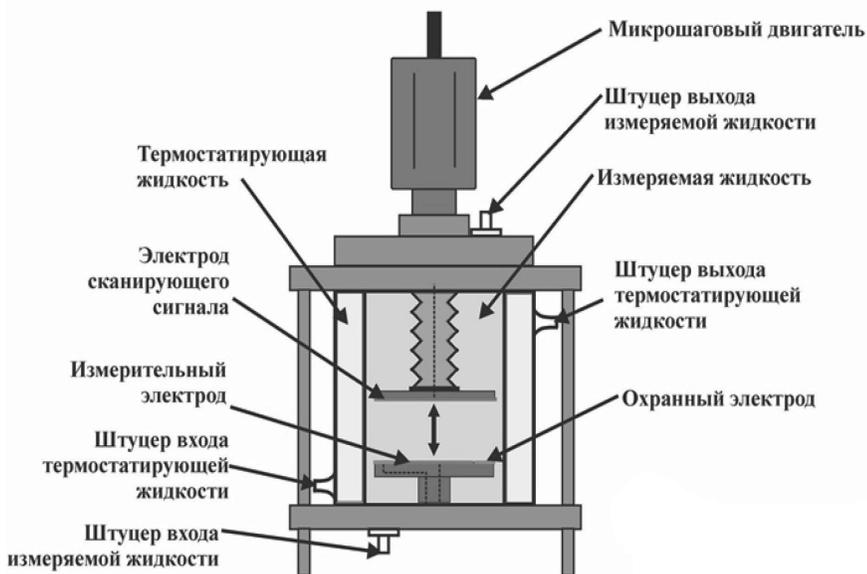
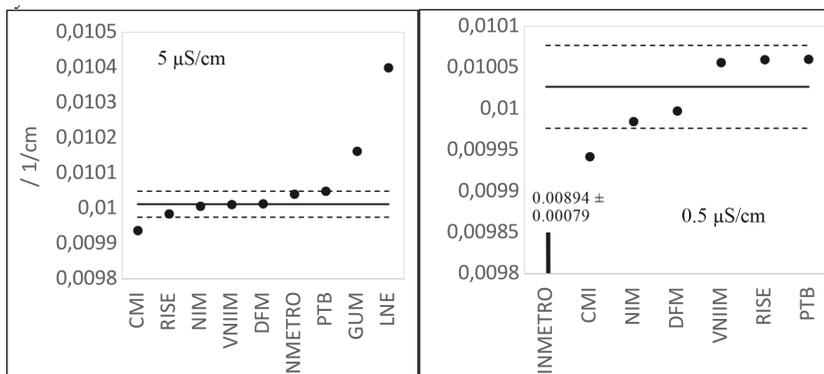


Рисунок 1. Модель кондуктометрического датчика

Это позволило ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» принять участие в сличениях EURAMET Study 1462. Euramet.QM-S12 по теме «Измерение удельной электрической проводимости чистой воды» в рамках которых необходимо было провести измерения УЭП в диапазоне от 0,055 мкСм/см до 50 мкСм/см. Успешное участие в сличениях дало основание для подачи заявки на добавление СМС-строки в диапазоне от 0,15 до 1,00 мкСм/см, которая в настоящий момент проходит международную экспертизу. Результаты сличений представлены на рисунке 2.



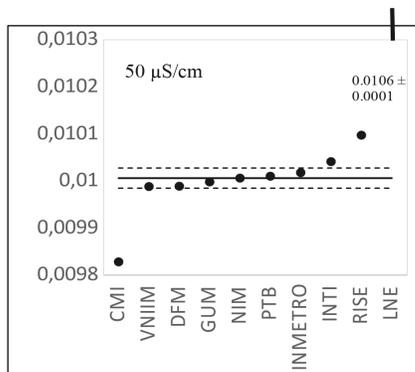


Рисунок 2. Результаты сличений EURAMET Study 1462. Euramet.QM-S12

В 2019 году ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» были организованы пилотные сличения КООМЕТ № 775/RU/19, которые выявили наличие значительных затруднений в измерениях растворов с малым значением УЭП (около 10 мкСм/см) на территории бывшего СНГ.

Полученные результаты являются основанием для дальнейших работ по расширению диапазона воспроизведения единицы УЭП государственного первичного эталона в сторону низких значений УЭП жидкостей в рамках совершенствования и комплексирования ГЭТ 132-2018 с целью следования принципам единства измерений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 декабря 2018 г. № 2771 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений удельной электрической проводимости жидкостей»
2. K. W. Pratt, W. F. Koch, Y. C. Wu and P. A. Berezansky, Molality-based primary standards of electrolytic conductivity (IUPAC Technical Report). Pure Appl. Chem., Vol. 73, No. 11, pp. 1783–1793, 2001.
3. F. Brinkmann, N. E. Dam, E. Deák, L. Vyskocil, Primary methods for the measurement of electrolytic conductivity, Accreditation and Quality Assurance, 2003, Vol. 8, Issue 7–8, pp 346–353.
4. Смирнов А.М., Суворов В.И. «Пути совершенствования государственного первичного эталона единицы удельной электрической проводимости жидкостей ГЭТ 132-99». Альманах современной метрологии, 2017, 14й выпуск, с. 35-37.

5. Смирнов А.М., Суворов В.И., Черников И.Г. «Совершенствование Государственного первичного эталона единицы удельной электрической проводимости жидкостей ГЭТ 132-99». Измерительная техника, 2018, 9й выпуск, с. 13-16.
6. Кривобоков Д.Е., Смирнов А.М. «Измерение растворов солей с малой электропроводностью». Академическая наука – проблемы и достижения. Материалы XII международной научно-практической конференции Том. 2, 2017, с. 133-139. В.В. Скорчеллетти. С44 Теоретическая электрохимия. Изд. 4-е, испр. и доп. Л., «Химия», 1974
7. В.В. Скорчеллетти Теоретическая электрохимия. Изд. 4-е, испр. и доп. Л., «Химия» 1974
8. Б.А. Лопатин «Теоретические основы электрохимических методов анализа», Учеб. пособие для ин-тов. М., «Высш. школа», 1975

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ИЗМЕРЕНИЙ ОТНОШЕНИЙ ИЗОТОПОВ УГЛЕРОДА В ВАНИЛИНЕ С РАСШИРЕННОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬЮ МЕНЕЕ 0,1 ‰

Чубченко Я.К.

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева» (ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»), г. Санкт-Петербург, Россия,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3408-5116>, e-mail: ycc@b10.vniim.ru

Аннотация: В рамках подготовки к международным ключевым сличениям CCQM-K167 «Измерение отношений изотопов углерода в ванилине» была разработана методика измерений, позволяющая измерять отношение изотопов углерода в ванилине с расширенной неопределенностью менее 0,1 ‰ на эталонной установке, входящей в состав Государственного первичного эталона единиц молярной доли, массовой доли и массовой концентрации компонентов в газовых и газоконденсатных средах ГЭТ 154-2019. Результаты международных ключевых сличений CCQM-K167 подтвердили указанные измерительные возможности. В докладе обсуждаются основные технические и методические решения, позволившие получить указанный результат.

Ключевые слова: МЕТРОЛОГИЯ, СТАБИЛЬНЫЕ ИЗОТОПЫ, ИЗОТОПНАЯ МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЯ, ИЗОТОПНАЯ ИНФРАКРАСНАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ, МЕЖДУНАРОДНЫЕ СЛИЧЕНИЯ

Изотопный анализ является эффективным методом для осуществления контроля и выявления фальсифицированной пищевой продукции, в частности, ванилина. Как показали исследования [1] натуральность ванилина можно определить при помощи измерений отношений изотопов углерода.

Одним из активно развивающихся методов измерений отношений изотопов углерода в продуктах питания является метод спектроскопии внутрирезонаторного затухания с модулем сжигания CM-CRDS. В работах [2, 3, 4] показаны результаты изотопного анализа меда, лимонного и кокосового соков указанным методом. Информация об использовании указанного метода для изотопного анализа ванилина и соответствующих точностных характеристиках в научной литературе отсутствует.

Одним из традиционно применяемых методов изотопного анализа продуктов питания, в частности, ванилина является изотопная масс-спектрометрия IRMS. В работах [1, 5, 6, 7, 8] проведены исследования отношений изотопов углерода в ванилине разных источников происхождения. Расширенная неопределенность результатов измерений в среднем составляет более 0,1 ‰.

Целью данной работы была разработка методики измерений отношений изотопов углерода в ванилине на установке SM-CRDS, входящей в состав ГЭТ 154-2019, с расширенной неопределенностью менее 0,1 %. Для достижения поставленной цели были разработан ряд технических и методических решений, позволивших получить расширенную неопределенность измерений 0,09 %. Полученный результат подтвержден в рамках международных ключевых сличений CCQM-K167 «Измерение отношений изотопов углерода в ванилине» [9]. Степени эквивалентности результатов измерений участников сличений представлены на Рисунке 1. Все участники, кроме ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» использовали для измерений традиционный метод изотопной масс-спектрометрии.

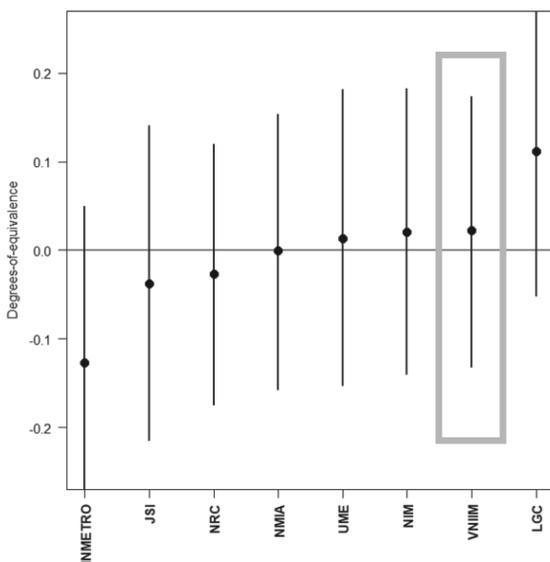


Рисунок 1. Степени эквивалентности результатов измерений участников сличений CCQM-K167 «Измерение отношений изотопов углерода в ванилине». Результат ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» выделен зеленым цветом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Anne-Mette Sølvbjerg Hansen, Arvid Fromberg, and Henrik Lauritz Frandsen Journal of Agricultural and Food Chemistry 2014 62 (42), 10326-10331 DOI: 10.1021/jf503055k

2. Mantha, Madhavi & Kubachka, Kevin & Urban, John & Dasenbrock, Catherine & Chernyshev, Anatoly & Mark, William & France, Christine & Chartrand, Michelle & Hache, Jonathan & Decoeur, Sylvain & Qi, Haiping. (2019). Economically Motivated Adulteration of Lemon Juice: Cavity Ring Down Spectroscopy in Comparison with Isotope Ratio Mass Spectrometry: Round-Robin Study. *Journal of AOAC International*. 102. 10.5740/jaoacint.18-0401.
3. Madhavi Mantha, John R Urban, William A Mark, Anatoly Chernyshev, Kevin M Kubachka, Direct Comparison of Cavity Ring Down Spectrometry and Isotope Ratio Mass Spectrometry for Detection of Sugar Adulteration in Honey Samples, *Journal of AOAC INTERNATIONAL*, Volume 101, Issue 6, 1 November 2018, Pages 1857–1863, <https://doi.org/10.5740/jaoacint.17-0491>
4. Rogers, K.M., Phillips, A., Fitzgerald, J. et al. Authentication of Indonesian Coconut Sugar Using Stable Carbon Isotopes. *Food Anal. Methods* 14, 1250–1255 (2021). <https://doi.org/10.1007/s12161-021-01967-9>
5. Fabienne F. Bensaid, Karine Wietzerbin, and Gérard J. Martin *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2002 50 (22), 6271-6275 DOI: 10.1021/jf0203161
6. Jacques Bricout, Jean-Charles Fontes, Liliane Merlivat, Detection of Synthetic Vanillin in Vanilla Extracts by Isotopic Analysis, *Journal of Association of Official Analytical Chemists*, Volume 57, Issue 3, 1 May 1974, Pages 713–715, <https://doi.org/10.1093/jaoac/57.3.713>
7. Patrick G. Hoffman and Mary Salb *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 1979 27 (2), 352-355 DOI: 10.1021/jf60222a036
8. Wilde, Amelie & Frandsen, Henrik & Fromberg, Arvid & Smedsgaard, Jørn & Greule, Markus. (2019). Isotopic characterization of vanillin ex glucose by GC-IRMS – New challenge for natural vanilla flavour authentication?. *Food Control*. 106. 106735. 10.1016/j.foodcont.2019.106735.
9. Michelle M G Chartrand et al 2022 *Metrologia* 59 08004

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ В ОБЛАСТИ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ РАСХОДА ЖИДКОСТИ

Шабалин А.С.

Всероссийский научно-исследовательский институт расходомерии – филиал
Федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-
исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева» (ВНИИР – филиал
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»),
г. Казань, Россия, e-mail: shabalin90@yandex.ru

Аннотация: Современный уровень развития технологий, ужесточение требований законодательства в области ресурсосбережения предъявляют высокие требования к применяемым средствам измерений расхода жидкости. Применение технологии цифровых двойников позволит создавать новые средства измерений и эталоны, а для существующих провести оптимизацию с наименьшими временными и финансовыми затратами.

Ключевые слова: РАСХОД ЖИДКОСТИ, ЦИФРОВОЙ ДВОЙНИК, ЦИФРОВАЯ МОДЕЛЬ, ЦИФРОВЫЕ ИСПЫТАНИЯ, ЦИФРОВОЙ ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ СТЕНД, ГЭТ 63-2019

Современный уровень развития науки и техники позволяет собирать огромный объем информации о промышленных изделиях, обрабатывать ее и на основе полученных данных принимать обоснованные решения об оптимизации процессов. Таким образом существующие технологии предоставляют производителям возможность использовать цифровые двойники изделий. Несмотря на то, что впервые термин «цифровой двойник» появился в 2003 году после публикации статьи профессора Технологического университета Флориды Майкла Гривза «Цифровые двойники: превосходство в производстве на основе виртуального прототипа завода [1], первый в мире стандарт в области цифровых двойников изделий – ГОСТ Р 57700.37-2021 [2], который установил единое определение «цифрового двойника изделия», появился в России в 2021 г. Потребность в создании данного стандарта связана в первую очередь с огромным интересом со стороны отечественной промышленности к данной теме. По приблизительным оценкам до 2024 года 250 российских предприятий должны перейти к использованию цифровых двойников, а затраты на их внедрение составят порядка 145 млрд руб. [3] Метрологическое обеспечение измерений расхода жидкости также не осталось в стороне от применения технологии цифровых двойников.

Проектирование средств измерений и в особенности эталонов достаточно сложный и дорогостоящий процесс. Это связано с тем, что на стадии проектирования не всегда удастся учесть все факторы, оказывающие влияние на метрологические характеристики. Если для средств измерений, выпускающихся серийно, внести конструктивные изменения еще можно в процессе производства, то для эталонов, выпускающихся в единичном экземпляре, уже невозможно ничего изменить. В связи с этим создание цифровых двойников позволит избежать многих ошибок для вновь проектирующихся средств измерений и эталонов, а для существующих провести оптимизацию с наименьшими временными и финансовыми затратами. Существующие исследования [4, 5, 6] в данной области подтверждают это.

На данный момент во ВНИИР-филиале ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» ведутся работы по созданию цифровой модели Государственного первичного специального эталона единицы массы и объема жидкости в потоке, массового и объемного расходов жидкости

ГЭТ 63-2019. Создание цифровой модели заключается в создании компьютерной модели, построении расчетной сетки, выборе модели турбулентности, задании граничных условий, расчете, анализе и валидации [7] полученных результатов.

Создание цифровой модели ГЭТ 63-2019 является первым шагом на пути к цифровым (виртуальным) испытаниям и созданию в дальнейшем цифрового (виртуального) испытательного стенда. Существующие результаты исследований в данной области, проведенные на бесфланцевых вихревых расходомерах в работе [8], показывают удовлетворительное количественное совпадение. При сравнении данных численного и физического экспериментов по некоторым параметрам относительная погрешность в данной работе составила не более $\pm 8,0\%$, что можно объяснить недостаточной проработкой рассмотренной цифровой модели.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кокорев Д.С., Юрин А.А. Цифровые двойники: понятие, типы и преимущества для бизнеса // «COLLOQUIUM-JOURNAL». 2019. № 10-2 (34). С. 101-104.
2. ГОСТ Р 57700.37-2021 Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники изделий. Общие положения. М.: Российский институт стандартизации, 2021. 10 с
3. О стандарте на «цифровые двойники». Электронное раздвоение – URL: <https://new.gostinfo.ru/InformationOfStandardization/Details/2803>
4. Шабалина О.К., Шабалин А.С. Применение методов численного моделирования для решения задач по повышению точности средств

- измерений расхода жидкости // Материалы I-ой Международной научно-практической конференции молодых учёных. Комсомольск-на-Амуре. 2021. С.126-129.
5. Шабалина О.К., Шабалин А.С. Исследование влияния профиля скорости на метрологические характеристики средств измерений с применением методов численного моделирования // Нефть и газ: технологии и инновации. материалы Национальной научно-практической конференции. В 2 томах. Тюмень, 2021. С. 238-241.
 6. Шабалина О.К. Анализ работы двухфазного эжектора-диспергатора с применением методов численного моделирования // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. 2020. №10 (567). С. 5-8.
 7. ГОСТ Р 57700.25-2020 Компьютерные модели и моделирование. Процедуры валидации. М.: Стандартиформ, 2020. 7 с
 8. Сафонов Е.В., Бромер К.А., Дорохов В.А. Разработка виртуального испытательного стенда для численного моделирования гидродинамических течений в бесфланцевых вихревых расходомерах с использованием высокопроизводительных вычислений // Вестник ЮУрГУ. Серия «Вычислительная математика и информатика». 2013. Т.2. №4. С. 109-115.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПРОФИЛЯ СКОРОСТИ НА МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ РАСХОДА ЖИДКОСТИ

Шабалина О.К.

Всероссийский научно-исследовательский институт расходомерии – филиал
Федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-
исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева»
(ВНИИР – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»), г. Казань, Россия,
e-mail: shabalina.vniir@mail.ru

Аннотация: Метрологические характеристики средств измерений расхода жидкости являются наиболее важным параметром в большинстве отраслей промышленности. На данный момент существуют средства измерений расхода жидкости различной конструкции, однако их метрологические характеристики зависят от их расположения в трубопроводной системе. В связи с чем очень важно знать влияние искажения профиля скорости в поперечном сечении трубопровода на метрологические характеристики данных средств измерений

Ключевые слова: СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ, РАСХОД ЖИДКОСТИ, МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ, ПРОФИЛЬ СКОРОСТИ, ГЭТ 63-2019

Развитие технологий, ужесточение требований законодательства в области ресурсосбережения, рост цен на энергоносители и множество других факторов приводят к повышению требований к применяемым в промышленности средствам измерений расхода жидкости. В связи с этим метрологические характеристики средств измерений расхода жидкости являются наиболее важным параметром в большинстве отраслей промышленности. На данный момент существуют средства измерений расхода жидкости различной конструкции, однако их метрологические характеристики зависят от их расположения в трубопроводной системе. Запорно-регулирующая арматура, трубопроводные фитинги и другие приспособления создают завихрения, искажают распределение профиля скорости в поперечном сечении трубопровода и оказывают влияние на метрологические характеристики средств измерений расхода жидкости. Особенно это актуально для электромагнитных [1], ультразвуковых [2], турбинных [3], а по мнению некоторых исследователей даже кориолисовых [4] расходомеров.

В связи с большой значимостью данной проблемы были проведены значительные исследовательские работы по изучению влияния условий эксплуатации средств измерений расхода на их метрологические характеристики в Национальном институте стандартов и технологий (NIST), в Национальной

инженерной лаборатории (NEL) и в других крупных исследовательских центрах. [5] Однако по результатам данных исследований был сделан вывод о том, что для повышения эффективности промышленного измерения расхода по-прежнему необходимы дополнительные экспериментальные исследования.

В связи с отсутствием экспериментальных данных для Т-образной конфигурации трубопроводной обвязки и для верификации с имеющимися теоретическими исследованиями [6] во ВНИИР-филиале ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» были проведены исследования влияния профиля скорости на метрологические характеристики электромагнитного расходомера с прямоугольным поперечным сечением. Исследования проводились на Государственном первичном специальном эталоне единиц массы и объема жидкости в потоке, массового и объемного расходов жидкости ГЭТ 63-2019. Программа исследований состояла в определении метрологических характеристик в диапазоне расходов от 15 до 75 м³/ч, что соответствовало диапазону чисел Рейнольдса (Re) от 105000 до 530000. В каждой точке расхода проводилось по 7 измерений. Полученные результаты анализировались на наличие промахов и осреднялись. [7] В связи со сложностью определения профиля скорости на входе в электромагнитный расходомер профиль скорости моделировался с применением методов численного моделирования. [8]

По результатам проведенных исследований было установлено, что деформация профиля скорости на входе привела к сдвигу погрешностей в зависимости от расхода на 0,1...0,15 % в диапазоне Re от 105000 до 530000. При этом исследуемое средство измерений во всех точках рабочего диапазона уложилось в пределы допустимой относительной погрешности измерений объемного расхода равные $\pm 0,25$ %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бакиров Р.Т., Шабалина О.К., Шабалин А.С. Оценка влияния профиля скорости на метрологические характеристики электромагнитных расходомеров // XXV ТУПОЛЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ (ШКОЛА МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ). Международная молодежная научная конференция, посвященная 60-летию со дня осуществления Первого полета человека в космическое пространство и 90-летию Казанского национального исследовательского технического университета им. А.Н. Туполева-КАИ. Казань, 2021. С. 268-271.
2. Шабалина О.К., Шабалин А.С. Влияние условий эксплуатации на метрологические характеристики ультразвуковых расходомеров // Актуальные проблемы науки и техники. Инноватика. Сборник научных

- статей по материалам II Международной научно-практической конференции. Уфа, 2020. С. 142-146.
3. Шабалина О.К. Влияние монтажа турбинных преобразователей расхода на метрологические характеристики систем измерений количества и показателей качества нефти и нефтепродуктов // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. 2019. № 12 (557). С. 55-57.
 4. Kutin J., Bobovnik G., Hemp J., Bajsi'c I. Velocity profile effects in Coriolis mass flowmeters: Recent findings and open questions // Flow Measurement and Instrumentation 17 (2006). 349–358 pp.
 5. Roger C. Baker. Flow measurement handbook: industrial designs, operating principles, performance, and applications. Cambridge University Press, 2nd edition, 745 p.
 6. Акимова О.Ю. Математическое моделирование влияния профиля скорости потока на сигнал электромагнитного расходомера // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2006. № 3. С. 149-159.
 7. Бакиров Р.Т., Шабалина О.К., Евдокимов Ю.К., Шабалин А.С. Влияние профиля скорости на точность электромагнитных расходомеров // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. 2021. № 6 (575). С. 45-49.
 8. Шабалина О.К., Шабалин А.С. Применение методов численного моделирования для решения задач по повышению точности средств измерений расхода жидкости // Актуальные проблемы информационно-телекоммуникационных технологий и математического моделирования в современной науке и промышленности. Материалы I-ой Международной научно-практической конференции молодых учёных. Комсомольск-на-Амуре, 2021. С. 126-129.

ОЦЕНКА КОМПЕТЕНТНОСТИ АУДИТОРОВ В СООТВЕТСТВИИ С ГОСТ Р ИСО 19011-2021

Шафигина А.Э.

Всероссийский научно-исследовательский институт расходомерии – филиал
Федерального государственного унитарного предприятия Всероссийский научно-
исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева
(ВНИИР – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»), г. Казань, Россия,
e-mail: shafigina.98@mail.ru

Аннотация: В тезисе проработаны основные положения ГОСТ Р ИСО 19011-2021 «Оценка соответствия. Руководящие указания по проведению аудита систем менеджмента» в части оценки компетентности аудиторов, определении необходимых критериев, выбора методов оценки компетентности и необходимые действия по результатам оценивания.

Ключевые слова: УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ, СИСТЕМА МЕНЕДЖМЕНТА, ВНУТРЕННИЕ АУДИТЫ, ОЦЕНКА КОМПЕТЕНТНОСТИ, КОМПЕТЕНТНОСТЬ, КРИТЕРИИ АУДИТОРА

В целях мониторинга за соблюдением требований системы менеджмента качества проводятся внутренние аудиты [1].

Одним из основных документов по проведению внутренних аудитов является ГОСТ Р ИСО 19011-2021 «Оценка соответствия. Руководящие указания по проведению аудита систем менеджмента» [2].

Данный стандарт содержит указания по проведению аудита систем менеджмента, его принципы, а также оценку компетентности аудиторов [3].

При планировании внутреннего аудита необходимо определить компетентных аудиторов [4], то есть обладать определёнными знаниями и опытом, позволяющими выносить объективные суждения [5].

Для выбора работника в качестве аудитора, необходимо провести оценку компетентности, то есть оценить аудитора на предмет знаний и соответствия требуемым принципам [6].

Процесс оценки компетентности может быть проведен на разных этапах аудита: перед тем, как выбрать аудиторов для проведения аудита и после проведения [7]. Данные также можно в дальнейшем использовать для анализа со стороны руководства, работы с рисками и возможностями и т.п. [8].

ГОСТ Р ИСО 19011-2021 предлагает несколько методов оценивания, такие как анализ записей, обратная связь, собеседование, наблюдение, испытания и анализ после аудита [3].

Для определения требуемой компетентности необходимо установить критерии, которым должен соответствовать аудитор. Например, критерии

для организации, выполняющие работы или услуги в области обеспечения единства измерений, представлены на рисунке 1.

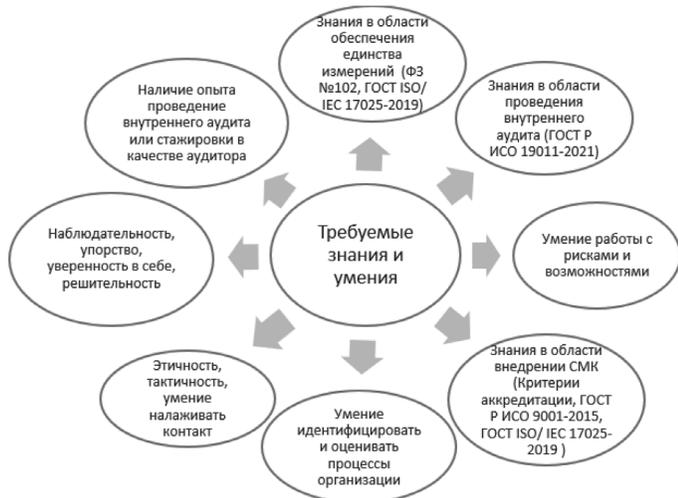


Рисунок 1. Критерии оценивания аудитора

Для оценивания аудитора выбранным критериям, необходимо выбрать методы оценки.

Например, руководитель аудита может использовать:

- анализ записей

Руководитель аудита должен проанализировать данные о наличии высшего образования или профессиональной переподготовки в области обеспечения единства измерений, обучение по проведению внутренних аудитов, требованиям стандартов на системы менеджмента работе с рисками и возможностями, опыта проведения внутренних аудитов.

- наблюдение

Для того чтобы оценить необходимые личные качества аудитора, следует понаблюдать, как работает аудитор с проверяемым подразделением, как находит контакт с работниками, выявляет свидетельства аудита, решает спорные моменты и т.п.

- анализ после аудита

Руководитель аудита анализирует итоги проведения аудита, как были выбраны корректирующие мероприятия, как были оценены свидетельства аудита и т.п.

После оценки компетентности можно выделить такие результаты, как соответствие требуемой компетентности или нет. Если оцениваемый аудитор

не соответствует критериям, то ему следует пройти дополнительную подготовку, обучение, поработать и приобрести дополнительный опыт по аудиту и снова пройти оценку.

Оценка компетентности - важный элемент планирования и проведения внутреннего аудита. От того, насколько будут компетентны в своей работе аудиторы, зависит результативность и эффективность внутреннего аудита. Рекомендуется проводить такую оценку компетентности на регулярной основе, например, раз в год.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ Р ИСО 9001-2015 Системы менеджмента качества. Требования. М.:Стандартинформ, 2015.-32с.
2. ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий. М.: Стандартинформ, 2019. – 32 с.
3. ГОСТ Р ИСО 19011-2021 Руководящие указания по аудиту систем менеджмента качества. М.: Изд-во стандартов, 2021. – 49 с.
4. Приказ Минэкономразвития России от 26 октября 2020 г. № 707 Об утверждении критериев аккредитации, перечня документов, подтверждающих соответствие заявителя, аккредитованного лица критериям аккредитации, и перечня документов в области стандартизации, соблюдение требований которых заявителями, аккредитованными лицами обеспечивает их соответствие критериям аккредитации [Электронный ресурс] / Официальный интернет-ресурс Федеральной службы по аккредитации URL: <https://fsa.gov.ru/documents/11845/>
5. Дорогина О.В. Компетентность и компетенция в стратегии аттестационной деятельности организации / Вестник Университета.2014. №4 С.200-2022 <https://cyberleninka.ru/article/n/kompetentnost-i-kompetentsiya-v-strategii-attestatsionnoy-deyatelnosti-organizatsii>
6. Кодекс профессиональной этики аудиторов [Электронный ресурс] / Официальный интернет-ресурс Министерства финансов РФ URL: https://minfin.gov.ru/ru/performance/audit/standarts/ethics/?id_39=134867-kodeks_professionalnoi_etiki_auditorov_deistvuet_s_1_yanvarya_2022_g.
7. Порядок планирования и проведения внутренних аудитов [Электронный ресурс] / Официальный интернет-ресурс Федеральной службы по аккредитации URL <https://fsa.gov.ru/documents/6527/>
8. ГОСТ Р ИСО 9000-2015 Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь. М.:Стандартинформ, 2015.-47с.

РАЗРАБОТКА СТАНДАРТНОГО ОБРАЗЦА СОСТАВА ЙОДАТА КАЛИЯ

Шимолин А.Ю., Собина А.В.

Уральский научно-исследовательский институт метрологии – филиал ФГУП
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева»
(УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева») 620000, Российская
Федерация, г. Екатеринбург, ул. Красноармейская, д.4, тел: + 7 343 355-31-70

Аннотация: Приведены результаты разработки стандартного образца состава йодата калия ГСО 11713-2021 с аттестованными характеристиками массовой доли йодата калия, йода и кислорода. Расширенная неопределенность ($k=2$, $P=0,95$) аттестованных значений не превышает 0,030 %. Исследования однородности и стабильности, а также установление аттестованного значения массовой доли йодата калия выполнены методом кулонометрического титрования с применением Государственного первичного эталона единиц массовой (молярной, атомной) доли и массовой (молярной) концентрации компонентов в жидких и твердых веществах и материалах на основе кулонометрии ГЭТ 176-2019.

Ключевые слова: ГЭТ 176, КУЛОНОМЕТРИЯ, СТАНДАРТНЫЙ ОБРАЗЕЦ, ЙОДАТ КАЛИЯ, КУЛОНОМЕТРИЧЕСКОЕ ТИТРОВАНИЕ, ЙОД, ПРОСЛЕЖИВАЕМОСТЬ

Йодат калия является очень распространённым в аналитической практике окислительно-восстановительным титрантом. Стехиометрически выделяемый при взаимодействии его с избытком йодид-ионов молекулярный йод выступает окислителем целого ряда восстановителей, таких как сульфиды, тиосульфаты, ионы металлов в неопределённых степенях окисления, например, Fe (II) или As (III), Sn(II). Косвенным образом с помощью йода определяют окислители, такие как Cu (II), перекись водорода, молекулярный бром или хлор, броматы, хлораты и др. Реакция йодометрии применяется в госфармакопейном анализе для определения целых групп лекарственных соединений и биологически активных субстанций [1]. В медицине йод применяют в качестве местного антисептика, в качестве маркера для рентгенологических и томографических исследований, а изотоп йод-131 для лучевой терапии при онкологии щитовидной железы [2]. Йод участвует в организме человека в синтезе гормона трийодтиронина и тироксина [3], а йодат калия – как основной источник йода – является пищевой добавкой с кодом E917. Всё вышперечисленное требует достоверных и прослеживаемых результатов измерений, основанных на реакции йодометрии.

Йодат калия является достаточно стабильным соединением, поддающимся очистке, что позволяет применить его в качестве основного средства

передачи единицы содержания йода от Государственного первичного эталона единиц массовой (молярной, атомной) доли и массовой (молярной) концентрации компонентов в жидких и твёрдых веществах и материалах на основе кулонометрии ГЭТ 176-2019 (далее – ГЭТ 176) [4] к вторичным и рабочим эталонам, стандартным образцам и рабочим средствам измерений в калибровочных, испытательных и научно-исследовательских лабораториях.

В качестве исходного материала для стандартного образца состава йодата калия (далее – СО) был выбран реактив йодата калия, квалификации ACS reagent, производства ACROS.

В ходе исследований согласно требованиям [5] были установлены характеристики однородности материала СО, кратковременной и долговременной стабильности материала СО, аттестованные значения СО.

Массовую долю йодата калия измеряли на ГЭТ 176 первичным [6] методом кулонометрического титрования, описанным в [7] и примененным в [8]. По полученным результатам рассчитывали значения массовой доли йода и кислорода. Оценку неопределенности характеристики СО проводили с учётом рекомендаций, изложенных в GUM [9]. Стандартную неопределённость типа В оценивали как композицию стандартных неопределённостей применяемых средств измерений и влияющих методических и химических факторов.

Однородность СО оценивали исходя из целевой неопределённости СО и достигаемого стандартного отклонения результатов измерений массовой доли йодата калия [7].

Стандартные неопределённости от кратковременной и долговременной нестабильности материала СО оценивали изохронным методом в неблагоприятных условиях, близких к условиям транспортирования, и изохронным методом в регламентированных условиях хранения, соответственно. По результатам исследования материала СО установлен срок годности СО – 5 лет.

Границы абсолютной погрешности аттестованных значений оценены по алгоритму, приведённому в [10], с учётом характеристик однородности, кратковременной и долговременной стабильности материала СО.

Метрологические характеристики СО состава йодата калия приведены в таблице 1.

Таблица 1. Метрологические характеристики СО состава йодата калия

Аттестованная характеристика	Аттестованное значение	Абсолютная расширенная неопределенность аттестованного значения при $k=2$, $P=0,95$, %	Границы абсолютной погрешности аттестованного значения при $P=0,95$, %
Массовая доля йодата калия, %	99,965	0,030	$\pm 0,030$
Массовая доля йода, %	59,283	0,021	$\pm 0,021$
Массовая доля кислорода, %	22,421	0,014	$\pm 0,014$

Форма выпуска СО – серийное производство периодически повторяющимися партиями.

Стандартный образец состава йодата калия (KIO_3 , СО УНИ-ИМ) утверждён и внесён в федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений под номером ГСО 11713-2021 [11] и может применяться для передачи единицы менее точным стандартным образцам и химическим реактивам, для поверки, калибровки и испытаний в целях утверждения типа средств измерений (далее – СИ), в том числе СИ элементного анализа, аттестации методик измерений, контроля точности результатов измерений и др. целей.

Разработанный СО состава йодата калия занял достойное место в линейке высокоточных СО состава чистых веществ, выпускаемых на ГЭТ 176 первичным методом кулонометрического титрования, и обеспечивающих прямую прослеживаемость к единицам СИ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственная фармакопея Российской Федерации, XIV ред., т. III, Москва: Министерство здравоохранения Российской Федерации, 2018, р. 5187
2. Ксензенко В.И., Стасиневич Д.С. Йод // Химическая энциклопедия: в 5 т. / Гл. ред. Кнунянц И. Л.. – М.: Советская энциклопедия, 1990. – Т. 2: Даффа—Меди. – С. 251—252. – 671 с. – 100 000 экз. – ISBN 5-85270-035-5
3. Ермаков В.В. Йод в организме // Большая российская энциклопедия. – Большая Российская энциклопедия, 2008. – Т. 11. – С. 540
4. Собина А.В., Разработка государственного первичного эталона единиц массовой доли и массовой концентрации компонента в жидких

- и твердых веществах и материалах на основе кулонометрического титрования, Екатеринбург: ФГУП «УНИИМ», ФГАОУ ВПО «УрФУ им. Первого Президента России Б.Н. Ельцина», 2014, p. 147
5. ГОСТ ISO Guide 35-2015 «Стандартные образцы. Общие статистические принципы сертификации (аттестации)»
 6. M. J. T. Milton, T. J. Quinn, “Primary methods for the measurement of amount of substance”, *Metrologia* 38, pp. 289-296, 2001
 7. A. J. Shimolin, A. V. Sobina и V. M. Zyskin, «Potassium Iodate Purity Determination by High Precision Coulometric Titration: New Measurement Procedure Implementation» в 2nd International Ural Conference on Measurements (Uralcon), Chelyabinsk, p. 311-315, 2017, DOI: 10.1109/URALCON.2017.8120729
 8. «Report of the CCQM-K152. Assay of potassium iodate», Alena Sobina, Alexandr Shimolin, Egor Sobina, Tatyana Tabatchikova, José Luis Ortiz-Aparicio, Judith Velina Lara-Manzano, Paulo Paschoal Borges, Rodrigo de Santis Neves etc., *Metrologia*, Volume 58, Number 1A DOI: 10.1088/0026-1394/58/1A/08005
 9. BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC and OIML, “Guide to the expression of uncertainty in measurement”, first ed., Geneva, 1995.
 10. ГОСТ Р 8.736-2011 ГСИ. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения.
 11. Федеральный фонд по обеспечению единства измерений, ФГИС «АР-ШИН», ГСО 11713-2021, <https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/19/items/1391862>

ЭТАЛОННЫЕ ШУНТЫ И ИХ АТТЕСТАЦИЯ

Шипелев К.И.

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева»

(ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»),

Санкт-Петербург, Россия, e-mail: K.I.Shipelev@vniim.ru

Аннотация: Выбор метода измерений является актуальной задачей при аттестации и поверке эталонных шунтов. Рассматриваются требования к методам и применяемым средствам измерений, как на постоянном токе, так и на переменном токе при частотах от 50 Гц до 100 кГц. Приводятся показатели точности измерительных шунтов, используемых в качестве вторичных эталонов и эталонов 1 и 2 разрядов. Среди методов измерений наибольшую точность обеспечивает метод сличения с мерой сопротивления с применением резистивного делителя напряжения и микроомметра. Рассматриваются периодичность проведения измерений и значения испытательного тока. Приводятся результаты исследования зависимости сопротивления шунта от способа его включения в токовую цепь.

Ключевые слова: ШУНТ; МЕРА СОПРОТИВЛЕНИЯ, МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ.

С 1 апреля 2020 г. в стране действует новая государственная поверочная схем (ГПС) для средств измерений электрического сопротивления, куда впервые включены эталонные шунты постоянного и переменного тока (часть 2 ГПС). Необходимость включения в ГПС измерительных шунтов обусловлена тем, что последние, по существу, также являются мерами сопротивления, но работающими при больших токах. Кроме того, исходными средствами измерений (СИ) при их поверке являются эталонные меры электрического сопротивления. В связи с этим в ЦСМ и на предприятиях-изготовителях появилась потребность в аттестации и поверке шунтов в качестве эталонов.

В ГПС предусмотрены вторичные эталоны и рабочие эталоны 1 и 2 разрядов. В качестве вторичных и разрядных рабочих эталонов используют измерительные и электронные шунты постоянного и переменного тока и измерители сопротивления шунтов. Электронные шунты появились в последние годы, их диапазон сопротивления составляет от 1 МОм до 10 Ом при токе до 200 – 300 А. Класс точности электронных шунтов 0,01 – 0,02 %. В качестве измерителей сопротивления шунтов используют цифровые измерители малого сопротивления (микроомметры) с разрешающей способностью 10 – 100 нОм,

Для аттестации и поверки шунтов применяют указанные в ГПС методы измерений: метод прямых измерений и метод сличения с мерой сопротивления

при помощи компаратора (прибора сравнения). Применению метода сличения для высокоточных шунтов мешает следующее обстоятельство: сопротивление серийно выпускаемых мер сопротивления имеет номинальные значения только кратные или дольные десяти, минимальное сопротивление составляет 0,1 мОм. Между тем типовой ряд номинальных сопротивлений шунтов в основном имеет недесятичные значения, а само сопротивление имеет минимальные значения до 5 мкОм. Таким образом, сличение с повышенной точностью можно выполнить лишь в единичных случаях.

В ВНИИМ разработан метод сличения шунтов с мерой сопротивления, предназначенный для использования в случаях, когда $R_{ш}$ имеет недесятичное значение. В ВНИИМ разработан метод сличения шунтов с мерой сопротивления, предназначенный для использования в случаях, когда $R_{ш}$ имеет недесятичное значение. Метод позволяет также измерять шунты, сопротивление которых имеет весьма малые значения менее 0,1 мОм. Проведены исследования, подтвердившие возможность применения метода с допустимой относительной погрешностью 0,01 %.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Клионский М.Д., Золотая В.Л. Повышение точности измерений при поверке шунтов постоянного тока. 65-я н/т конф. СПб НТО РЭС им. А.С. Попова, посвящённая Дню радио, 2010, Сборник докладов, С.-Петербург, с. 348-350.
2. Клионский М.Д., Шипелев К.И. Метод сличения шунтов с мерой сопротивления. 75-я н/т конф. СПб НТО РЭС им. А.С. Попова, посвящённая Дню радио, 2020, Сборник докладов, С.-Петербург, с. 262-263, доступно на: <https://conf-ntores.etu.ru/assets/files/2020/cp/pages/s11.html>(accessed: 24.04.2020).

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СИЛОВОСПРОИЗВОДЯЩИХ МАШИН ДЛЯ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ ВОЗМОЖНОСТИ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В КАЧЕСТВЕ СРЕДСТВА ПОВЕРКИ БОЛЬШЕГРУЗНЫХ ВЕСОВ

Шмигельский И.Ю., Сычев В.В., Иванов М.С.

Федеральное унитарное государственное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева»

(ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»),

г. Санкт-Петербург, Россия, e-mail: vniim2301@gmail.com

Аннотация: в настоящее время поверка весов происходит с применением гирь и, как правило выполняется в соответствии с ГОСТ OIML R 76-1-2011. В данной статье предлагается новый метод поверки весов с применением силовоспроизводящих машин в качестве эталонов силы.

Ключевые слова: ЭТАЛОН, ИЗМЕРЕНИЯ МАССЫ, ПОВЕРКА, БОЛЬШЕГРУЗНЫЕ ВЕСЫ, СИЛОВОСПРОИЗВОДЯЩИЕ МАШИНЫ

Разработка новых методов поверки большегрузных весов является важной задачей для обеспечения единства измерений. Существующие методы поверки большегрузных весов в своей реализации являются весьма ресурсоемкими и длительными в исполнении ввиду того, при реализации этих методов существует потребность в транспортировке и манипуляции гирь общей массой более 10 тонн, что может быть трудоемкой задачей, для которой необходима аренда дополнительного оборудования и выделение большого количества времени на процесс поверки. Также для некоторых большегрузных весов не всегда существует возможность поверки с помощью гирь.

Одним из путей сокращения траты ресурсов предприятий на поверку большегрузного весового оборудования является использование эталонов силы в качестве средства поверки. Важным этапом на пути внедрения этого метода поверки большегрузных весов является разработка требований для эталонов силы. Согласно приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 октября 2018 г. № 2818 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений массы» соотношение между пределами допускаемой погрешности применяемого эталона и поверяемого средства измерений не должно превышать 1/3.

Для того чтобы реализовать возможность использования эталонов силы в качестве средства поверки большегрузных весов, необходимо учитывать, что при измерениях массы нормируется абсолютная погрешность, которая

зависит от значения поверочного интервала весов, а при измерениях силы обычно нормируется относительная погрешность. Это приводит к тому, что для эталонов силы, которые требуется применять в качестве средства поверки большегрузных весов, необходимо нормировать не только относительную погрешность в соответствии с государственной поверочной схемой средств измерений силы, но и абсолютную погрешность во всем диапазоне воспроизведения единицы силы.

В качестве исследуемой машины выбрана силовоспроизводящая машина СМ-200 в диапазоне воспроизведения от 1 до 200 кН в составе эталона 1-го разряда. В качестве вспомогательных средств использованы динамометр-компаратор из состава первичного эталона. На основании полученных результатов погрешности проведенных измерений можно сделать вывод о возможности применения существующих силовоспроизводящих машин в качестве средства поверки большегрузных весов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Остривной А.Ф., Шмигельский И.Ю., Котляров Р.Ю. Методы поверки большегрузных весов // Законодательная и прикладная метрология. – 2021 – №2.
2. Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 22 октября 2019 г. № 2498 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений силы».
3. Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 декабря 2018 г. № 2818 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений массы».
4. РМГ 29-2013 Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации (МГС). Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Основные термины и определения. Москва Стандартинформ 2014.
5. Kumar R., Kumar H., Kumar A., Vikram. Long term uncertainty investigations of 1 MN force calibration machine at NPL, India (NPLI) // Measurement Science Review. – 2012. – №12. – с. 149-152.
6. Maldonado N.I., Betancur I.D. A proposal of an evaluation method for hydraulic standart force machine // Measurement: Sensors. – 2021. – №18. – с. 100319.
7. Prato A., Fabrizio M., Facello A., Germak A. Self-calibration of the 1 MN deadweight force standart machine at INRiM // ACTA IMEKO. – 2020. – №9. – с. 100-105.
8. Шмигельский И.Ю., Сенянский М.В., Остривной А.Ф., Котляров Р.Ю. Экспериментальное исследование метрологических характеристик

платформенных большегрузных весов // Приборы. – 2021. – №5 (251). – с. 28-30.

9. Остривной А.Ф., Качмин Д.Г., Семенов С.А. Новая Государственная поверочная схема для средств измерений силы // Главный метролог. – 2011. – №6 (63). – с. 28-30.

РАЗРАБОТКА НОВОЙ РЕДАКЦИИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОВЕРОЧНОЙ СХЕМЫ ДЛЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ МАССЫ

Шмигельский И.Ю., Богданова В.И.

Федеральное унитарное государственное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева»
(ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»), г. Санкт-Петербург, Россия,
SPIN-код: 5250-6170, e-mail: i.y.shmigelskiy@vniim.ru, v.i.bogdanova@vniim.ru

Аннотация: Целью разработки новой редакции государственной поверочной схемы для средств измерений массы является обеспечение единства измерений в Российской Федерации в области измерений массы и переход на общепринятые международные требования к средствам измерений массы в связи с переопределением единицы массы – килограмма, в соответствии с решением консультативного комитета по массе и связанными с ней величинами (ККМ), утвержденным на 17-ом заседании в мае 2019 г. Это обеспечит возможность Российской Федерации быть равноправным участником в международной системе обеспечения единства измерений массы.

Ключевые слова: МАССА; КИЛОГРАММ; ЭТАЛОНЫ; ГИРИ; ВЕСЫ; КОМПАРАТОРЫ МАССЫ; ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОВЕРОЧНАЯ СХЕМА

Средства измерений массы применяются практически во всех отраслях народного хозяйства и жизнедеятельности человека: при осуществлении торговли, учетных операциях, обеспечении безопасности, в области здравоохранения, научных исследованиях, металлургической, химической, медицинской промышленности, экологии, спорте.

Обеспечение единства измерений в области измерений массы осуществляется с применением более чем 15000 эталонов единицы массы. Принципы передачи единицы физической величины и требования к эталонам изложены в государственной поверочной схеме для средств измерений массы (далее – ГПС для СИ массы). Для гармонизации ГПС для СИ массы с новыми нормативно-правовыми документами в области обеспечения единства измерений и установившейся практикой применения средств измерений массы были внесены изменения в действующую редакцию ГПС для СИ массы, утвержденную Приказом Росстандарта №2818 от 29 октября 2018 г.

В тексте новой редакции ГПС для СИ массы метрологические характеристики ГЭТ-3-2020 изменены в соответствии с рекомендациями консультативного комитета по массе и связанными с ней величинами (далее – ККМ), утвержденными на 17-ом заседании ККМ в мае 2019 г., в связи с переутверждением единицы массы – килограмма. Упразднено требование к нестабильности для всех эталонов, как избыточное. Упразднены ссылки на классы

точности по ГОСТ OIML R 111-1-2009 для эталонных гирь. В проекте приведены все необходимые характеристики гирь, которые можно использовать в качестве эталонных.

Для развития направления поверки большегрузных весов с применением средств измерений силы изменены метрологические характеристики эталонных силовоспроизводящих машин, заимствованных из ГПС для СИ силы в соответствии с требованием: соотношение между пределами допускаемой погрешности применяемого эталона и средства измерений не должно превышать $1/3$. Вместо контрольных весов в рабочий эталон 5-го разряда введены весы неавтоматического действия для поверки рабочих средств измерений, в том числе для средств измерений из других поверочных схем. При этом сохранены функциональные задачи, которые выполняли контрольные весы. Эталонные весы 5-го разряда выбирают исходя из требования: соотношение между пределами допускаемой погрешности применяемого эталона и средства измерений не должно превышать $1/3$.

Отражена процедура подтверждения соответствия средства измерений обязательным требованиям, установленным в соответствии с пунктом 5 Положения об эталонах единиц величин, используемых в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 23 сентября 2010 г. №734 в соответствии с Приказом Минпромторга от 28 августа 2020 г. № 2907. Это позволит использовать гири, тип которых утверждён до введения в действие Приказа Минпромторга от 28 августа 2020 г. № 2907, в качестве разрядных эталонов единицы массы в случае их соответствия требованиям ГПС для СИ массы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственная поверочная схема для средств измерений массы, утвержденная приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2818 от 29 декабря 2018 г.
2. Государственная поверочная схема для средств измерений силы, утвержденная приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2498 от 22 октября 2019 г.
3. ГОСТ R OIML R 111-1-2009. Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Гири классов E(1), E(2), F(1), F(2), M(1), M(1-2), M(2), M(2-3) и M(3). – Введ. Москва, Стандартинформ, 2012.
4. ГОСТ OIML R 76-1 2011. Государственная система обеспечения единства измерений. Весы неавтоматического действия. – Введ. 01-07-2013. Москва, Стандартинформ, 2013.

5. Приказ Минпромторга России от 28 августа 2020 г. № 2905 «Об утверждении Порядка проведения испытаний стандартных образцов или средств измерений в целях утверждения типа, Порядка утверждения типа стандартных образцов или типа средств измерений, Порядка выдачи свидетельств об утверждении типа стандартных образцов или типа средств измерений, установления и изменения срока действия указанных свидетельств и интервала между поверками средств измерений, требований к знакам утверждения типа стандартных образцов или типа средств измерений и порядка их нанесения».
6. Приказ Минпромторга России от 28 августа 2020 г. № 2907 «Об утверждении порядка установления и изменения интервала между поверками средств измерений, порядка установления, отмены методик поверки и внесения изменений в них, требований к методикам поверки средств измерений».
7. Приказ Минпромторга России от 31 июля 2020 г. №2510 «Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».
8. РМГ 91-2009 Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации (МГС). Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Совместное использование понятий «Погрешность измерения» и «Неопределенность измерения». Общие принципы, Москва Стандартинформ 2009.
9. Остривной А.Ф., Шмигельский И.Ю., Котляров Р.Ю. Методы поверки большегрузных весов // Законодательная и прикладная метрология. – 2021 – №2.
10. Шмигельский И.Ю., Сенянский М.В., Остривной А.Ф., Котляров Р.Ю. Экспериментальное исследование метрологических характеристик платформенных большегрузных весов // Приборы. – 2021. – №5 (251).

ОПТИМИЗАЦИЯ ВРЕМЕНИ АНАЛИЗА ЭКГ ПРИ ПОВЕРКЕ

Шталинский А.А.

Федеральное бюджетное учреждение «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в калужской области» (ФБУ «Калужский ЦСМ»), г. Калуга, Россия, e-mail: shtalinskiy@mail.ru

Аннотация: Для уменьшения трудоемкости измерения линейных характеристик, сотрудниками ЦСМ было разработано программное обеспечение. Оно предназначено для анализа испытательного сигнала «4». Благодаря нему можно измерить амплитудные и временные интервалы по каждому отведению. При использовании данного программного обеспечения существенно увеличивается скорость анализа ЭКГ при поверке. Для того, чтобы программа не вносила существенную погрешность в измерение геометрических размеров испытательного сигнала «4», изображение ЭКГ должно быть получено с помощью сканера с разрешением не менее 600 dpi.

Ключевые слова: ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММА, ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ СИГНАЛ, ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, МАСШТАБ, ИНТЕРВАЛ, ПОГРЕШНОСТЬ, ПАРАМЕТРЫ, АНАЛИЗ

1 Программное обеспечение для анализа испытательного сигнала

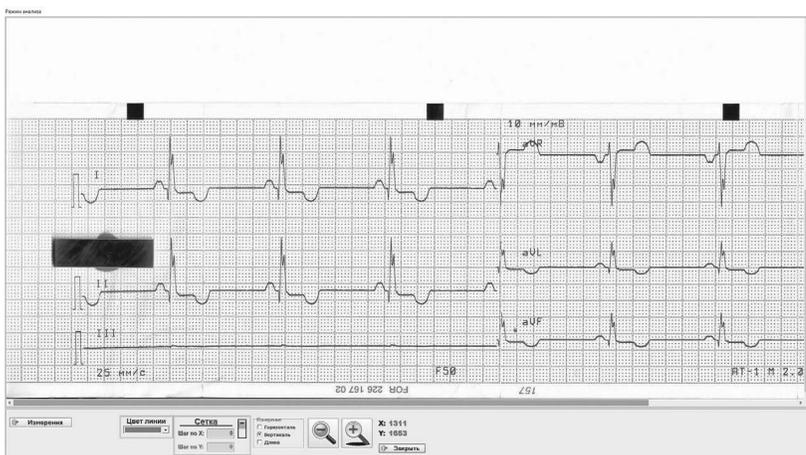


Рисунок 1. Главное окно «Режим анализа»

Поверку кардиографов проводят в основном по двум методикам: Р 50.2.009-2001 и Р 50.2.009-2011. Самой главной проблемой указанных выше

методик является высокая трудоемкость при определении погрешности измерения напряжения и временных интервалов, т.к. в соответствии с методиками необходимо выполнить измерения линейных характеристик основного испытательного сигнала «4» с помощью линейки и штангенциркуля. Для снижения трудоемкости было разработано программное обеспечение, которое позволяет повысить производительность труда при анализе испытательного сигнала «4», главное окно программа в режиме анализа приведено на рисунке 1.

2 Погрешность программного обеспечения.

При использовании данной программы существенно увеличивается скорость анализа ЭКГ при проверке, но возникает закономерный вопрос: какова точность таких измерений? На точность измерений в данном случаи будет влиять величина масштабного коэффициента.

Для определения влияния линейных размеров тест-объектов на величину масштабного коэффициента, а соответственно и погрешность измерения линейных размеров по изображению, будем использовать изображение штангенциркуля. В качестве устройств для получения изображения будем использовать: смартфон Xiaomi Redmi 6 (результаты приведены в таблице 1) и МФУ Kyocera ECOSYS V2735dn с разрешением сканирования 200 и 600 dpi (результаты приведены в таблице 2).

Таблица 1.

Шкала, мм	Линейные размеры тест-объекта				
	10 мм	20 мм	40 мм	80 мм	150 мм
Отсчет по шкале от 0 до 150 мм					
Масштабный коэффициент	0,0438596	0,0432900	0,0427807	0,0419948	0,0410397
10	10,044	9,957	9,754	9,617	9,357
20	20,175	20,000	19,679	19,318	18,919
80	83,640	82,468	81,455	80,000	78,263
100	105,263	103,896	102,674	100,787	98,454
150	160,351	158,312	156,449	153,572	150,000

Как видно из таблицы 1 имеется очень большое отклонение при измерении линейных размеров по изображению, это объясняется нелинейными искажениями при формировании изображения с помощью смартфона, т.е., например, если отсчитывать 10 мм от 0 мм шкалы штангенциркуля и 10 мм на шкале 140 – 150 мм, то оно будет разным: 230 и 253 пикселей соответственно.

Таблица 2.

Шкала, мм	Линейные размеры тест-объекта				
	10 мм	20 мм	40 мм	80 мм	150 мм
200 dpi					
Масштабный коэффициент	0,1265822	0,1265822	0,1269841	0,1267828	0,1269035
10	10,000	10,000	10,032	10,016	10,025
20	20,000	20,000	20,063	20,032	20,051
80	79,747	79,747	80,000	80,000	79,949
100	99,747	99,747	100,063	99,905	100,000
150	149,620	149,620	150,095	149,857	150,000
600 dpi					
Масштабный коэффициент	0,0423729	0,0422833	0,0422833	0,0422610	0,0422654
10	10,000	9,979	9,979	9,974	9,975
20	20,042	20,000	20,000	19,989	19,992
80	80,127	80,000	80,000	80,000	80,008
100	100,212	100,00	100,00	99,989	100,000
150	150,339	150,063	150,063	149,984	150,000

Анализируя результаты, приведенные в таблицах 2 и 3 можно сделать следующий вывод: для того, чтобы программа не вносила существенную погрешность в измерение геометрических размеров испытательного сигнала «4», изображение ЭКГ должно быть получено с помощью сканера с разрешением не менее 600 dpi.

ЛИТЕРАТУРА

1. Р 50.2.009-2001 Рекомендации по метрологии. Электрокардиографы, электрокардиоскопы и электрокардиоанализаторы. Методика поверки
2. ГОСТ 19687-89 Приборы для измерения биоэлектрических потенциалов сердца. Общие технические требования и методы испытаний.
3. ГОСТ Р 50267.0.2-2005 Изделия медицинские электрические. Часть 1-2. Общие требования безопасности. Электромагнитная совместимость. Требования и методы испытаний
4. Тепляков С. В. Паттерны проектирования на платформе .NET – СПб.: Питер, 2015. – 320 с.
5. Розенберг Д., Скотт К. Применение объектного моделирования с использованием UML и анализ прецедентов.: Пер. с англ. М.: ДМК Пресс, 2002
6. Аллен Э. Типичные ошибки проектирования / Э.Аллен: Пер. с англ. – СПб.: Питер, 2003. – 224 с.

АТТЕСТАЦИЯ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ 792А – ОДИН ИЗ ПУТЕЙ ПОВЫШЕНИЯ ИХ СТАТУСА

Юрченко Е.А., Шевцов В.И.

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева»

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

e-mail: E.A.Urchenko@vniim.ru, V.I.Shevstov@vniim.ru

Аннотация: Первичная аттестация преобразователя переменного напряжения прецизионного 792А производства компании «Fluke Corporation» дает возможность поднять статус (разряд) преобразователей в государственной поверочной схеме для средств измерений переменного электрического напряжения до 1000 В в диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-1}$ до $2 \cdot 10^9$ Гц (ГПС) до уровня вторичного эталона.

Ключевые слова: ПОВЕРКА; ПЕРВИЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ; МЕТОДИКА ПЕРВИЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ; ПОВЕРОЧНАЯ СХЕМА; РАБОЧИЙ ЭТАЛОН; ВТОРИЧНЫЙ ЭТАЛОН

Практика проведения поверки преобразователей переменного напряжения прецизионных 792А на государственном первичном специальном эталоне ГЭТ 89-2008 показала, что метрологические характеристики преобразователей отличаются высокой долговременной (по крайней мере в течение межповерочного интервала) стабильностью. Учитывая многолетний опыт эксплуатации преобразователей 792А, а также результаты поверок, подтверждающие их высокую стабильность в интервал между поверками, появляется возможность поднять статус (разряд) этих преобразователей в ГПС.

В соответствии с постановлением правительства РФ № 734 ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» как хранитель ГЭТ 89-2008 провёл первичную аттестацию вторичных эталонов на базе преобразователей 792А для ФБУ «Челябинский ЦСМ», ФБУ «Красноярский ЦСМ», АО «ПриСТ» (г. Москва), АО «Компания «РИТМ» (г. Краснодар). В ходе исследований метрологических характеристик вторичных эталонов этих организаций было установлено, что значение среднего квадратического отклонения суммарной погрешности не превысило значений, установленных государственной поверочной схемой для средств измерений переменного электрического напряжения. Для каждого преобразователя были определены значения индивидуальных поправок, которые внесены в паспорт вторичных эталонов. От преобразователей 792А, аттестованных в качестве вторичных эталонов, будут получать единицу рабочие эталоны 1-го и 2-го разрядов, эксплуатируемые в региональных

центрах стандартизации и метрологии, а также на ряде крупных промышленных предприятий.

Материалы первичной аттестации вторичных эталонов на базе преобразователей 792А, содержащие результаты исследований, с приложением свидетельств о первичной аттестации эталонов, их правил содержания и применения направлены в Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии, которое соответствующими приказами утвердило вторичные эталоны указанных организаций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Постановление правительства Российской Федерации № 734 от 23 сентября 2010 г. «Положение об эталонах единиц величин, используемых в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений»
2. Преобразователь переменного напряжения прецизионный 792А. Инструкция по эксплуатации, 2002. 25 с.
3. Приказ Минпромторга РФ № 456 от 11. 02. 2020 г. «Об утверждении требований к содержанию и построению государственных поверочных схем и локальных поверочных схем, в том числе к их разработке, утверждению и изменению, требований к оформлению материалов первичной аттестации и периодической аттестации эталонов единиц величин, используемых в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, формы свидетельства об аттестации эталона единицы величины, требований к оформлению правил содержания и применения эталона единицы величины, формы извещения о непригодности эталона единицы величины к его применению».
4. Государственная поверочная схема для средств измерений переменного электрического напряжения до 1000 В в диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-1}$ до $2 \cdot 10^9$ Гц, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 03. 09. 2021 г. Приказ № 1942.
5. Г.П. Телитченко, В.И. Шевцов Государственный первичный специальный эталон единицы электрического напряжения в диапазоне частот $10\text{-}3 \cdot 10^7$ ГЭТ 89-2008/ Российская метрологическая энциклопедия. Санкт-Петербург. «Лики России», 2015. Том 1, с. 522 – 525.
6. Александров В.С., Катков А.С., Телитченко Г.П. Новый государственный первичный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы. // Измерительная техника, №3, 2002
7. www.spb.fluke-online.ru
8. www.fgis.gost.ru/fundmetrology/registry

СОДЕРЖАНИЕ

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ.....	7
ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ	8
ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ	9
Лазаренко Е.Р. РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ.....	9
Пронин А.Н. 180 ЛЕТ ПЕРВОМУ ГОСУДАРСТВЕННОМУ МЕТРОЛОГИЧЕСКОМУ УЧРЕЖДЕНИЮ РОССИИ.....	12
Чекирда К.В. О РАБОТАХ ПО СОЗДАНИЮ СОВРЕМЕННЫХ ЭТАЛОНОВ ОСНОВНЫХ ЕДИНИЦ, СООТВЕТСТВУЮЩИХ ИХ НОВЫМ ОПРЕДЕЛЕНИЯМ	16
Пальников В.Г. ПРЕЦИЗИОННЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ ВРЕМЕНИ И ЧАСТОТЫ И ИХ РОЛЬ В ПЕРЕОПРЕДЕЛЕНИИ ЕДИНИЦЫ ВРЕМЕНИ –СЕКУНДЫ В СИСТЕМЕ СИ	20
Медведевских С.В., Медведевских М.Ю. ПЕРВИЧНЫЕ РЕФЕРЕНТНЫЕ МЕТОДИКИ ИЗМЕРЕНИЙ: ОПЫТ РАЗРАБОТКИ И ПРИМЕНЕНИЯ.....	23
Чуновкина А.Г. О ДОКУМЕНТАХ ПО ОЦЕНИВАНИЮ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ	26
Мигаль П.В. ОЦЕНКА СООТВЕТСТВИЯ ПРИ КАЛИБРОВКЕ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ	30
Эмануэль В.Л. МЕТРОЛОГИЯ – БЕЗ ГРАНИЦ	33
Вонский М.С. БИОАНАЛИЗ – ИСТОРИЯ СТАНОВЛЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ.....	38
Селиванова Т.Я., Окрепилов М.В. АККРЕДИТАЦИЯ. ЦЕЛИ, ПРИНЦИПЫ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ.....	41

Фот Н.П, ПРИМЕНЕНИЕ НАУЧНОГО ПОДХОДА В РАБОТЕ ФБУ ЦСМ (НА ПРИМЕРЕ ФБУ «ОРЕНБУРГСКИЙ ЦСМ»).....	44
Еленский А.О. ЧТО ТАКОЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СОБСТВЕННОСТЬ НА ПРЕДПРИЯТИИ, КОМУ И ДЛЯ ЧЕГО ОНА НУЖНА?.....	47
Тинкова А.А. АСПИРАНТУРА КАК ИНСТРУМЕНТ РАЗВИТИЯ НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ.....	50
Мосичкина А.В. ПРИМЕНЕНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ СТАНДАРТОВ. НЕЗАВИСИМАЯ ОЦЕНКА КВАЛИФИКАЦИИ СПЕЦИАЛИСТОВ	53
Игнаткович А.С, МЕТРОЛОГИЧЕСКИЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ КЛАСТЕР: НОВАЯ ЭФФЕКТИВНАЯ ФОРМА ПРОФОРИЕНТАЦИИ ШКОЛЬНИКОВ	59
ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ И СПЕЦИАЛИСТОВ.....	61
Александров Н.Ю. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ЗАВИСИМОСТИ СОЛЕВЫХ ЯЧЕЕК В ГИГРОСТАТЕ.....	61
Анцигин С.Д., Кондаков А.В. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК УСТАНОВОК С 3D-СКАНЕРОМ, АТТЕСТУЕМЫХ В КАЧЕСТВЕ ЭТАЛОНОВ ЕДИНИЦЫ ОБЪЕМА (ВМЕСТИМОСТИ) 2-ГО РАЗРЯДА	63
Бакиров Р.Т. ПОВЫШЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ И МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ НАДЕЖНОСТИ ТЕПЛОСЧЕТЧИКОВ НА ОБЪЕКТАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ	67
Бацаров А.В. ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ В КАЧЕСТВЕ ЭТАЛОНОВ ЕДИНИЦЫ ВЕЛИЧИНЫ В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ПОВЕРОЧНЫХ СХЕМ	70

Бекетов Н.А. ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ РЕАЛИЗАЦИИ И ВОСПРОИЗВОДИМОСТИ ТЕМПЕРАТУРЫ ТРОЙНОЙ ТОЧКИ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА.....	73
Быков А.И., Катков А.С. ИСТОЧНИК ТОКА ДЛЯ ЭТАЛОНА ГЭТ 4-91.....	75
Вострокнутова Е.В., Табатчикова Т.Н., Мигаль П.В., Лебедева Е.Л., Собина Е.П., Собина А.В. РАЗРАБОТКА ВЫСОКОТОЧНОЙ МЕТОДИКИ ИЗМЕРЕНИЙ МАССОВОЙ ДОЛИ МЕДИ, ЦИНКА В СЫВОРОТКЕ КРОВИ МЕТОДОМ МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ С ИЗОТОПНЫМ РАЗБАВЛЕНИЕМ	77
Горбачев В.А., Жорников А.В. УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПРОДУКЦИИ В УСЛОВИЯХ ДИНАМИЧЕСКИ ИЗМЕНЯЮЩЕЙСЯ ОБСТАНОВКИ	79
Давлатов Р.А. РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА И МАКЕТИРОВАНИЯ БОРТОВОГО КОСМИЧЕСКОГО ЛАЗЕРНОГО ГРАДИЕНТОМЕТРА НА СВОБОДНЫХ МАССАХ	83
Дмитриева Л.И., Шувалов Г.В. АТТЕСТАЦИЯ СТАНДАРТНЫХ ОБРАЗЦОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПОЛЯРИЗУЕМОСТИ С ПОМОЩЬЮ ПЕРВИЧНОЙ РЕФЕРЕНТНОЙ МЕТОДИКИ ИЗМЕРЕНИЯ.....	85
Завгородний А.С. РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РАДИОНАВИГАЦИОННЫХ СИГНАЛОВ	88
Иванова И.А. АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ КОНТРОЛЯ ВЫБРОСОВ РАДИОАКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ	91
Климов Г.А., Фокина А.О. ПРЕЦИЗИОННЫЙ ТРАНСФОРМАТОР ОТНОШЕНИЯ И ЕГО АТТЕСТАЦИЯ	93
Климов Г.А., Фокина А.О. АВТОМАТИЧЕСКОЕ КОМПАРИРОВАНИЕ МЕР ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЕМКОСТИ.....	97

Кондрашина К.А. АНАЛИЗ СТАБИЛЬНОСТИ ХАРАКТЕРИСТИК КАПИЛЛЯРНЫХ ВИСКОЗИМЕТРОВ.....	100
Краев Д.В. ОБМЕН ДАННЫМИ ПО ЦИФРОВОМУ КАНАЛУ МЕЖДУ ЭТАЛОНОМ И СРЕДСТВОМ ИЗМЕРЕНИЙ	103
Левин А.Ю., Сергеев П.К., Ковальков В.П. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ОПТИЧЕСКОЙ ДАЛЬНОСТИ (МОД)	105
Локачева Ю.А., Гублер Г.Б. ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ.....	108
Маликов К.И., Лысенко В.Г., Милованова Е.А. ПРИНЦИПЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ДИСТАНЦИОННОЙ КАЛИБРОВКИ КООРДИНАТНЫХ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ.....	112
Матвеев А.И. ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА МНОГОЗОНДОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ МОЩНОСТИ В ВОЛНОВОДНЫХ ТРАКТАХ СВЧ ДИАПАЗОНА.....	115
Медведева А.В., Ковадло Ю.Г. ДИСТАНЦИОННАЯ ПОВЕРКА АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ПО ИНТЕРНЕТ-КАНАЛАМ С ПОМОЩЬЮ УНИВЕРСАЛЬНОГО КАЛИБРАТОРА НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ.....	118
Миргородская А.В., Неклюдова А.А., Зайцев И.В. РАЗРАБОТКА РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ИССЛЕДУЕМОЙ СРЕДЫ С БЕСПРОВОДНОЙ ПЕРЕДАЧЕЙ ДАННЫХ	121
Мкртычян Н.Б., Беднова М.В. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ДЕЛ В ОБЛАСТИ СТАНДАРТНЫХ ОБРАЗЦОВ УДЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОВОДИМОСТИ.....	124

Мусабилова Л.А. ЦИФРОВИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА В ОБЛАСТИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПЕРЕПОДГОТОВКИ И ОБУЧЕНИЯ РАБОТНИКОВ	127
Набатчиков И.А. РАЗРАБОТКА ТОПОЛОГИИ ПРЕЦИЗИОННОГО МИКРОПОЛОСКОВОГО ДЕЛИТЕЛЯ МОЩНОСТИ СВЧ В ДИАПАЗОНЕ ЧАСТОТ ОТ 0 ДО 6 ГГц	130
Невзорова В.П., Соловьев В.О. ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ЭМПИРИЧЕСКОГО ПОДХОДА К ОЦЕНИВАНИЮ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ, СВЯЗАННОЙ С ОТБОРОМ ПРОБ.....	133
Нечаев Л.В. МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ ДЕФОРМАЦИИ В ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ»....	136
Нигматуллин С.Г., Сладовский И.А., Сладовский А.Г. ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ЖИДКОСТЕЙ ДЛЯ ГРАДУИРОВКИ ЛАБОРАТОРНОГО ПЛОТНОМЕРА	139
Нуржанов А.С. АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ ПРЕЦИЗИОННЫХ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ МАССЫ.....	142
Нурмухаметов Р.Р., Сидорова А.С. ЭТАЛОННЫЙ КОМПЛЕКС ИЗМЕРЕНИЯ РАСХОДА КРИОГЕННЫХ ЖИДКОСТЕЙ.....	145
Паздников О.В. СОЗДАНИЕ ЭФФЕКТИВНОГО АЛГОРИТМА БЫСТРОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ФУРЬЕ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ИЗМЕРИТЕЛЯ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ.....	148
Пантелеев С.В., Хапугин О.Е. МОДЕРНИЗАЦИЯ ВТОРИЧНОГО ЭТАЛОНА ЕДИНИЦЫ ПЛОТНОСТИ ЖИДКОСТИ ВЭТ 18-7-2006 НА БАЗЕ УСТАНОВКИ ГИДРОСТАТИЧЕСКОГО ВЗВЕШИВАНИЯ	151
Пономарев С.Д., Демьянов А.А., Неклюдова А.А., Миргородская А.В. РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ГРАДУИРОВКИ ВИБРАЦИОННЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ВЯЗКОСТИ В СТАТИЧЕСКОМ РЕЖИМЕ	154

Попов А.А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕДАКТОРА ЭЛЕКТРОННЫХ ТАБЛИЦ Р7-ОФИС ДЛЯ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ	157
Путимцев К.С. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ QR-КОДОВ ДЛЯ МАРКИРОВКИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ.....	160
Рошка Д.С., Тудоровская О.В., Неклюдова А.А. О ПОРЯДКЕ АТТЕСТАЦИИ ЭТАЛОНОВ	163
Рунов А.Л., Чубанов А.А., Вонский М.С., Шевченко Н.Н. ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ МИОКАРДИТА.....	167
Рунов А.Л., Вонский М.С. РАЗРАБОТКА СТАНДАРТНОГО ОБРАЗЦА ВАРИАЦИИ ЧИСЛА КОПИЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ГЕНА- ОНКОМАРКЕРА HER2	170
Рыбин П. С., Жогун М. В. ВЛИЯНИЕ ОТКЛОНЕНИЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ РАЗМЕРОВ СВЧ-РАЗЪЕМОВ ОТ НОМИНАЛЬНЫХ НА КАЧЕСТВО ВЫПОЛНЯЕМЫХ ИЗМЕРЕНИЙ.....	173
Свиридов А.П. КОМПЛЕКСНОЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ – ГЛАВНЫЙ ФАКТОР РАЗВИТИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ МЕТРОЛОГИИ.....	176
Сенатов Д.Е., Чернышенко А.А. УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ ТРАНСПОРТИРУЕМЫЙ ЭТАЛОН МОДУЛЬНОГО ТИПА ДЛЯ ПОВЕРКИ И КАЛИБРОВКИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ НИЗКИХ АБСОЛЮТНЫХ ДАВЛЕНИЙ И ВАКУУМА	179
Сергеев А.С. ВОЗМОЖНОСТЬ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСТАНЦИОННОЙ ПОВЕРКИ ОБЪЕМНЫХ РАСХОДОМЕРОВ ИЗ СОСТАВА СИКН В СЛУЧАЯХ БЛИЗКИМ К ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ, НА ТРУДНОДОСТУПНЫХ ОБЪЕКТАХ СО СТОРОНЫ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ	184

Слепынский Г.С., Фуксов В.М. СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА В ИСПЫТАТЕЛЬНОМ ОБОРУДОВАНИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ ТЕРМОПАР	186
Смирнов Ф.Р., Карауш А.А. ОЦЕНКА ПОПРАВКИ К ШКАЛЕ ВРЕМЕНИ ПЕРЕВОЗИМЫХ КВАНТОВЫХ ЧАСОВ ПО СИГНАЛАМ ГНСС В УСЛОВИЯХ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ.....	189
Смирнова А.Ю., Селиванова Т.Я. ОПЫТ УЧАСТИЯ ФГУП «ВНИИМ ИМ. Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА» В КОНКУРСЕ НА СОИСКАНИЕ ПРЕМИЙ ПРАВИТЕЛЬСТВА РФ В ОБЛАСТИ КАЧЕСТВА	191
Соловьев В.И. АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПРИ ПОВЕРКЕ ГРУЗОПОРШНЕВЫХ МАНОМЕТРОВ.....	193
Спиридонова А.А., Кудияров В.Н. РАЗРАБОТКА СТАНДАРТНЫХ ОБРАЗЦОВ ДЛЯ ГРАДУИРОВКИ АНАЛИЗАТОРА RHEN602 ФИРМЫ LECO ПРИ ВЫСОКОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ ВОДОРОДА	195
Степанов А.С. ПЕРСПЕКТИВЫ ПОВЕРКИ ГАЗОАНАЛИЗАТОРОВ, НАСТРОЕННЫХ НА «ТЯЖЕЛЫЕ» УГЛЕВОДОРОДЫ	198
Студенок В.В., Медведевских С.В., Собина Е.П., Кремлева О.Н. ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЛУЖБЫ СТАНДАРТНЫХ ОБРАЗЦОВ СОСТАВА И СВОЙСТВ ВЕЩЕСТВ И МАТЕРИАЛОВ. ПРОШЛОЕ, НАСТОЯЩЕЕ, БУДУЩЕЕ.....	202
Тухватуллин Р.Р. ВЛИЯНИЕ СИЛ ПЛАВУЧЕСТИ ПРИ ВОСПРОИЗВЕДЕНИИ МАССЫ ЖИДКОСТИ В ПОТОКЕ В ДИАПАЗОНЕ «МАЛЫХ» РАСХОДОВ	206
Филиппов В.П., Кононова Н.А., Захаренко Ю.Г., Фомкина З.В. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОЛЛИМАТОРНЫХ СТЕНДОВ	209

- Фирсанов Н.А.
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНТЕРВАЛА МЕЖДУ ПОВЕРКАМИ
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ДАВЛЕНИЯ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ
ИСПЫТАНИЙ НА МЕТРОЛОГИЧЕСКУЮ
ИСПРАВНОСТЬ 213
- Фот Н.П.
ОТ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ
КОМПЕТЕНЦИЙ К ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ
КОМПЕТЕНТНОСТИ МЕТРОЛОГА. РЕГИОНАЛЬНЫЙ
АСПЕКТ 216
- Фролова Е.А., Епифанцев К.В., Ефремов Н.Ю., Гушина Е.А.
ПРОБЛЕМЫ КАЛИБРОВКИ КРУГЛОМЕРА
«ROUNDTTEST RA-120P» ПРИ ПОДГОТОВКЕ К РАБОТЕ..... 219
- Хижняк С.Ю., Довыденко О.В., Самойленко А.И., Чуднова В.Д.
ИССЛЕДОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ ПОГРЕШНОСТИ
ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ТИПОВОЙ МЕТОДИКИ ИЗМЕРЕНИЙ
СКОРОСТИ ВОЗДУШНОГО ПОТОКА
В АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ТРУБАХ ДОЗВУКОВЫХ
СКОРОСТЕЙ..... 224
- Хижняк С.Ю., Довыденко О.В., Мотова О.В.
ОСОБЕННОСТИ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
СТЕНДОВ ДЛЯ ПОВЕРКИ (КАЛИБРОВКИ)
АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ТЕНЗОМЕТРИЧЕСКИХ ВЕСОВ
МЕТОДОМ НЕПОСРЕДСТВЕННОГО СЛИЧЕНИЯ 228
- Черников И.Г., Шкулева Е.В., Беднова М.В.
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ В ОБЛАСТИ ИЗМЕРЕНИЙ
УДЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОВОДИМОСТИ ЧИСТОЙ
ВОДЫ..... 232
- Чубченко Я.К.
РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ИЗМЕРЕНИЙ ОТНОШЕНИЙ
ИЗОТОПОВ УГЛЕРОДА В ВАНИЛИНЕ С РАСШИРЕННОЙ
НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬЮ МЕНЕЕ 0,1 %..... 236
- Шабалин А.С.
ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ
В ОБЛАСТИ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ИЗМЕРЕНИЙ РАСХОДА ЖИДКОСТИ..... 239

Шабалина О.К. ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПРОФИЛЯ СКОРОСТИ НА МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ РАСХОДА ЖИДКОСТИ.....	242
Шафигина А.Э. ОЦЕНКА КОМПЕТЕНТНОСТИ АУДИТОРОВ В СООТВЕТСТВИИ С ГОСТ Р ИСО 19011-2021	245
Шимолин А.Ю., Собина А.В. РАЗРАБОТКА СТАНДАРТНОГО ОБРАЗЦА СОСТАВА ЙОДАТА КАЛИЯ.....	248
Шипелев К.И. ЭТАЛОННЫЕ ШУНТЫ И ИХ АТТЕСТАЦИЯ.....	252
Шмигельский И.Ю., Сычев В.В., Иванов М.С. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СИЛОВОСПРОИЗВОДЯЩИХ МАШИН ДЛЯ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ ВОЗМОЖНОСТИ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В КАЧЕСТВЕ СРЕДСТВА ПОВЕРКИ БОЛЬШЕГРУЗНЫХ ВЕСОВ	254
Шмигельский И.Ю., Богданова В.И. РАЗРАБОТКА НОВОЙ РЕДАКЦИИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОВЕРОЧНОЙ СХЕМЫ ДЛЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ МАССЫ.....	257
Шталинский А.А. ОПТИМИЗАЦИЯ ВРЕМЕНИ АНАЛИЗА ЭКГ ПРИ ПОВЕРКЕ	260
Юрченко Е.А., Шевцов В.И. АТТЕСТАЦИЯ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ 792А – ОДИН ИЗ ПУТЕЙ ПОВЫШЕНИЯ ИХ СТАТУСА	263

Научное издание

I Всероссийская научно-практическая конференция молодых ученых
и специалистов «ЗА НАМИ БУДУЩЕЕ» к 180-летию Всероссийского
научно-исследовательского института метрологии им. Д.И. Менделеева
Сборник тезисов докладов

Подписано в печать 20.05.2022. Формат 60×84/16.
Усл. печ. л. 16,0. Тираж 150. Заказ ИДНФ-000147.

Издательский Дом «ПремиумПресс»