

S tandardization
M etrology
A ccreditation
R egulation
T rade



ҚАЗСТАНДАРТ

ҒЫЛЫМИ-ТЕХНИКАЛЫҚ ЖУРНАЛ

SMART

№ 1 (94), 2026 / ISSN 3105-9791



**Стандарттау, метрология, аккредиттеу, техникалық реттеу және сауда
бағыттары бойынша мәселелерді қамтиды**

№ 1 (94), 2026

«SMART» ғылыми-техникалық журналы 2021 жылдан бастап жарық көріп келеді.

Журнал Қазақстан Республикасы Ақпарат және қоғамдық даму министрлігінің Ақпарат комитетінде тіркелген.

Тіркеу туралы куәлік № KZ70VPY00116915, 11.04.2025 ж.

«SMART» ғылыми-техникалық журналы — стандарттау, метрология, аккредиттеу, техникалық реттеу және сауда салаларына байланысты бастапқы зерттеулердің нәтижелерін, әдеби шолуларды, сондай-ақ практикадан алынған жағдайларды жариялайтын рецензияланатын ғылыми-техникалық басылым.

Қолжазба авторлары және журналдың негізгі оқырмандық аудиториясы — ғылыми ұйымдар мен ғылыми-зерттеу институттарының ғылыми қызметкерлері, Қазақстан, ТМД және алыс шетел жоғары оқу орындарының профессорлық-оқытушылық құрамы, сондай-ақ стандарттау, метрология, аккредиттеу, техникалық реттеу және сауда салаларындағы мамандар, докторанттар мен магистранттар.

Тақырыптық бағыттары: стандарттау, метрология, аккредиттеу, техникалық реттеу және сауда.

Редакциялық алқа мүшелері:

Байхожаева Бахыткүл Узаққызы — техника ғылымдарының докторы, редакциялық алқаның төрайымы, Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің «Стандарттау, сертификаттау және метрология» кафедрасының меңгерушісі (Қазақстан).

Ережеп Дархан Есейұлы — техника ғылымдарының кандидаты, PhD, Қ. И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университетінің «Стандарттау, сертификаттау және метрология» кафедрасының меңгерушісі (келісім бойынша) (Қазақстан).

Ыбраев Марат Қырымбайұлы — академик Е. А. Бөкетов атындағы Қарағанды университетінің химия факультетінің деканы, зерттеуші-профессор, химия ғылымдарының докторы (келісім бойынша) (Қазақстан).

Қонқанов Марат Жұматаевич — PhD, «ENU-lab» ғылыми-зерттеу орталығының директоры, Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті (Қазақстан).

Мехтиев Әлі Джаваширұлы — техника ғылымдарының кандидаты, А. Сагинов атындағы Қарағанды техникалық университетінің академиялық мәселелер жөніндегі проректоры (келісім бойынша) (Қазақстан).

Ратушная Татьяна Юрьевна — PhD, М. Қозыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан университетінің Инженерия және цифрлық технологиялар факультетінің аға оқытушысы, доцент (келісім бойынша) (Қазақстан).

Стукач Олег Владимирович — техника ғылымдарының докторы, Ресей, Ұлттық зерттеу университеті Жоғары экономика мектебінің Мәскеу электроника және математика институты (келісім бойынша) (Ресей).

«SMART» ғылыми - техникалық журналы редакциясының құрамы:

Сәулебай Мәлік Оралұлы — бас редактор, «Қазақстан стандарттау және метрология институты» РМК-ның бас директоры.

Абубакирова Әсел Нұрболатқызы — жетекші редактор, магистр, PhD докторанты, «Қазақстан стандарттау және метрология институты» РМК-ның ғылыми-зерттеу жұмысы және оқыту басқармасының бас маманы.

Заңды мекенжайы:

010000, Қазақстан, Астана қ., Мәңгілік ел д-лы., 11

Байланысу телефоны: +7 (7272) 79-59-26

e-mail: smart.journal@ksm.kz

Веб-сайт: <https://smart-journal.ksm.kz/ru/publication-ethics/>

Құрылтайшы: «Қазақстан стандарттау және метрология институты» РМК

Тіркелу туралы куәлігі: № KZ70VPY00116915, 29.12.2011 ж.

Таралымы: жылына 4 рет.

**Охватывает вопросы в области стандартизации, метрологии,
аккредитации, технического регулирования и торговли**

Научно-технический журнал «SMART» издается с 2021 года.

Журнал зарегистрирован в Комитете информации Министерства информации и общественного развития Республики Казахстан.

Свидетельство о регистрации № KZ70VPY00116915 от 11.04.2025 г.

Научно-технический журнал «SMART» — это рецензируемое издание, публикующее результаты оригинальных исследований, литературные обзоры, а также практические кейсы в области стандартизации, метрологии, аккредитации, технического регулирования и торговли.

Авторами рукописей и основной читательской аудиторией журнала являются научные сотрудники научных организаций и научно-исследовательских институтов, профессорско-преподавательский состав высших учебных заведений Казахстана, стран СНГ и дальнего зарубежья, а также специалисты, докторанты и магистранты в области стандартизации, метрологии, аккредитации, технического регулирования и торговли.

Тематические направления: стандартизация, метрология, аккредитация, техническое регулирование и торговля.

Члены редакционной коллегии:

Байхожаева Бахыткуль Узаковна — доктор технических наук, председатель редакционного совета, заведующая кафедрой «Стандартизация, сертификация и метрология» НАО «Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилёва» (Казахстан).

Ережеп Дархан Есейұлы — кандидат технических наук, PhD, заведующий кафедрой стандартизации, сертификации и метрологии Казахского национального технического университета имени К. И. Сатпаева (по согласованию) (Казахстан).

Ибраев Марат Кирымбаевич — декан химического факультета Карагандинского университета имени академика Е. А. Букетова, профессор-исследователь, доктор химических наук (по согласованию) (Казахстан).

Конканов Марат Джуматаевич — PhD, директор НПЦ «ENU-lab» НАО «Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилёва» (Казахстан).

Мехтиев Али Джаваширович — кандидат технических наук, проректор по академическим вопросам Карагандинского технического университета имени А. Сагинова (по согласованию) (Казахстан).

Ратушная Татьяна Юрьевна — PhD, старший преподаватель факультета инженерии и цифровых технологий НАО «Северо-Казахстанский университет имени М. Козыбаева», доцент (по согласованию) (Казахстан).

Стукач Олег Владимирович — доктор технических наук, Московский институт электроники и математики НИУ ВШЭ (по согласованию) (Россия).

Состав редакции научно-технического журнала «SMART»:

Сәулебай Мәлік Оралұлы - главный редактор, генеральный директор РГП «Казахстанский институт стандартизации и метрологии».

Абубакирова Әсел Нұрболатқызы – ведущий редактор, магистр, докторант PhD, главный специалист управления научно-исследовательской работы и обучения РГП «Казахстанский институт стандартизации и метрологии»

Юридический адрес:

010000, Казахстан, г. Астана, пр. Мәңгілік Ел, 11

Контактный телефон: +7 (7272) 79-59-26

E-mail: smart.journal@ksm.kz

Веб-сайт: <https://smart-journal.ksm.kz/ru/publication-ethics/>

Учредитель: РГП «Казахстанский институт стандартизации и метрологии»

Свидетельство о регистрации: № KZ70VPY00116915 от 29.12.2011 г.

Периодичность издания: 4 раза в год.

**Covers issues in the fields of standardization, metrology, accreditation,
technical regulation, and trade.**

The “*SMART*” scientific and technical journal has been published since 2021.

The journal is registered with the Committee of Information of the Ministry of Information and Social Development of the Republic of Kazakhstan. Registration certificate No. KZ70VPY00116915, dated 11.04.2025.

The “*SMART*” scientific and technical journal is a peer-reviewed publication that presents the results of original research, literature reviews, and practical case studies in the fields of standardization, metrology, accreditation, technical regulation, and trade.

Authors of manuscripts and the main readership of the journal include researchers of scientific organizations and research institutes, academic staff of higher educational institutions of Kazakhstan, the CIS countries, and beyond, as well as specialists, doctoral and master’s degree students in the fields of standardization, metrology, accreditation, technical regulation, and trade.

Thematic areas: standardization, metrology, accreditation, technical regulation, and trade.

Members of the Editorial Board:

Baikhozhayeva Bakhytkul Uzakovna — Doctor of Technical Sciences, Chairperson of the Editorial Board, Head of the Department of Standardization, Certification and Metrology, L. N. Gumilyov Eurasian National University (Kazakhstan).

Erezhep Darkhan Eseiuly — Candidate of Technical Sciences, PhD, Head of the Department of Standardization, Certification and Metrology, Kazakh National Technical University named after K. I. Satpayev (by agreement) (Kazakhstan).

Ibraev Marat Kirimbaevich — Dean of the Faculty of Chemistry, Karaganda University named after Academician E. A. Buketov, Research Professor, Doctor of Chemistry (by agreement) (Kazakhstan).

Konkanov Marat Dzhumataevich — PhD, Director of the Research and Production Center ENU-lab, L. N. Gumilyov Eurasian National University (Kazakhstan).

Mekhtiev Ali Javashirovich — Candidate of Technical Sciences, Vice-Rector for Academic Affairs, Karaganda Technical University named after A. Saginov (by agreement) (Kazakhstan).

Ratushnaya Tatyana Yuryevna — PhD, Senior Lecturer at the Faculty of Engineering and Digital Technologies, North Kazakhstan University named after M. Kozybayev, Associate Professor (by agreement) (Kazakhstan).

Stukach Oleg Vladimirovich — Doctor of Technical Sciences, Moscow Institute of Electronics and Mathematics, HSE University (by agreement) (Russia).

Editorial Team of the “SMART” Scientific and Technical Journal:

Saulebay Malik Oraluly — Editor-in-Chief, General Director, RSE Kazakhstan Institute of Standardization and Metrology.

Abubakirova Äsel Nurbolatkyzy — Senior Editor, Master, PhD student PhD, Lead Specialist of the Research and Training Department, RSE Kazakhstan Institute of Standardization and Metrology.

Legal address:

010000, Kazakhstan, Astana, Mangilik El Ave., 11

Contact phone: +7 (7272) 79-59-26

E-mail: smart.journal@ksm.kz

Website: <https://smart-journal.ksm.kz/ru/publication-ethics/>

Founder: RSE “Kazakhstan Institute of Standardization and Metrology”

Registration certificate: No. KZ70VPY00116915, dated 29.12.2011

Frequency of publication: 4 times a year.

**МАЗМУНЫ/
СОДЕРЖАНИЕ/CONTENT**

<p>Анализ системного менеджмента – инструмент осмысления качества управления производственной деятельностью организации <i>В. Соловьев.</i>9</p> <p>Стандарты ЕЭК ООН. Текущее положение и перспективы <i>А. Забеков.</i>.....18</p> <p>Стандарты по адаптации к изменению климата – важный шаг на пути к устойчивому развитию <i>Д. Исакова.</i>.....25</p> <p>Экспорт пищевой продукции в Узбекистан: Современные требования, практика и рекомендации <i>А. Ильгундинова.</i>.....31</p> <p>Аналитический обзор мировой практики регулирования Халал <i>Г.Жусупова.</i>.....39</p> <p>Current status of metrological traceability of non-contact temperatures</p>	<p><i>В. Tuyakbayeva, A. Zhumagali, K. Kyrgyzbaeva.</i>.....46</p> <p>Methodological aspects of the certification of primary reference materials of organic substances: a material balance–based approach <i>Zh. Mergenova.</i>.....52</p> <p>Development of measurement methodologies for reconfigurable intelligent surfaces aimed at enhancing cellular network coverage in urban areas of Kazakhstan <i>D. Mukhametrakhimov.</i>.....61</p> <p>Дополнительное сравнение измерений Трансформаторов тока (тт) <i>О. Джасинбекова.</i>.....73</p> <p>Анализ и оценка неопределённости измерений при газодинамическом определении расхода газа <i>Б. Есентасов</i> 118</p> <p>Стандартные образцы: текущее состояние, перспективы развития и система качества их производства <i>Б. Есентасов</i> 127</p>
--	---

АНАЛИЗ СИСТЕМНОГО МЕНЕДЖМЕНТА – ИНСТРУМЕНТ ОСМЫСЛЕНИЯ КАЧЕСТВА УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ ОРГАНИЗАЦИИ

В. Соловьев

*Орган по подтверждению соответствия систем менеджмента «EUROASIA MS»,
Алматы, Казахстан*

Аннотация

В статье рассматривается проблема формального характера анализа со стороны руководства в системах менеджмента качества. Автор отмечает, что отчеты часто готовятся ради сертификационного аудита, теряя управленческую ценность. Обосновывается необходимость интеграции анализа в систему принятия решений для оценки эффективности СМК и обеспечения улучшений в соответствии с ISO 9001:2015. Предлагается модель, объединяющая производственные и управленческие процессы с командой персонала, работающей в логике PDCA и риск-менеджмента. В числе рекомендаций – отражение ключевых показателей, результатов аудитов, планов улучшений и расширение анализа вопросами экологии, охраны труда, антикоррупции и информационной безопасности. Подчеркивается, что только включение анализа в управленческий цикл позволяет трансформировать его из формальной процедуры в инструмент стратегического развития и повышения конкурентоспособности организации.

Ключевые слова: ISO 9001:2015, анализ со стороны руководства, СМК, управление качеством, производственные процессы, риск-менеджмент.

Введение

Анализ со стороны руководства в системах менеджмента во многих организациях выполняется формально и мало влияет на реальные решения, что снижает ценность СМК как инструмента управления процессами деятельности организации. Согласно ISO 9001:2015 (п. 9.3) анализ должен проводиться регулярно, однако на практике он нередко ограничивается подготовкой отчетов «под аудит» и не связан с показателями процессов, компетенциями персонала и риск-ориентированным мышлением. Объектом исследования является управленческая практика анализа со стороны руководства, предметом – условия, позволяющие превратить его в эффективный инструмент управления качеством функционирования процессов в организации. Цель исследования состоит в том, чтобы показать, как встроить анализ 9.3 в цикл PDCA и систему менеджмента, обеспечив его связь с управленческими решениями в связи с качеством

функционирования основных процессов и результативностью деятельности организации. Для этого необходимо выявить причины формальности анализа, описать системную модель организации с учетом процессов и качества корпоративной культуры, определить метрики оценки и предложить структуру отчета, интегрированного с риск-менеджментом и методами поиска причин. Методологическую основу составили системный и сопоставительный подходы, моделирование, цикл PDCA, риск-ориентированное мышление и RCA (анализ первопричин). Гипотеза заключается в том, что анализ 9.3 становится драйвером улучшений при его включении в управленческие контуры и опоре на показатели процессов и компетенции персонала. Научная и практическая значимость – уточнение роли анализа как связующего звена СМК и разработка прикладного формата отчета.

Материалы и методы

В работе использованы требования ISO

9001:2015 (п. 9.3) и сопутствующих стандартов (ISO 14001, ISO 45001, ISO 37001, ISO 27001, ISO 42001), корпоративные регламенты СМК, данные аудитов и профильная литература. Проведен анализ практик выполнения 9.3, обобщена модель, включающая управленческие и производственные процессы, команду и корпоративную культуру, предложена структура отчета. В исследовании применялись обобщенные более 20 лет результаты аудитов, методы анализа первопричин. Новизна заключается в увязке анализа 9.3 с системной моделью и культурными факторами, а также интеграции с риск-менеджментом. Вопрос исследования сформулирован как поиск способов превращения анализа из формальной процедуры в управленческий инструмент. Этапы включали диагностику практик, разработку модели организации в рамках системного менеджмента, проектирование структуры отчета и формирование плана улучшений.

Обзор литературы

Проблематика роли анализа со стороны руководства в системах менеджмента качества поднималась в ряде отечественных и зарубежных исследований. Соловьев [1; 2] подчеркивает необходимость концепции «ISO 9001 плюс» как инструмента многоуровневого развития и связывает эффективность анализа с ответственностью и доверием руководителей. Работы Адлера и Шпера [3] раскрывают значение идей Деминга для построения устойчивых систем управления. Серебрякова и Незамайкин [4] рассматривают организацию через призму ценностей и корпоративной культуры. Николаев [5] показывает значимость стратегического управления и его интеграции с процессным подходом.

Результаты и обсуждение

Одним из ключевых этапов деятельности организации согласно «Правилам системного менеджмента – ISO 9001» является выполнение требований раздела 9 «Оценка результатов деятельности», включая пункт 9.3 «Анализ со стороны руководства», а также раздел 10 «Улучшение».

Эта практика ведется в разнопрофильных организациях более 20 лет. Казалось бы, вопросов о качестве выполнения указанных требований не должно быть. К сожалению дела в этом вопросе не всегда обстоят так, как требует международный стандарт ISO 9001:2015.

Аудиты третьей стороны показывают, что в

организациях в большинстве своем «Анализ со стороны руководства» проводится формально, преимущественно в преддверии аудита, без привязки к реальным производственным процессам. Так в ходе аудита руководителю аудитор задает вопрос: «Вам нужен отчет-анализ со стороны руководства, который мне представил ваш помощник?»; можно часто получить ответ первого руководителя: «Да, вообще-то не нужен». Это наглядно иллюстрирует разрыв между формой и содержанием.

Спрашивается, зачем составлять отчеты, которые не нужны организации. Действительно, зачем такие «отчеты», содержание которых носит шаблонный характер, как правило, они содержат бессистемные ответы на подпункты 9.3.2 и 9.3.3 ISO 9001:2015; естественно, в отрыве от реальных проблем управления производственными подразделениями. И что примечательно, руководители не вовлекаются в процесс составления отчета, анализа, обсуждения выводов, решений и оценки качества управления в связи с качеством функционирования жизнедеятельности организации и дальнейшего их развития/улучшения по мере необходимости с учетом риск-менеджмента. На практике такая ситуация приводит к бифуркации системы управления; это когда в организации действуют две системы управления: системный менеджмент, который отвечает требованиям ISO 9001:2015 и привычный (старый) способ управления организацией «по наитию» - по своим представлениям без знаний СМК, который исходит от первого руководителя и его никто не сможет отменить [1].

Можно привести много других причин, которые можно рассматривать как свидетельства того, что «Анализ со стороны руководства» делается как ритуал, чтобы пройти сертификационный/инспекционный аудит. Такой подход рождает формальность, лишённую управленческого смысла и влияния на качество функционирования процессов. Такие «навыки» управления процессами проявляются у людей, которые склонны переоценивать свои способности, не осознавая своей некомпетентности, по Даннингу-Крюгеру – «эффект неосознанной некомпетентности», слепая уверенность в своей правоте. Вывод простой – высшее руководство должно обучиться основам качества системного менеджмента – ISO 9001:2015, получить по Демингу «глубинные знания», которые помогут изменить образ мышления в направлении улучшения качества управления организацией. Вот тогда высшее

руководство будет понимать, что выполнение требований раздела 9 (9.3) позволяет оценить качество управления своей организацией; получить ответ на вопросы: «результативна ли, и эффективна система менеджмента качества (СМК)?».

Успешность получения ответов на эти вопросы зависит не только от умения высшего руководства, но и навыков персонала работать по правилам системного менеджмента ISO 9001. Все это позволит избавиться от практики составления

ненужных формальных «Анализ со стороны руководства», в которых система менеджмента рассматривается в отрыве от реальных проблем, о чем уже отмечалось в ранних статьях [2; 6].

Для более глубокого понимания процесса анализа предлагается рассматривать организацию как систему, состоящую из трех компонентов (см. рисунок 1):

1. Система производственных процессов.
2. Система управленческих процессов.
3. Команда профессионалов (персонал).

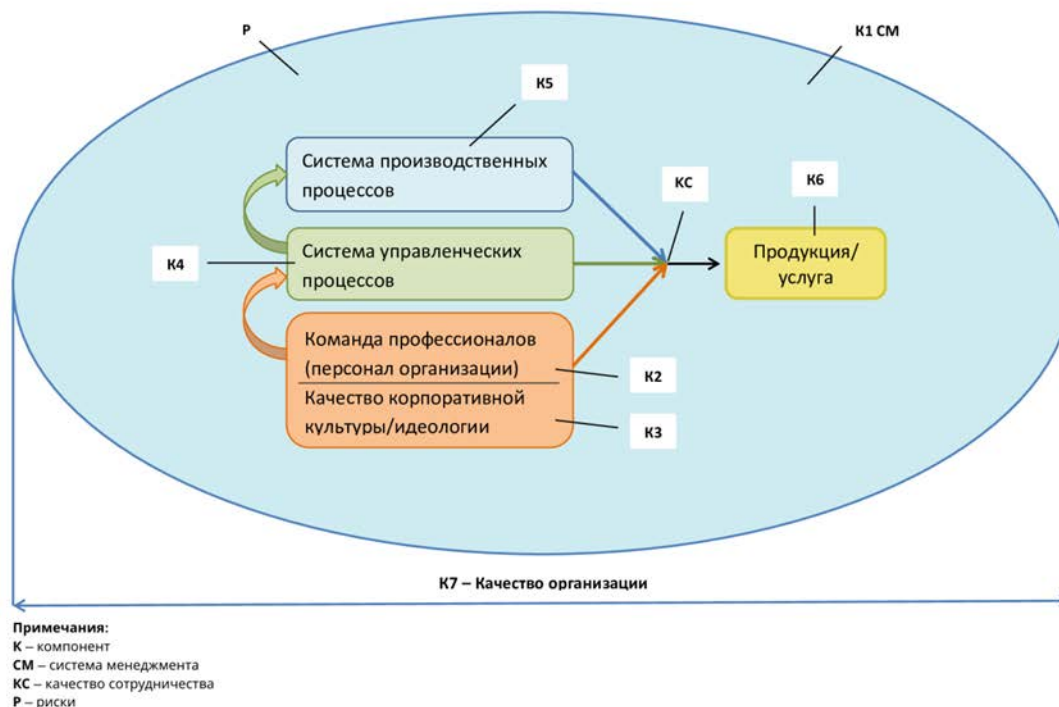


Рис. 1 – Структурные компоненты организации в рамках системного менеджмента

Тогда можно сказать, что качество системного менеджмента (K1), включая риск-менеджмент, которое обеспечивается качеством команды профессионалов (K2), опирающейся на качественную корпоративную культуру (деловую идеологию) (K3), которая позволяет организовать систему управления (K4) в связи с созданием необходимого качества функционирования производственных процессов (K5) в направлении получения стабильного качества продукции (K6).

Особо следует отметить, что к каждому структурному компоненту в рамках системного менеджмента может быть применен обновлённый цикл PDCA с заменой «Check» на «Monitoring» и интеграцией с пунктом 10 ISO 9001:2015, отражающий современные реалии рынка. Это не просто теоретическая замена терминов, а переход от эпизодического контроля к постоянному управленческому вниманию. Но работает он только там, где руководство готово выйти из зоны

привычного состояния и сделать систему прозрачной и гибкой. Вследствие чего создаются хорошие условия для всесторонней оценки успешности выполнения производственных планов, достижения поставленных целей, включая многоуровневое развитие [1].

С позиции системного подхода можно оценить качество организации (K7) в целом посредством оценки качества всех ее структурных компонентов (будет лучше, если методические указания по оценке разработает сама организация с учетом своих целей и особенностей опыта работы). Эти методические указания, по нашему мнению, позволят организации сделать «Анализ со стороны руководства» реальным инструментом осмысления/переосмысления качества управления деятельностью организации.

Таким образом, опираясь на указанную модель, можно прийти к выводу, что суть качества системного менеджмента также заключается в приобретении навыка смотреть на

производственные процессы и деятельность организации в целом через «призму качества»; этот навык можно применять и в обычной жизни, например, «качественно хожу», «качественно слушаю» и т.п. Другое дело, что в жизни не всегда надо говорить слово «качество»; просто надо о нем помнить, чтобы руководствоваться при выполнении какой-либо работы или какого-либо действия.

Да и сам международный стандарт ISO 9001:2015 «Quality management system – Requirements, IDT» рекомендуем, как показывает практика, воспринимать не как «Системы менеджмента качества. Требования», а как «Качество системного менеджмента. Требования» [7].

На схеме указана точка – качество сотрудничества (КС), которую можно рассматривать как напоминание того, что в коллективе существенную роль играет фактор продуктивных взаимоотношений (сотрудничество). Эти отношения со временем формируют новую среду системного менеджмента, в которой персонал организации должен научиться «жить», а не быть рядом с СМК. В такой среде будут быстрее приниматься решения, проблемы – решаться эффективнее, а результаты достигаться с меньшими/минимальными затратами.

Естественно, глубина проработки данной модели организации может быть разной, в зависимости от целей, которые ставит высшее руководство, но в основе должен лежать обязательный набор требований, установленных в ISO 9001:2015, для того чтобы можно было выводить продукцию на международные рынки.

Когда сделан акцент на необходимость воспринимать все через «качество», перейдем к другой рекомендации, а именно уже к составлению «Анализа со стороны руководства».

В начале следует оговориться, что «Анализ со стороны руководства» следует рассматривать как «Отчет/итоги и анализ деятельности организации за отчетный период», например, за год – «полный» и за месяц/квартал – «неполный». Его формируют, применяя требования п. 9.3 «Анализ со стороны руководства». Как правило, в декабре издается приказ о необходимости проведения анализа деятельности организации в связи с качеством управления. Ответственным за качество составления отчета можно назначить помощника руководителя организации.

Для того чтобы анализ со стороны руководства стал реальным инструментом управления, рекомендуется придерживаться следующей структуры отчета, который можно формировать ежегодно (полный) или ежемесячно/ежеквартально (неполный):

Раздел 1. Производственная деятельность. Освещает результаты достижения поставленных целей, включая данные о статусе действий по результатам предыдущих анализов, показателях процессов, соответствии продукции и услуг, а также обратной связи с потребителем (в соответствии с п. 9.3.2 стандарта ISO 9001).

Раздел 2. Качество управленческой деятельности СМК. Связывает содержание со вторым разделом и освещает выполнение требований п. 9.3.3 ISO 9001. Особое внимание следует уделить изменениям в СМК, результатам аудитов и несоответствиям.

План мероприятий по улучшению. Возможности для улучшения (п. 9.3.2 f; п. 10) рекомендуется оформить в виде плана мероприятий по развитию организации на перспективу. При этом каждый пункт должен быть подкреплен назначением ответственных, сроков исполнения и соответствующих ресурсов.

Отдельными разделами можно в анализе осветить вопросы управления безопасностью труда и охраной здоровья (ISO 45001); управления охраной окружающей среды (ISO 14001) и специальные вопросы менеджмента: инновационная деятельность, стратегия развития организации и др.

Такой подход позволяет максимально встроить выполнение п. 9.3 ISO 9001 «Анализ со стороны руководства» в производственную деятельность организации. А первый руководитель начинает системно решать задачи по ее развитию в соответствии с текущими и стратегическими целями и планами.

Со временем в компании создается новое отношение к качеству, которое можно охарактеризовать так: за качество отвечают ВСЕ на уровне установленных компетенций и ответственности, а не только первый руководитель – перед ним стоят задачи выше, профессиональное развитие персонала и многоуровневое развитие организации, включая улучшение счастливого благосостояния жизни коллектива предприятия.

В заключении остановимся на ряде дополнительных рекомендаций, которые, по нашему мнению, могут также помочь улучшить качество «Анализа со стороны руководства»:

1. При составлении Анализа нами уже отмечалась возможность применять удобный для организации порядок его изложения; естественно, необходимо помнить, что ISO 9001:2015 – это всего лишь минимальные требования системного менеджмента, а значит, адекватность качества анализа жизнедеятельности организации находится в руках высшего руководства, направленного на развитие (ISO 9001 плюс), с учетом собственного опыта (в качестве управленцев) и зрелости организации [1; 6].

2. В «Отчете и анализе» можно выделить отдельные разделы: о качестве и пользе проведения внутренних аудитов; об HR-функции в вопросах маппинга компетенций, включая обучение персонала «необходимым компетенциям», особенно в случае ухода ключевых сотрудников; о развитии материально-технологической базы; о функционировании лаборатории (если имеется); о противодействии коррупции в рамках ISO 37001:2016, включая законодательство Республики Казахстан.

3. Включить вопросы морально-психологического климата (качество корпоративной культуры), включая улучшение качества образа мышления, основанного на знаниях и ответственности; вопросы, связанные с эффективностью KPI (их актуализации) [7].

4. Определить возможности применения ИИ в управлении – интеграция ISO 9001:2015 с ISO 42001:2023 и возможно с ISO 27001:2022.

5. Рассмотреть возможность применения метода поиска коренной причины - «5 почему?» [8] в связи с необходимостью сочетать его с другими более глубокими методами анализа, такими как Диаграмма Исикавы (рыбья кость), Дерево отказов и др [9; 10].

Таким образом, все вышеизложенное может помочь высшему руководству сформировать новое видение на возможность выполнения требования системного менеджмента, включая разделы 9 и 10 ISO 9001:2015. Появится понимание того, что управление становится качеством тогда, когда руководитель начинает рассматривать систему как инструмент управления ключевой функцией, которая должна связать управленческие решения,

компетенции персонала и результативность процессов в направлении устойчивого развития и долгосрочного успеха организации, выпуск конкурентоспособной продукции/услуги на бизнес-рынке.

Заключение

Проведенное исследование подтвердило, что цель работы, заключающаяся в преобразовании анализа 9.3 в действенный управленческий инструмент, достигнута. При этом в ходе проведенной работы:

1. Обоснована необходимость вовлеченности высшего руководства в необходимости получить «глубинные знания» в области системного менеджмента и воспринимать СМК как часть своей повседневной работы.

2. Предложена системная модель и структура отчета, объединяющие результаты процессов и план улучшений.

3. Подтвердилась гипотеза исследования – встроенность анализа 9.3 в управленческие контуры и опора на показатели процессов и компетенции персонала позволяют превратить его из формальной процедуры в механизм развития и повышения эффективности.

4. Аргументирована практическая ориентированность отчета, который должен быть тесно связан с реальными процессами, показателями и проблемами организации, а его выводы - подкрепляться конкретными решениями и планами улучшений.

5. Предложена рекомендация к изменению применения цикла PDCA с заменой «Check» на «Monitoring» и интеграцией с пунктом 10 ISO 9001:2015.

6. Предложены рекомендации о включении в анализ вопросов, выходящих за рамки традиционной СМК (экология, безопасность, риски, корпоративная культура).

Таким образом, внедрение предложенных мер позволит устранить разрыв между формальными процедурами и реальным управлением, превратив анализ со стороны руководства в действенный механизм обеспечения устойчивого развития и долгосрочного успеха организации.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы:

1. Соловьев В. И. «ИСО 9001 плюс» — инструмент многоуровневого развития организации // *Стандарты и качество*. — 2019. — № 9. — С. 82–84.

2. Соловьев В. И. Вместо власти — ответственность и доверие! Роль анализа системы менеджмента в развитии организации // *Стандарты и качество*. — 2013. — № 2 (908). — С. 96–99.

3. Адлер Ю. П., Шпер В. Л. *Учение доктора Деминга и его судьба: учеб. пособие*. — М.: Издательский дом НИТУ «МИСиС», 2021. — 352 с.

4. Серебрякова Г. В., Незамайкин И. В. *Ценностно-ориентированное управление организацией: учеб. пособие*. — Чебоксары: Среда, 2024. — 181 с.

5. Николаев А. А. *Стратегическое управление организацией: учебник*. — М.: Прометей, 2022. — 598 с.

6. Соловьев В. И. Нужно ли применять ИСО 9001 в организациях? // *Стандарты и качество*. — 2018. — № 7 (973). — С. 68–71.

7. Соловьев В. И. ИСО 9001 — путь к созданию эффективных правил управления бизнесом // *Стандарты и качество*. — 2017. — № 8 (962). — С. 50–53.

8. Синек С. *Начни с «Почему?» Как выдающиеся лидеры вдохновляют действовать / пер. с англ. Ю. Бежановой*. — М.: Эксмо, 2021. — 272 с. — ISBN 978-5-699-94944-1.

9. Гувер Д. *Как работать на идиота? Руководство по выживанию / пер. с англ. В. Сокова, Т. Платоновой*. — М.: Эксмо, 2017. — 320 с. — ISBN 978-5-699-99659-9.

10. Кауфман Д. *Сам себе MBA. Самообразование на 100% / пер. с англ. А. Логиновой, П. Миронова, С. Кицюк*. — 7-е изд. — М.: Манн, Иванов и Фербер, 2018. — 464 с. — ISBN 978-5-00117-408-0.

Әдебиеттер тізімі

1. Соловьев В. И. «ИСО 9001 плюс» — ұйымды көпдеңгейлі дамыту құралы // *Стандарттар және сапа*. — 2019. — № 9. — Б. 82–84;

2. Соловьев В. И. Билік орнына — жауапкершілік пен сенім! Ұйымды дамытудағы менеджмент жүйесін талдаудың рөлі //

Стандарттар және сапа. — 2013. — № 2 (908). — Б. 96–99;

3. Адлер Ю. П., Шпер В. Л. Доктор Деминг ілімі және оның тағдыры: оқу құралы. — Мәскеу: НИТУ «МИСиС» баспасы, 2021. — 352 б.;

4. Серебрякова Г. В., Незамайкин И. В. Ұйымды құндылыққа бағытталған басқару: оқу құралы. — Чебоксары: Среда, 2024. — 181 б.

5. Николаев А. А. Ұйымды стратегиялық басқару: оқулық. — Мәскеу: Прометей, 2022. — 598 б.;

6. Соловьев В. И. ISO 9001 стандартын ұйымдарда қолдану қажет пе? // *Стандарттар және сапа*. — 2018. — № 7 (973). — Б. 68–71;

7. Соловьев В. И. ISO 9001 — бизнесті басқарудың тиімді ережелерін қалыптастыру жолы // *Стандарттар және сапа*. — 2017. — № 8 (962). — Б. 50–53;

8. Синек С. «Неге?» дегеннен баста. Көрнекті көшбасшылар қалай әрекетке шабыттандырады / ағылшын тілінен ауд. Ю. Бежанова. — Мәскеу: Эксмо, 2021. — 272 б. — ISBN 978-5-699-94944-1.

9. Гувер Д. Ақымаққа қалай жұмыс істеуге болады? Тірі қалу нұсқаулығы / ағылшын тілінен ауд. В. Соков, Т. Платонова. — Мәскеу: Эксмо, 2017. — 320 б. — ISBN 978-5-699-99659-9.

10. Кауфман Д. Өзіңе өзің MBA. 100% өзін-өзі дамыту / ағылшын тілінен ауд. А. Логинова, П. Миронов, С. Кицюк. — 7-басылым. — Мәскеу: Манн, Иванов и Фербер, 2018. — 464 б. — ISBN 978-5-00117-408-0.

11.

References

1. Soloviev, V. I. “ISO 9001 Plus” as a Tool for Multilevel Organizational Development. *Standards and Quality*, 2019, no. 9, pp. 82–84.

2. Soloviev, V. I. Instead of Power — Responsibility and Trust! The Role of Management System Analysis in Organizational Development. *Standards and Quality*, 2013, no. 2 (908), pp. 96–99.

3. Adler, Yu. P., Shper, V. L. *The Doctrine of Dr. Deming and Its Fate: Study Guide*. Moscow: NUST MISiS Publishing House, 2021, 352 p.

4. Serebryakova, G. V., Nezamaykin, I. V. *Value-Oriented Management of an Organization: Study Guide*. Cheboksary: Sreda, 2024, 181 p.

5. Nikolaev, A. A. *Strategic Management of an Organization: Textbook*. Moscow: Prometey, 2022, 598 p.
6. Soloviev, V. I. Is It Necessary to Apply ISO 9001 in Organizations? *Standards and Quality*, 2018, no. 7 (973), pp. 68–71.
7. Soloviev, V. I. ISO 9001 — The Path to Creating Effective Business Management Rules. *Standards and Quality*, 2017, no. 8 (962), pp. 50–53.
8. Sinek, S. *Start with Why: How Great Leaders Inspire Everyone to Take Action*. Moscow: Eksmo, 2021, 272 p.
9. Hoover, J. *How to Work for an Idiot: Survive and Thrive Without Killing Your Boss*. Moscow: Eksmo, 2017, 320 p.
10. Kaufman, J. *The Personal MBA: Master the Art of Business*. 7th ed. Moscow: Mann, Ivanov and Ferber, 2018, 464 p..

В. Соловьев

«EUROASIA MS» менеджмент жүйелерінің сәйкестігін растау органы, Алматы, Қазақстан

ЖҮЙЕЛІК МЕНЕДЖМЕНТТІ ТАЛДАУ–ҰЙЫМНЫҢ ӨНДІРІСТІК ҚЫЗМЕТІН БАСҚАРУ САПАСЫН ТҮСІНУ ҚҰРАЛЫ

Аңдатпа

Мақалада сапа менеджменті жүйелеріндегі басшылық тарапынан талдаудың ресми сипаты мәселесі көтеріледі. Автор есептер көбінесе басқарушылық құндылығын жоғалтып, сертификаттау аудиті үшін дайындалатынын атап өтеді. ISO 9001:2015 сәйкес СМЖ тиімділігін бағалау және жақсартуларды қамтамасыз ету үшін шешімдерді қабылдау жүйесіне талдауды біріктіру қажеттілігі негізделеді. Өндіріс пен басқару процестерін PDCA және тәуекелдерді басқару логикасында жұмыс істейтін қызметкерлер тобымен біріктіретін модель ұсынылады. Ұсынымдардың қатарында негізгі көрсеткіштерді, аудит нәтижелерін, жақсарту жоспарларын көрсету және экология, еңбекті қорғау, сыбайлас жемқорлыққа қарсы және ақпараттық қауіпсіздік мәселелерімен талдауды кеңейту бар. Талдауды басқару цикліне енгізу ғана оны ресми процедурадан стратегиялық даму құралына айналдыруға мүмкіндік беретіні атап өтілген.

Түйін сөздер: ISO 9001: 2015, басшылық тарапынан талдау, СМЖ, сапаны басқару, өндірістік процестер, тәуекел-менеджмент.

V. Solovyev

Conformity Assessment Body for Management Systems “EUROASIA MS”, Almaty, Kazakhstan

SYSTEM MANAGEMENT ANALYSIS IS A TOOL FOR UNDERSTANDING THE QUALITY OF MANAGEMENT OF AN ORGANIZATION'S PRODUCTION ACTIVITIES

The article raises the problem of the formal nature of management analysis in quality management systems. The author notes that reports are often prepared for the sake of a certification audit, losing their managerial value. The necessity of integrating analysis into the decision-making system to assess the effectiveness of the QMS and ensure improvements in accordance with ISO 9001:2015 is substantiated. A model is proposed that combines production and management processes with a team of personnel working in the logic of PDCA and risk management. The recommendations include a reflection of key indicators, audit results, improvement plans, and expanded analysis of environmental, occupational safety, anti – corruption, and information security issues. It is emphasized that only the inclusion of analysis in the management cycle makes it possible to transform it from a formal procedure into a strategic development tool.

Key words: ISO 9001:2015, management review, QMS, quality management, production processes, risk management.

АВТОР ТУРАЛЫ

Соловьев Владимир Иванович — техника ғылымдарының докторы, профессор, «EUROASIA MS» менеджмент жүйелерінің сәйкестігін растау органының бас директоры, Қазақстан Республикасы Ұлттық инженерлік академиясының және Қазақстан сапа менеджменті академиясының академигі, Қазақстан Республикасы техникалық реттеу мемлекеттік жүйесінің сарапшы-аудиторы, Quality Austria, e-mail: ems@ems.kz, Алматы, Қазақстан Республикасы

ОБ АВТОРЕ

Соловьев Владимир Иванович - доктор технических наук, профессор, генеральный директор органа по подтверждению соответствия систем менеджмента EUROASIA MS, академик Национальной инженерной академии Республики Казахстан, Казахстанской академии менеджмента качества, эксперт-аудитор государственной системы технического регулирования Республики Казахстан, Quality Austria, ems@ems.kz, Алматы, Республика Казахстан.

ABOUT THE AUTHOR

Vladimir Ivanovich Solovyev — Doctor of Technical Sciences, Professor, General Director of the Conformity Assessment Body for Management Systems “EUROASIA MS”, Academician of the National Engineering Academy of the Republic of Kazakhstan and the Kazakhstan Academy of Quality Management, Expert Auditor of the State System of Technical Regulation of the Republic of Kazakhstan, Quality Austria, e-mail: ems@ems.kz, Almaty, Republic of Kazakhstan.

СТАНДАРТЫ ЕЭК ООН. ТЕКУЩЕЕ ПОЛОЖЕНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

А. Забеков

*РГП на ПХВ «Казахстанский институт стандартизации и метрологии»,
Астана, Казахстан*

Аннотация

В статье описаны ключевые аспекты по международным стандартам и стандартам ЕЭК ООН, используемых при производстве пищевой продукции.

Ключевые слова: стандарты, пищевая продукция.

Введение

В Республике Казахстан проводится активная работа по продвижению требований качества и безопасности сельхозпродукции, в том числе в рамках площадок международных организаций.

Вместе с тем, как показывает практика, полномасштабное внедрение систем качества на производстве остается сложной задачей. Многие производители, осознают важность обеспечения качества и безопасности производимой продукции, но, в большинстве своем, не до конца понимают смысл используемых терминов («качество» и «безопасность») и не знают, как и на каких этапах – от производства до хранения и транспортировки следует применять те или иные инструменты управления качеством.

Для успешной конкуренции на динамично развивающемся продовольственном рынке при растущих требованиях к безопасности пищевой продукции, производители должны чётко различать «качество» и «безопасность» и уметь определять, и применять каждое требование. Это позволит выстроить и поддерживать надлежащую систему управления качеством, которая охватит не только сами пищевые продукты, но весь процесс их производства. Такая система станет залогом здоровья потребителей/клиентов, снизит риски для бизнеса и повысит имидж производителя.

В соответствии с Законом Республики Казахстан от 21 июля 2007 года «О безопасности пищевой продукции»

безопасность пищевой продукции это отсутствие недопустимого риска во всех процессах (на стадиях) разработки (создания), производства (изготовления), оборота, утилизации и уничтожения пищевой продукции, связанного с причинением вреда жизни и здоровью человека и нарушением законных интересов потребителей с учетом сочетания вероятности реализации опасного фактора и степени тяжести его последствий.

В соответствии с техническим регламентом Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011) безопасность пищевой продукции это состояние пищевой продукции, свидетельствующее об отсутствии недопустимого риска, связанного с вредным воздействием на человека и будущие поколения.

В соответствии с законом Республики Казахстан от 4 мая 2010 года «О защите прав потребителей» качество товара (работы, услуги) это совокупность характеристик товара (работы, услуги), относящихся к его способности удовлетворить потребности потребителя.

В соответствии с Законом от 5 октября 2018 года «О стандартизации» стандартизация это деятельность, направленная на обеспечение безопасности и качества объектов стандартизации и достижение оптимальной степени упорядочения требований к объектам стандартизации посредством установления положений для всеобщего, многократного использования в отношении реально существующих и

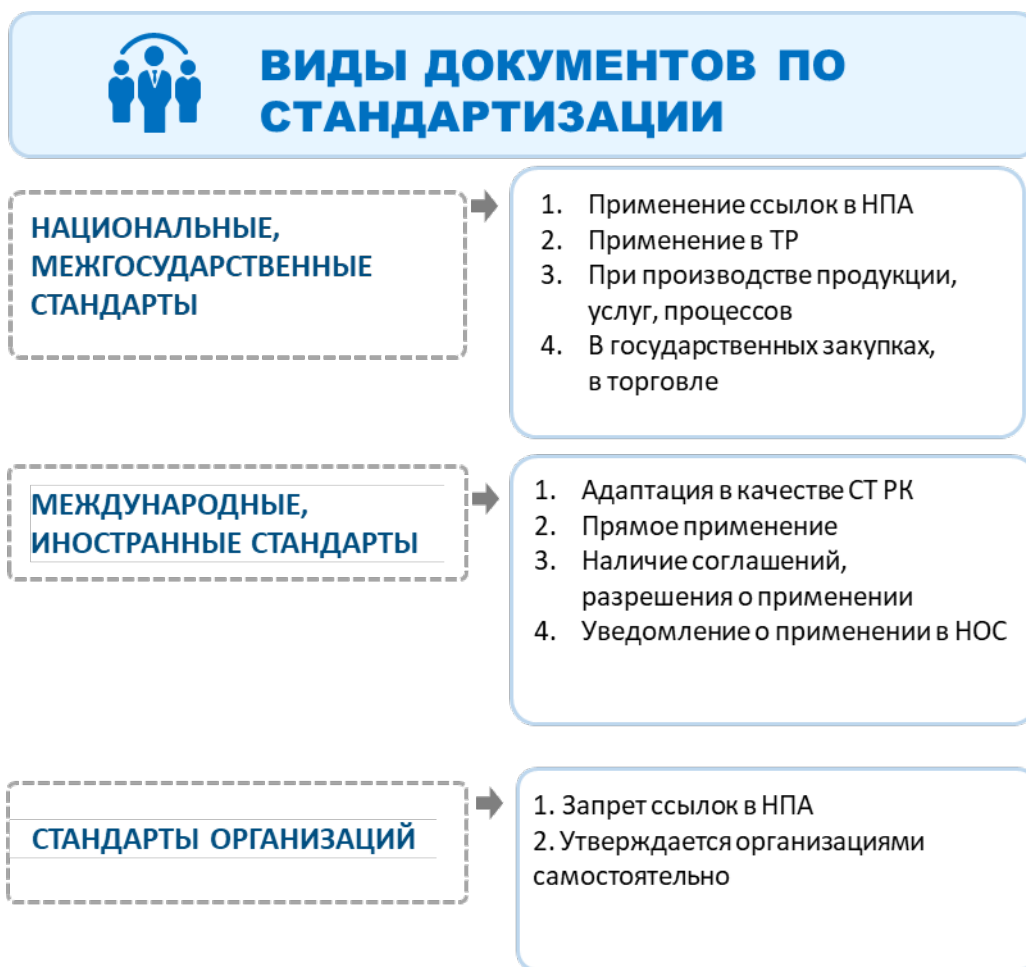
потенциальных задач. Также одной из целей стандартизации является повышение безопасности и качества продукции.

К ключевым инструментам управления предприятием, обеспечивающим качество и безопасность пищевых продуктов, относятся стандарты и технические регламенты.

В большинстве своём стандарты содержат требования для добровольного применения. Стандарты затрагивают многие сферы

жизнедеятельности человека, включая производство и торговлю пищевыми продуктами.

Существует множество стандартов, которые используются в цепочке производства пищевой продукции. Каждый из них выполняет свою специфическую функцию, но они тесно взаимосвязаны между собой и обеспечивают безопасность и качества пищевых продуктов как внутреннем рынке, так и на международных рынках.



Существует множество различных стандартов, применяемых в производстве пищевой продукции для обеспечения ее безопасности и качества.

Кодекс Алиментариус (Codex Alimentarius) представляет собой свод международных правил и рекомендаций по пищевой безопасности, главная цель которых – оказать методическое содействие и помощь странам членам в разработке определений и

гармонизированных (согласованных) требований к пищевым продуктам. Кодекс разработан совместной комиссией ФАО и ВОЗ 1961 году. На сегодня Комиссия Кодекса насчитывает 188 членов, включая 187 стран и одну организацию (Европейский Союз).

Кодекс охватывает широкий спектр вопросов, включая гигиену пищевых продуктов, пищевые добавки, маркировку, методы анализа и другие аспекты, связанные с безопасностью и качеством пищевых продуктов. Нормы Кодекса делятся на общие правила и стандартные требования для товаров

НАССР (Hazard Analysis and Critical Control Points - Анализ Опасностей и Критические Контрольные Точки) это международно-признанная система безопасности пищевых продуктов, нацеленная на минимизацию возможности возникновения опасностей, которые могут повлиять на безопасность продукции. НАССР включает в себя прописанные правила и

инструкции, которые необходимо соблюдать на предприятии для обеспечения безопасности и снижения риска появления дефектной небезопасной продукции.

GMP (Good Manufacture Practice – Надлежащая производственная практика) стандарты – это стандарты, которые определяют нормы и рекомендации для производства и контроля качества как фармацевтических, так косметических и пищевых продуктов.

Основная роль GMP заключается в том, чтобы все производственные стадии и операции производства были регламентированы, документально зафиксированы и подлежали проверке. Основное внимание в GMP уделяется соблюдению надлежащих условий производственных процессов, включая гигиену, оборудование и квалификацию персонала.

Стандарты International Standard Organization (ISO) это комплекс международных стандартов, устанавливающих требования к качеству продукции, выполнению услуг, а также к производственным процессам и системам управления по многим областям (технология, производство, окружающая среда, охрана труда и техника безопасности, медицина и т. д.). Стандарты используются вдоль всей цепочки поставок (вертикальные стандарты).

Наиболее часто пищевые предприятия разрабатывают и сертифицируют свои системы менеджмента сразу по двум стандартам ISO 22000:2018 «Системы менеджмента безопасности пищевой продукции. Требования к организациям, участвующим в цепи создания пищевой продукции» и ISO 9001 «Система менеджмента качества. Требования», интегрируя аспекты управления качеством и безопасностью продукта в общую, интегрированную систему менеджмента.

Стандарты товарного качества (стандарты ЕЭК ООН, касающиеся сбыта и контроля товарного качества).

Для стран, экспортирующих сельхозпродукцию внедрение стандартов товарного качества, является необходимым фактором для получения доступа на экспортные рынки, так как многие торговые сети используют требования товарного качества при закупке продукции от производителей. Стандарты товарного качества гарантируют, что покупатели и продавцы имеют общее понимание качества, что упрощает из взаимоотношения и минимизирует споры о качестве продукции.

Стандарты товарного качества продукции охватывают физические характеристики продукции, такие как размер, вес, цвет; уровень

сахара и кислоты; отсутствие вредителей и болезней, повреждений и загрязнений. В стандартах качества также могут быть указаны требуемый тип упаковки и форматы маркировки, которые могут соответствовать любым соответствующим национальным нормам.

Широко распространёнными стандартами товарного качества является стандарты ЕЭК ООН, касающиеся сбыта и контроля товарного качества сельскохозяйственной продукции. Стандарты разрабатываются Европейской комиссией ООН (UNECE) и применяются в США, Канаде, в странах Европейского Союза, России и покрывают территорию Центральной Азии и Кавказа. Большинство обязательных рыночных стандартов ЕС согласовано со стандартами ЕЭК ООН.

Стандарты по своей природе являются добровольными, но, как было уже указано выше, применяются ведущими торгово-закупочными сетями в качестве инструмента гарантии высокого качества продукции в обязательном порядке. В соответствии с наилучшей практикой нормативного регулирования ЕЭК ООН, многие страны практикуют включение требования товарного качества в национальное законодательство как обязательной нормы. Их также включают в уставы и положения экспортирующих организаций или ассоциаций производителей.

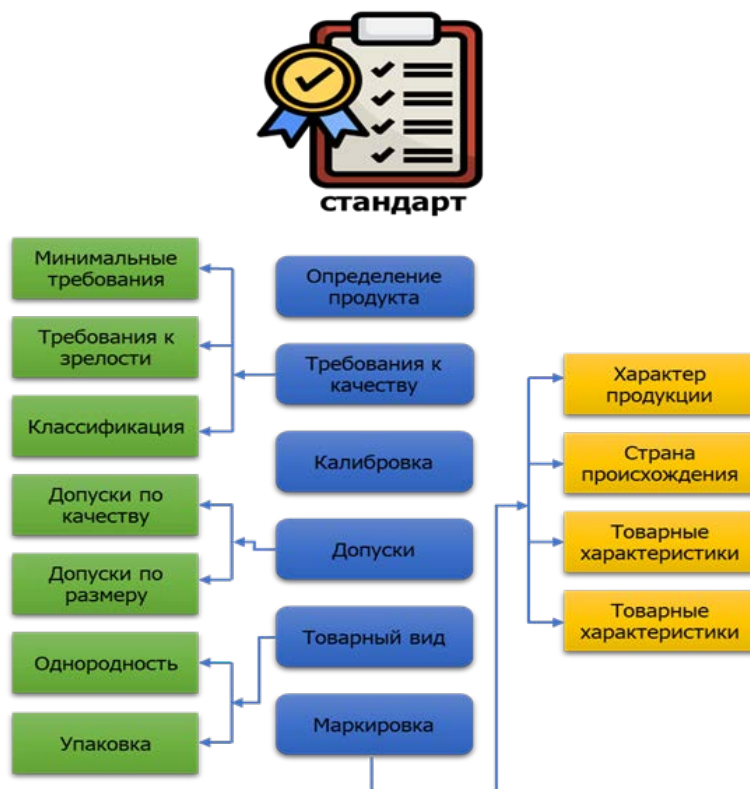
Широкое применение в Центрально-Азиатском регионе получили стандарты ЕЭК ООН, касающиеся сбыта и товарного качества для свежей плодоовощной продукции и сухой и сушёной плодоовощной продукции.

Ключевым индикатором стандартов товарного качества является классификация продукции по размерам и дефектам.

Однородность предполагает, что каждая упаковка должна содержать плоды одного и того происхождения, разновидности, качества и размера с одинаковой степенью зрелости. По правилам, на всех стадиях реализации в каждой партии допускается наличие продукции, не отвечающей установленным для указанного сорта требованиям в отношении качества и размеров (так называемые допуски). Для винограда применяется допуски по весу виноградной грозди, а не по размеру.

Стандарт включает также требования к упаковке, которые ориентированы на сохранность продукции, безопасность упаковочного материала и способы нанесения маркировки (видимость данных и их группировка).

Структура стандарта выглядит следующим образом



На сегодняшний день в Республике Казахстан большинство национальных стандартов на свежую или сушёную плодоовощную продукцию согласованы с требованиями стандартов ЕЭК ООН.

Также представители заинтересованных государственных органов и отечественного бизнеса Республики Казахстан принимают активное участие по продвижению стандартов ЕЭК ООН, касающиеся сбыта и товарного качества в рамках деятельности Центральноазиатской Рабочей Группы.

Важным этапом внедрения этих стандартов является налаживание процесса проверки качества продукции. Это процесс позволит обеспечить соответствие товара установленным требованиям в рамках пред экспортной подготовки до их доставки клиентам или выхода на рынок. Регулярные проверки и подтверждение соответствия помогают гарантировать, что качество продукции соответствует требованиям стандарта. На предприятии полномочия по инспекции возлагаются на отделы СМК/ОТК или отдельного инспектора. Эти процессы также могут выполнять отраслевые ассоциации.

Процесс инспекции включает в себя оценку, проверку и тестирование продукции на дефекты или несоответствия, которые могут повлиять на их качество.

Заключение

Внедрение стандартов качества и безопасности

предоставляет многочисленные преимущества для производителей пищевой продукции. В частности:

- эффективность производственных процессов: внедрение стандартов способствует оптимизации производственных процессов, что может привести к снижению затрат, сокращению излишних проверок;

- системный подход: следование строгим руководящим принципам позволяет производителям гарантировать, что их продукция свободна от загрязнений и соответствует необходимым стандартам;

- соответствие нормативным требованиям: внедрение стандартов качества помогает предприятиям соблюдать законодательные и регуляторные требования. Это особенно важно для производителей, которые хотят выйти на новые экспортные рынки, где соблюдение стандартов безопасности пищевых продуктов является обязательным условием.

- снижение рисков: Стандарты помогают выявить и устранить потенциальные риски на всех этапах производственного процесса, что снижает количество инцидентов, связанных с безопасностью пищевых продуктов, и минимизирует убытки.

- увеличение доверия потребителей: стандарты способствуют укреплению доверия потребителей к продуктам. Когда потребители уверены в качестве и безопасности получаемой продукции, они с большей вероятностью выбирают товары такого

производителя.

Список источников:

1. Закон Республики Казахстан от 21 июля 2007 года № 301 «О безопасности пищевой продукции»;
2. Закон Республики Казахстан от 5 октября 2018 года № 183-VI ЗРК «О стандартизации»;
3. Закон Республики Казахстан от 4 мая 2010 года № 274-IV «О защите прав потребителей»;
4. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011);
5. Справочное пособие для участников ЦДС в плодоовощном секторе.

Қолданылған әдебиеттер:

1. «Тамақ өнімдерінің қауіпсіздігі туралы» Қазақстан Республикасының 2007 жылғы 21 шілдедегі № 301 Заңы;
2. «Стандарттау туралы» Қазақстан Республикасының 2018 жылғы 5 қазандағы № 183-

VI ҚРЗ Заңы;

3. «Тұтынушылардың құқықтарын қорғау туралы» Қазақстан Республикасының 2010 жылғы 4 мамырдағы № 274-IV Заңы;

4. Кеден одағының ТР ТС 021/2011 «Тамақ өнімдерінің қауіпсіздігі туралы» техникалық регламенті;

5. Жеміс-көкөніс секторындағы ЦДС қатысушыларына арналған анықтамалық құрал.

References:

1. Law of the Republic of Kazakhstan dated July 21, 2007 No. 301 «On Food Safety»;
2. Law of the Republic of Kazakhstan dated October 5, 2018 No. 183-VI «On Standardization»;
3. Law of the Republic of Kazakhstan dated May 4, 2010 No. 274-IV «On Consumer Protection».
4. Technical Regulation of the Customs Union TR CU 021/2011 «On Food Safety»;
5. Reference guide for participants of the CDS in the fruit and vegetable sector.

А. Забеков

*ШЖҚ РМК «Қазақстан стандарттау және метрология институты»,
Астана қ., Қазақстан*

БҰҰ ЕЭК СТАНДАРТТАРЫ. АҒЫМДАҒЫ ЖАҒДАЙ ЖӘНЕ ПЕРСПЕКТИВАЛАРЫ

Аңдатпа

Мақалада азық-түлік өнімдерін өндіруде қолданылатын халықаралық стандарттар мен БҰҰ ЕЭК стандарттарының негізгі аспектілері сипатталған.

Түйінді сөздер: стандарттар, азық-түлік өнімдері.

A. Zabekov

*RSE on REM “Kazakhstan Institute of Standardization and Metrology”,
Astana, Kazakhstan*

UNECE STANDARDS. CURRENT SITUATION AND PROSPECTS

Abstract

The article describes the key aspects of international standards and UNECE standards used in food production.

Keywords: standards, Grain, food products.

АВТОР ТУРАЛЫ

Забеков Азамат Тулешович – бас маман, «Қазақстан стандарттау және сертификаттау институты» РМҚ ШЖҚ, Талдау және жүйелеу жөніндегі үйлестіру орталығының бас маманы, a.zabekov@ksm.kz

ОБ АВТОРЕ

Забеков Азамат Тулешович – главный специалист, РГП на ПХВ «Казакстанский институт стандартизации и сертификации», главный специалист Координационного центра анализа и систематизации, a.zabekov@ksm.kz.

ABOUT THE AUTHOR

Zabekov Azamat Tuleshovich – chief Specialist, RSE on REM “Kazakhstan Institute of Standardization and Certification”, Chief Specialist of the Coordination Center for Analysis and Systematization, a.zabekov@ksm.kz

DOI 10.64513/Smart/2026.1.3

МРНТИ 05.20.01

УДК 620.9

СТАНДАРТЫ ПО АДАПТАЦИИ К ИЗМЕНЕНИЮ КЛИМАТА – ВАЖНЫЙ ШАГ НА ПУТИ К УСТОЙЧИВОМУ РАЗВИТИЮ

Д. Искакова

РГП на ПХВ «Казахстанский институт стандартизации и метрологии», Астана, Казахстан

Аннотация

В статье рассматривается значение адаптации к изменению климата для устойчивого развития и безопасности населения Казахстана. Особое внимание уделяется внедрению национального стандарта СТ РК ISO/TS 14092-2025, разработанного на основе международного стандарта ISO 14092. Стандарт устанавливает рекомендации по планированию адаптации к климатическим рискам на уровне местных исполнительных органов и населения, включая оценку уязвимостей, определение приоритетных рисков и разработку мер реагирования. Подчеркивается роль стандарта в повышении устойчивости территорий, улучшении управления климатическими рисками и привлечении инвестиций в проекты устойчивого развития.

Ключевые слова: адаптация к изменению климата, применение стандартов, ISO/TS 14092.

Введение

Изменение климата представляет собой серьезную угрозу для благополучия граждан, экономической стабильности и национальной безопасности. Казахстан, ввиду своего географического положения, особенно уязвим к климатическим изменениям.

Учитывая глобальность данной проблемы, международное сообщество активно предпринимает меры по ее решению, что отражено во многих международных документах и резолюциях. Казахстан, являясь участником международных соглашений, также реализует политику по сокращению выбросов парниковых газов и адаптации экономики к изменяющимся климатическим условиям. Одной из ключевых долгосрочных целей данной политики является достижение углеродной нейтральности к 2060 году.

Борьба с изменением климата требует целостного подхода. В том числе, подготовленность местных исполнительных органов к адаптации играет важную роль в обеспечении безопасности населения и устойчивого развития.

В реализацию целей устойчивого развития принят новый национальный стандарт, который поможет системно спланировать и внедрить меры

по адаптации к изменению климата, оценивать климатические риски и уязвимости, а также повышать устойчивость территорий и инфраструктуры к неблагоприятным климатическим воздействиям.

Климатические изменения в Казахстане

На территории Казахстана среднегодовая температура за последние десятилетия росла в среднем на 0,36 °С за десять лет, что превышает среднемировые темпы потепления [2]. Учащаются экстремальные погодные явления: засухи, сильные паводки, аномальная жара и пыльные бури. Особенно уязвимыми остаются сельскохозяйственные регионы, горные районы и территории, расположенные вблизи крупных рек.

Потепление сопровождается увеличением частоты экстремальных погодных явлений, включая продолжительные засухи, сильные паводки, периоды аномальной жары и пыльные бури.

Особенно заметные изменения наблюдаются в горных регионах страны, где ускоряется таяние ледников, являющихся важнейшими источниками пресной воды для крупных рек. Одновременно в степных и сельскохозяйственных районах усиливается дефицит влаги и возрастает риск

деградации земель. Эти процессы оказывают прямое влияние на водные ресурсы, сельское хозяйство и устойчивое развитие регионов, делая проблему изменения климата одной из ключевых экологических и социально-экономических задач для Казахстана.

Климатические соглашения и стратегии Казахстана

Казахстан активно участвует в глобальных усилиях по борьбе с изменением климата и ключевых международных климатических соглашениях. Будучи Стороной Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата (РКИК ООН) с 1995 года, страна подтвердила свою приверженность, ратифицировав Киотский протокол в 2009 году и Парижское соглашение в 2016 году.

Международные соглашения

1. Парижское соглашение – соглашение в рамках Рамочной конвенции ООН об изменении климата, регулирующее меры по снижению содержания углекислого газа в атмосфере с 2020 года.

2. Цели устойчивого развития ООН (ЦУР ООН) – предусматривают меры по защите экосистем, развитию устойчивых городов и повышению экологической безопасности.

Национальные стратегии и программы

1. Концепция перехода Республики Казахстан к «зелёной экономике» – направлена на рациональное использование природных ресурсов и снижение экологической нагрузки.

2. Экологический кодекс Республики Казахстан — регулирует вопросы охраны окружающей среды и устойчивого природопользования.

3. Стратегия достижения углеродной нейтральности до 2060 года – стратегия, которая объединяет меры по декарбонизации ключевых секторов, содействует устойчивому развитию и согласуется с обновленным определяемым на национальном уровне вкладом страны (ОНУВ) [4].

Казахстан также внедрил национальную систему торговли выбросами (СТВ), первую в своем роде в Центральной Азии, для стимулирования сокращения выбросов углерода в ключевых секторах экономики и привлечения экологически чистых технологий [4].

Реализация данных соглашений и стратегий помогает Казахстану снижать климатические риски, развивать экологическую политику и повышать устойчивость экономики и регионов к изменениям климата.

Национальный стандарт адаптации к изменению климата

В 2025 году принят новый национальный стандарт СТ РК ISO/TS 14092-2025 «Адаптация к изменению климата. Требования и руководство по адаптационному планированию для местных органов власти и сообществ», разработанный в рамках реализации подпункта 3.6, пункта 3, главы II Концепции по переходу Республики Казахстан к «зеленой» экономике, а также в целях обеспечения соответствия национальным стратегическим приоритетам в области устойчивого развития. Вводится в действие с 1 июля 2026 года.

Стандарт гармонизирован с международным стандартом ISO 14092 и содержит руководство для местных исполнительных органов и населения по подготовке к климатическим угрозам и содержит рекомендации по подготовке к таким климатическим угрозам, как наводнения, аномальная жара, засуха, береговая эрозия.

Руководство по адаптационному планированию включает в себя:

- разработку механизмов управления;
- создание групп содействия, оценку уязвимостей;
- определение приоритетов рисков и реализацию адаптационных мер.

Особое внимание уделяется тому, что влияние климатических изменений варьируется в зависимости от региона, напрямую затрагивая благополучие, безопасность населения и качество предоставляемых общественных услуг. В связи с этим местные исполнительные органы и население играют ключевую роль в планировании и реализации мер по адаптации к изменению климата.

Практическая польза для местных исполнительных органов

Национальный стандарт СТ РК ISO/TS 14092 предоставляет местным исполнительным органам практические рекомендации по планированию адаптации к изменению климата. Его применение позволяет провести оценку климатических рисков на конкретной территории и определить наиболее уязвимые объекты инфраструктуры, включая дороги, системы водоснабжения, школы и медицинские учреждения.

На основе проведенной оценки могут разрабатываться адаптационные меры, например, укрепление берегов рек, модернизация систем ливневой канализации, развитие зелёных зон для снижения температурной нагрузки в городах и другие инфраструктурные решения.

Важным элементом стандарта являются:

1. Механизмы управления – формирование чёткой системы координации, распределения ответственности и процедур принятия решений в области адаптационного планирования.

2. Координационные группы – создание специализированных рабочих групп с участием представителей органов власти, экспертов и заинтересованных сторон для организации и сопровождения процесса адаптации.

3. Оценка рисков – систематический анализ подверженности территории климатическим угрозам, таким как наводнения, экстремальная жара, засуха и эрозия берегов.

4. Разработка плана адаптации – интеграция мер адаптации к изменению климата в существующие стратегии, программы и планы развития территорий.

5. Принятие решений – выбор и реализация приоритетных адаптационных мер на основе анализа рисков и уязвимостей.

6. Мониторинг и оценка – регулярное отслеживание результатов реализации плана адаптации, анализ прогресса и корректировка мероприятий при необходимости.

Например, в южных регионах Казахстана применение стандарта может помочь минимизировать ущерб от засух и пыльных бурь, в предгорьях Алатау – снизить риск паводков и эрозии, а в крупных городах, таких как Алматы и Астана, уменьшить перегрев и улучшить качество городской среды.

Несмотря на то, что стандарт разработан преимущественно для местных исполнительных органов, его положения могут применяться и другими организациями, работающими на местном уровне или управляющими климатическими рисками. Гибкая структура стандарта позволяет использовать его в различных секторах и сферах деятельности.

Преимущества внедрения стандарта

Внедрение национального стандарта СТ РК ISO/TS 14092-2025 позволит:

- повысить уровень готовности местных исполнительных органов и населения к последствиям изменения климата;

- разработать и внедрить эффективные меры адаптации, основанные на анализе рисков и уязвимости;

- обеспечить согласованность национальных стратегий и нормативных правовых актов (Экологического кодекса Республики Казахстан, Стратегии углеродной нейтральности до 2060 года, Концепции по переходу к «зеленой» экономике) с

международными стандартами в области климатической адаптации;

- интегрировать задачи адаптации к изменению климата в реализацию национальных приоритетов по достижению углеродной нейтральности, повышению устойчивости экономики и улучшению качества жизни населения.

Кроме того, применение национального стандарта СТ РК ISO/TS 14092-2025 не только укрепляет готовность местных исполнительных органов и населения к последствиям изменения климата, но и напрямую способствует реализации Целей устойчивого развития ООН (ЦУР) [5]. Например:

1. Здоровье и благополучие (ЦУР 3) – снижение рисков для населения от экстремальных погодных явлений, таких как аномальная жара и наводнения.

2. Чистая вода и санитария (ЦУР 6) – защита водных ресурсов через меры адаптации к засухам и паводкам, укрепление берегов рек и модернизацию систем водоснабжения.

3. Устойчивые города и сообщества (ЦУР 11) – создание зелёных зон, снижение температурной нагрузки в городах, повышение устойчивости инфраструктуры.

4. Климатические действия (ЦУР 13) – интеграция адаптационных мер в локальные и региональные стратегии, согласованных с национальными программами по углеродной нейтральности.

Заключение

Таким образом, применение стандарта будет способствовать укреплению нормативной базы для реализации Стратегии углеродной нейтральности до 2060 года, поддержке национальной климатической политики и достижению целей устойчивого развития (ЦУР), а также поможет предпринять первые шаги к созданию безопасного, социально и экономически защищенного и устойчивого общества, способного противостоять текущим и будущим последствиям изменения климата. Для местных исполнительных органов переход к принципам СТ РК ISO/TS 14092-2025 – это первый шаг к созданию безопасной и защищенной среды для населения.

Список источников

1. СТ РК ISO/TS 14092-2025 «Адаптация к изменению климата. Требования и руководство по адаптационному планированию для местных органов власти и сообществ»;

2. Қазақстан теплее: что происходит с погодой и чем это грозит: <https://azh.kz/ru/news/view/123214>;

3. Первый двухгодичный доклад Республики Казахстан по вопросам транспарентности;

4. Определяемый на национальном уровне вклад (ОНУР) Республики Казахстан в глобальное реагирование на изменение климата до 2035 года;

5. Цели устойчивого развития: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/sustainable-development-goals/>;

Қолданылған әдебиеттер

1. ҚР СТ ISO/TS 14092-2025 «Климаттың өзгеруіне бейімделу. Жергілікті атқарушы органдар мен қауымдастықтар үшін бейімделу жоспарлау талаптары мен нұсқаулығы»;

2. Қазақстан жылытуда: ауа райында не болып жатыр және оның салдары қандай: <https://azh.kz/ru/news/view/123214>;

3. Қазақстан Республикасының транспаренттілік мәселелері бойынша алғашқы екіжылдық баяндамасы;

4. Қазақстан Республикасының 2035 жылға дейін климаттың өзгеруіне жаһандық жауапқа ұлттық деңгейде айқындалған үлесі (ОНУР);

5. Тұрақты даму мақсаттары: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/sustainable-development-goals/>;

References

1. ST RK ISO/TS 14092-2025 «Adaptation to climate change. Requirements and guidelines for adaptation planning for local authorities and communities»;

2. Kazakhstan is getting warmer: what is happening with the weather and what it threatens: <https://azh.kz/ru/news/view/123214>;

3. The first biennial transparency report of the Republic of Kazakhstan;

4. The nationally determined contribution of the Republic of Kazakhstan to the global response to climate change until 2035;

5. Sustainable Development Goals: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/sustainable-development-goals/>;

Д. Искакова

«Қазақстан стандарттау және метрология институты» ШЖҚ РМК, Астана, Қазақстан

КЛИМАТТЫҢ ӨЗГЕРУІНЕ БЕЙІМДЕЛУ СТАНДАРТТАРЫ ТҰРАҚТЫ ДАМУ ЖОЛЫНДАҒЫ МАҢЫЗДЫ ҚАДАМЫ

Аңдатпа

Мақалада Қазақстан халқының тұрақты дамуы мен қауіпсіздігі үшін климаттың өзгеруіне бейімделудің маңызы қарастырылады. ISO 14092 халықаралық стандарты негізінде әзірленген ҚР СТ ISO/TS 14092-2025 ұлттық стандартын енгізуге ерекше назар аударылады. Стандарт осалдықтарды бағалауды, басым тәуекелдерді айқындауды және ден қою шараларын әзірлеуді қоса алғанда, жергілікті атқарушы органдар мен халық деңгейінде Климаттық тәуекелдерге бейімделуді жоспарлау жөніндегі ұсынымдарды белгілейді. Стандарттың аумақтардың тұрақтылығын арттырудағы, климаттық тәуекелдерді басқаруды жақсартудағы және орнықты даму жобаларына инвестициялар тартудағы рөлі атап өтіледі.

Түйінді сөздер: *климаттың өзгеруіне бейімделу, стандарттарды қолдану, ISO/TS 14092.*

D. Iskakova

RSE on the REM "Kazakhstan Institute of Standardization and Metrology", Astana, Kazakhstan

CLIMATE CHANGE ADAPTATION STANDARDS ARE AN IMPORTANT STEP TOWARDS SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Abstract

The article examines the importance of adaptation to climate change for the sustainable development and security of the population of Kazakhstan. Special attention is paid to the implementation of the national standard of the Republic of Kazakhstan ISO/TS 14092-2025, developed on the basis of the international standard ISO 14092. The standard sets out recommendations for planning adaptation to climate risks at the level of local executive authorities and the population, including vulnerability assessment, prioritization of risks and development of response measures. The role of the standard in increasing the sustainability of territories, improving climate risk management and attracting investments in sustainable development projects is emphasized.

Keywords: *adaptation to climate change, application of standards, ISO/TS 14092.*

АВТОР ТУРАЛЫ

Искакова Диана Әлібекқызы – ҚР Стандарттау және метрология институты, Стандарттар әзірлеу және МӘД қорын басқару департаментінің жетекші маманы, Астана қ., Қазақстан Республикасы, d.iskakova@ksm.kz

ОБ АВТОРЕ

Искакова Диана Әлібекқызы– ведущий специалист Департамент разработки стандартов и фонда НТД РГП на ПХВ «Казахстанский институт стандартизации и метрологии», г. Астана, Республика Казахстан, d.iskakova@ksm.kz

ABOUT THE AUTHOR

Iskakova Diana Alibekkyzy – Leading Specialist, Department of Standards Development and NTD Fund, Kazakhstan Institute of Standardization and Metrology, Astana, Republic of Kazakhstan, d.iskakova@ksm.kz

DOI 10.64513/Smart/2026.1.4

МРНТИ 84.01.11

УДК 339.564

ЭКСПОРТ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ В УЗБЕКИСТАН: СОВРЕМЕННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ, ПРАКТИКА И РЕКОМЕНДАЦИИ

А. Ильгундинова

*РГП на ПХВ «Казахстанский институт стандартизации и метрологии»,
Астана, Казахстан*

Аннотация

В статье рассматриваются особенности экспорта пищевой продукции в Республику Узбекистан в условиях проводимых в стране реформ системы технического регулирования, стандартизации и метрологии. Анализируются ключевые изменения в законодательстве, направленные на модернизацию национальной инфраструктуры качества и упрощение процедур регулирования внешнеэкономической деятельности. Освещается роль уполномоченных государственных органов в сфере технического регулирования, санитарно-эпидемиологического благополучия и государственного контроля качества пищевой продукции. Отдельное внимание уделяется требованиям к безопасности и качеству продукции, порядку подтверждения соответствия, процедурам сертификации и санитарного контроля при ввозе товаров на территорию Узбекистана. Рассматриваются практические аспекты выхода на рынок, включая подготовку разрешительных документов, взаимодействие с органами оценки соответствия и особенности прохождения таможенных процедур. Также анализируются наиболее распространенные ошибки экспортеров при поставках пищевой продукции и предлагаются практические рекомендации для предпринимателей, заинтересованных в развитии торгово-экономического сотрудничества и расширении экспортных поставок на рынок Узбекистана. Особое значение имеют вопросы правильного оформления документов, соблюдения технических требований и своевременного прохождения процедур оценки соответствия, что позволяет снизить риски отказа во ввозе

Ключевые слова: экспорт в Узбекистан, пищевая продукция, санитарные и фитосанитарные меры, техническое регулирование, стандартизация, метрология, декларация соответствия, добровольная сертификация, маркировка.

Введение

В последние годы Республика Узбекистан проводит масштабную модернизацию системы технического регулирования, стандартизации, метрологии и оценки соответствия, направленную на упрощение процедур, гармонизацию с международными стандартами и повышение экспортного потенциала. Реформы затрагивают ключевые элементы качества продукции, включая санитарно-эпидемиологический контроль и цифровизацию процессов. Для производителей пищевой продукции это означает как снижение административной нагрузки, так и новые обязательства по обеспечению безопасности и подтверждению соответствия в условиях усиливающейся интеграции международных

рынков.

Исполнительные органы

Регулирование экспортной деятельности и контроля качества пищевой продукции курирует Агентство по техническому регулированию при Кабинете Министров. Оно координирует работу основных институтов национальной инфраструктуры качества, включая Институт стандартов и Национальный институт метрологии.

В 2026 году было проведено реформирование органов оценки соответствия: Центр научных испытаний и контроля качества UzTest прекратил деятельность как самостоятельная организация и был интегрирован в структуру Института

стандартов, а его функции по аккредитации и испытаниям вошли в новую институциональную структуру. Центр аккредитации переведён в прямое подчинение Кабинету Министров, что усиливает независимость аккредитационных процедур и повышает их соответствие международным требованиям.

Рис. 1. Структура органов регулирования в Узбекистане



* Филиалы в Каракалпакстан, 12 областях, а также в городах Коканд, Олмалык, Бекабад и Чирчик.

Санитарно-эпидемиологический контроль, остающийся ключевым условием допуска продукции на рынок, осуществляется Комитетом санитарно-эпидемиологического благополучия и общественного здоровья Министерства здравоохранения Республики Узбекистан. Он подтверждает безопасность продукции с точки зрения микробиологических, токсикологических характеристик и содержания потенциально опасных веществ.

Нормативная база

Современная система регулирования экспорта пищевой продукции в Узбекистане формируется на основе комплекса законодательных и нормативных актов, обеспечивающих соответствие международным стандартам и цифровизацию процедур оценки соответствия.

Ключевыми законами являются: «О техническом регулировании» (от 27.02.2023 г. № ЗРУ-81), «О стандартизации» (от 03.11.2022 г. № ЗРУ-800) и «Об аккредитации органов оценки соответствия» (от 27.02.2023 г. № ЗРУ-820). Эти законы устанавливают общие принципы контроля качества продукции, порядок аккредитации лабораторий и органов оценки

соответствия, а также закрепляют цифровизацию документооборота.

Президентский указ № УП-67 от 18 апреля 2025 г. отменил обязательную сертификацию большинства категорий пищевых товаров, введя декларацию соответствия в цифровом формате, оформляемую через национальную платформу «Единое окно». Для продукции с высоким уровнем риска сохраняется обязательная государственная регистрация, определяемая постановлениями Кабинета Министров.

Важным нормативным актом является Постановление Правительства № 720 от 13 ноября 2025 г., которое утверждает правила выдачи санитарно-эпидемиологических сертификатов для пищевой и сельскохозяйственной продукции. Документы могут оформляться как через центры обслуживания, так и в электронном виде через Единый портал интерактивных государственных услуг (ЕПИГУ) с использованием QR-кодов для верификации. Постановление определяет сроки действия сертификатов и обязательность их получения при выпуске продукции на рынок и при изменении

состава товаров.

Также значимы:

- **Постановление Президента № ПП-136 от 8 апреля 2025 г.**, содержащее меры по развитию экспортного потенциала сельхозпродукции;

- **Закон «О продовольственной безопасности» от 03.02.2025 г. № ЗРУ-1023**, регулирующий санитарные и потребительские требования к пищевым товарам;

- **Закон «О карантине растений» от 09.07.2018 г. № ЗРУ-484**, определяющий фитосанитарные требования к сельхозпродукции;

- Международные стандарты ISO, Codex Alimentarius и двусторонние соглашения о взаимном признании результатов оценки соответствия, которые продолжают служить ориентиром при оценке качества продукции.

Национальная инфраструктура качества также дополняется методическими документами Агентства технического регулирования, регулирующими электронные процедуры подачи деклараций, требования к маркировке, порядок проведения испытаний и подготовки технической документации. Вместе эти акты создают прозрачную, цифровизированную и современную систему контроля экспорта пищевой продукции, обеспечивая как защиту потребителей, так и международную конкурентоспособность узбекских товаров.

Санитарно-эпидемиологический контроль

Получение

санитарно-эпидемиологического заключения остаётся ключевым этапом допуска пищевой продукции на рынок Узбекистана. Этот документ подтверждает соответствие продукции действующим санитарным и эпидемиологическим требованиям, включая микробиологическую и токсикологическую безопасность, а также допустимые уровни содержания пестицидов и тяжёлых металлов.

Процедуры контроля проводятся исключительно в **аккредитованных лабораториях**, входящих в национальную систему оценки соответствия и соответствующих международным стандартам ISO/IEC 17025 и принципам Codex Alimentarius. Лаборатории обязаны фиксировать результаты испытаний в протоколах с цифровой подписью, указывая методики, квалификацию специалистов и сроки проведения анализов, что обеспечивает достоверность и прозрачность процедур.

Процесс санитарно-эпидемиологического

контроля включает следующие ключевые этапы:

1. **Подготовка документации** – производитель формирует пакет документов, включающий технологические карты, сведения о составе и методике производства. Для продукции с высоким уровнем риска (мясо, молочные продукты, детское питание, импортные ингредиенты) обязательны протоколы внутренних проверок качества.

2. **Подача на испытания в аккредитованную лабораторию** – выбор лаборатории из реестра, проведение анализа микробиологических и химических показателей, составление протокола испытаний с цифровой подписью. Сроки проведения варьируются от 5 до 15 рабочих дней в зависимости от категории продукции.

3. **Оформление санитарно-эпидемиологического заключения** – документы подаются через электронную платформу ЕПИГУ или через центры обслуживания «Единое окно». Получение заключения занимает обычно 3–7 рабочих дней при корректной подаче документов.

4. **Цифровая верификация и QR-метки** – каждое заключение сопровождается уникальным QR-кодом, позволяющим мгновенно проверять подлинность документа и результаты испытаний через электронный реестр.

5. **Мониторинг после выпуска продукции** – для высокорисковой продукции внедряется непрерывный контроль качества, включая выборочные проверки, анализ жалоб потребителей и отчётов лабораторий. При выявлении несоответствий производитель обязан оперативно провести повторные испытания и уведомить органы контроля.

6. **Ответственность производителя** – производитель несёт полную ответственность за достоверность данных, правильность маркировки и соблюдение технологических норм. Соблюдение всех процедур минимизирует риски возврата продукции, наложения штрафов и потери доверия на экспортных рынках.

Внедрение цифровых инструментов и QR-верификации существенно повышает прозрачность и ускоряет процедуры, сокращая бюрократические задержки и создавая интегрированную систему контроля качества. Таким образом, санитарно-эпидемиологический контроль сочетает строгие лабораторные процедуры с современными цифровыми технологиями, обеспечивая безопасность продукции, доверие потребителей и международную конкурентоспособность

узбекских экспортеров.

Процедуры оценки соответствия

В результате реформ системы технического регулирования в Узбекистане произошёл переход от традиционной модели обязательной сертификации к более гибкому механизму подтверждения качества продукции. Основным инструментом стала **декларация соответствия**, которая оформляется производителем или поставщиком и подтверждает соответствие продукции установленным требованиям безопасности и качества.

Декларация подаётся в электронном формате через государственную информационную систему «Единое окно», что значительно упрощает административные процедуры и сокращает сроки оформления документов. После подачи сведения о декларации автоматически вносятся в **единый электронный реестр**, доступный для контролирующих органов и заинтересованных участников рынка. Такая цифровая система обеспечивает прозрачность процедур, упрощает проверку подлинности документов и снижает риски использования недостоверной информации.

Основанием для регистрации декларации служат **протоколы лабораторных испытаний**, подтверждающие соответствие продукции установленным санитарным и техническим требованиям. Испытания проводятся исключительно в лабораториях, аккредитованных в национальной системе оценки соответствия. Помимо протоколов испытаний, к декларации прилагаются технологическая документация, сведения о составе продукции, описание производственного процесса и данные о системе внутреннего контроля качества на предприятии.

Для отдельных категорий товаров, относящихся к продукции **повышенного риска**, действует дополнительный механизм контроля — **обязательная государственная регистрация**. К таким категориям, как правило, относятся детское питание, некоторые виды молочной и мясной продукции, биологически активные добавки и другие товары, потенциально влияющие на здоровье потребителей. В этих случаях декларация соответствия может оформляться только после прохождения процедуры государственной регистрации и получения санитарно-эпидемиологического заключения.

Важной особенностью новой модели регулирования является **смещение центра ответственности в сторону производителя**. Именно производитель или поставщик

подтверждает соответствие продукции установленным требованиям, предоставляя необходимые доказательства в виде протоколов испытаний и технической документации. Государственные органы, в свою очередь, осуществляют надзор за достоверностью представленных данных и проводят выборочные проверки продукции на рынке.

Дополнительным элементом контроля становится **цифровая интеграция реестров и систем мониторинга**, позволяющая отслеживать статус деклараций, результаты лабораторных испытаний и сроки действия разрешительных документов. Это способствует формированию более прозрачной и современной системы регулирования, соответствующей международной практике и облегчающей экспортную деятельность.

Таким образом, современная модель оценки соответствия в Узбекистане сочетает цифровые административные процедуры, лабораторные испытания и ответственность производителя за качество продукции. Такой подход позволяет одновременно снизить административную нагрузку на бизнес и обеспечить высокий уровень защиты потребителей.

Добровольная сертификация

Особое значение добровольная сертификация приобрела в Узбекистане после проведённых реформ системы технического регулирования, направленных на сокращение административных барьеров и переход к модели самодекларирования соответствия продукции.

В условиях отмены обязательной сертификации именно добровольные международные стандарты начинают выполнять функцию дополнительного подтверждения надёжности производителя. Для зарубежных партнёров наличие сертификатов систем менеджмента безопасности пищевой продукции, экологической сертификации или специализированных отраслевых стандартов становится важным индикатором стабильности производства и прозрачности процессов контроля качества.

В результате добровольная сертификация фактически превращается в инструмент рыночного регулирования: требования к её наличию формируются не государством, а самими участниками рынка — импортёрами, торговыми сетями и логистическими операторами.

Такая практика соответствует международным тенденциям развития

инфраструктуры качества и способствует более глубокой интеграции национальной экономики в глобальные цепочки поставок пищевой продукции.

Практика и рекомендации бизнесу

Экспорт пищевой продукции в Узбекистан требует чёткой последовательности действий. Производители должны подготовить технологическую документацию, провести испытания в аккредитованных лабораториях, получить санитарно-эпидемиологическое заключение и подать декларацию через систему «Единое окно». В случае высокорисковой продукции необходима государственная регистрация.

На практике именно лабораторные испытания и санитарные заключения оказываются самыми ресурсоёмкими процедурами. Ошибки в маркировке, выбор неаккредитованных лабораторий или задержки с подачей декларации часто становятся причинами возврата партий или наложения штрафов.

В этой связи предприятиям, планирующим поставки пищевой продукции на рынок Узбекистана, рекомендуется выстраивать процедуру подготовки экспорта по поэтапному алгоритму. На первом этапе необходимо провести предварительный анализ применимых санитарных требований и проверить соответствие маркировки установленным правилам. Далее следует выбрать аккредитованную лабораторию и заранее организовать проведение необходимых испытаний. После получения протоколов испытаний и санитарно-эпидемиологического заключения компания может оформить декларацию соответствия через цифровую систему государственных услуг. Завершающим этапом является контроль актуальности всех разрешительных документов и их корректного отражения в электронных реестрах.

Для успешного выхода на рынок предпринимателям важно планировать оформление документов заранее, внимательно отслеживать обновления законодательства через портал **Lex.uz**, а также выстраивать партнёрство с аккредитованными лабораториями. Добровольная сертификация должна рассматриваться не как избыточная нагрузка, а как инвестиция в конкурентоспособность продукции. Компании, выстроившие внутреннюю систему контроля качества, получают устойчивые преимущества перед конкурентами.

Заключение

Реформы последних лет существенно изменили систему экспорта пищевой продукции в Узбекистан, приблизив её к международной практике. Отмена обязательной сертификации и переход к декларациям упростили ряд процедур, одновременно усилив роль производителей в подтверждении качества и безопасности товаров.

Для бизнеса это означает необходимость более внимательного подхода к санитарным требованиям и цифровым процедурам оформления, но вместе с тем открывает дополнительные возможности для укрепления доверия партнёров и расширения экспортной географии. Компании, сумевшие адаптироваться к новым условиям и встроить современные стандарты качества в свою деятельность, смогут получить долгосрочные конкурентные преимущества на региональном и международном рынках.

Список источников:

1. Узбекский национальный институт метрологии (УзНИМ) [Электронный ресурс] : официальный сайт. – Режим доступа: <https://www.metrology.uz>, свободный;
2. Центр по аккредитации при Агентстве по техническому регулированию [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://akkred.uz/>, свободный.
3. Комитет санитарно-эпидемиологического благополучия и общественного здоровья Республики Узбекистан [Электронный ресурс] : официальный сайт. – Режим доступа: <https://sanepid.uz/>, свободный.
4. Таможенная информационная система «Единое окно» для участников ВЭД [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.singlewindow.uz/>, свободный.
5. Электронный реестр сертификатов и деклараций соответствия (E-Sertifikat) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://register.standart.uz>, свободный.
6. Единый портал интерактивных государственных услуг (ЕПИГУ) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://my.gov.uz/ru>, свободны.

Қолданылган әдебиеттер

1. Ўзбекистан Ұлттық метрология институты. Ресми сайт [Электрондық ресурс]. Қолжетімді: <https://www.metrology.uz>;
2. Техникалық реттеу агенттігі жанындағы Аккредиттеу орталығы

[Электрондық ресурс]. Қолжетімді: <https://akkred.uz/>;

3. Өзбекстан Республикасы санитариялық-эпидемиологиялық саламаттылық және қоғамдық денсаулық комитеті. Ресми сайт [Электрондық ресурс]. Қолжетімді: <https://sanepid.uz/>;

4. Сыртқы экономикалық қызмет қатысушыларына арналған «Бірыңғай терезе» ақпараттық жүйесі [Электрондық ресурс]. Қолжетімді: <https://www.singlewindow.uz/>;

5. E-Sertifikat: Сәйкестік сертификаттары мен декларацияларының электрондық тізілімі [Электрондық ресурс]. Қолжетімді: <https://register.standart.uz/>;

6. Интерактивті мемлекеттік қызметтердің бірыңғай порталы (ЕПИГУ) [Электрондық ресурс]. Қолжетімді: <https://my.gov.uz/ru>

References

1. Uzbek National Institute of Metrology. Official website [Electronic resource]. Available at: <https://www.metrology.uz/>;

2. Accreditation Center under the Agency for Technical Regulation. [Electronic resource]. Available at: <https://akkred.uz/>.

3. Committee for Sanitary and Epidemiological Welfare and Public Health of the Republic of Uzbekistan. Official website [Electronic resource]. Available at: <https://sanepid.uz/>;

4. Single Window Information System for Foreign Economic Activity Participants [Electronic resource]. Available at: <https://www.singlewindow.uz/>;

5. E-Sertifikat: Electronic Register of Certificates and Declarations of Conformity [Electronic resource]. Available at: <https://register.standart.uz/>;

6. Unified Portal of Interactive Public Services (EPIGU) [Electronic resource]. Available at: <https://my.gov.uz/ru>.

А. Ильгундинова

«Қазақстан стандарттау және метрология институты» ШЖҚ РМК, Астана, Қазақстан Республикасы

ӨЗБЕКСТАНҒА ТАМАҚ ӨНІМДЕРІН ЭКСПОРТТАУ: ЗАМАНАУИ ТАЛАПТАР, ТӘЖІРИБЕ ЖӘНЕ ҰСЫНЫСТАР

Андатпа

Мақалада Өзбекстан Республикасына азық-түлік өнімдерін экспорттаудың ерекшеліктері, елдегі техникалық реттеу, стандарттау және метрология жүйесіндегі кең ауқымды реформалар жағдайында жан-жақты қарастырылады. Заңнаманың негізгі өзгерістері, ұлттық сапа инфрақұрылымын жаңғырту және сыртқы экономикалық қызметті реттеу рәсімдерін жеңілдетуге бағытталған шаралар талданады. Мақалада техникалық реттеу, санитарлық-эпидемиологиялық қауіпсіздік және мемлекеттік бақылау саласындағы уәкілетті мемлекеттік органдардың рөлі айқын көрсетіледі. Өнімнің қауіпсіздігі мен сапасына қойылатын талаптар, сәйкестікті бағалау тәртібі, сертификаттау және санитарлық бақылау рәсімдері жан-жақты қарастырылады. Нарыққа шығудың практикалық аспектілері, рұқсат құжаттарын дайындау, сәйкестік бағалау органдарымен өзара іс-қимыл және кедендік рәсімдер сипатталады. Экспорттаушылардың жиі кездесетін қателіктері талданып, кәсіпкерлерге практикалық ұсыныстар беріледі. Арнайы назар құжаттарды дұрыс рәсімдеуге, техникалық талаптарды сақтауға және сәйкестікті бағалау рәсімдерін уақытында орындауға аударылады, бұл өнімді қабылдамау тәуекелін айтарлықтай азайтуға мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: Өзбекстанға экспорт, тамақ өнімдері, санитарлық және фитосанитарлық шаралар, техникалық реттеу, стандарттау, метрология, сәйкестік декларациясы, ерікті сертификаттау, таңбалау.

A. Ilgundinova

RSE on the REM "Kazakhstan Institute of Standardization and Metrology", Astana, Kazakhstan

EXPORT OF FOOD PRODUCTS TO UZBEKISTAN: CURRENT REQUIREMENTS, PRACTICES AND RECOMMENDATIONS

Abstract

The article examines the specifics of exporting food products to the Republic of Uzbekistan in the context of ongoing reforms in the country's technical regulation, standardization, and metrology systems. It analyzes key legislative changes aimed at modernizing the national quality infrastructure and simplifying procedures for regulating foreign economic activity. The role of authorized state bodies in technical regulation, sanitary-epidemiological safety, and state control of food quality is highlighted. Special attention is paid to product safety and quality requirements, procedures for conformity assessment, certification, and sanitary control when importing goods into Uzbekistan. Practical aspects of market entry, including preparation of permits, interaction with conformity assessment bodies, and customs procedures, are discussed. The article also analyzes the most common mistakes made by exporters and provides practical recommendations for entrepreneurs interested in expanding trade and export operations to Uzbekistan. Particular emphasis is placed on proper documentation, compliance with technical requirements, and timely completion of conformity assessment procedures, which reduces the risk of import refusals.

Keywords: export to Uzbekistan, food products, sanitary and phytosanitary measures, technical regulation, standardization, metrology, declaration of conformity, voluntary certification, labeling.

ОБ АВТОРЕ

Ильгундинова Айман Таспулатовна – главный специалист Информационного центра по техническим барьерам в торговле, санитарным и фитосанитарным мерам РПП на ПХВ «Казахстанский институт стандартизации и метрологии», a.ilgundinova@ksm.kz, Астана, Казахстан

АВТОР ТУРАЛЫ

Ильгундинова Айман Таспулатовна – Саудадағы техникалық кедергілер, санитариялық және фитосанитариялық шаралар жөніндегі ақпараттық орталықтың бас маманы, «Қазақстан стандарттау және метрология институты» РМҚ ШЖҚ, a.ilgundinova@ksm.kz, Астана, Қазақстан

ABOUT THE AUTHOR

Aiman Taspulatovna Ilgundinova – Chief Specialist at the Information Center on Technical Barriers to Trade, Sanitary and Phytosanitary Measures RSE on REM “Kazakhstan Institute of Standardization and Metrology”, a.ilgundinova@ksm.kz, Astana, Kazakhstan

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР МИРОВОЙ ПРАКТИКИ РЕГУЛИРОВАНИЯ ХАЛАЛ

Г. Жүсіпова

*РГП на ПХВ «Казахстанский институт стандартизации и метрологии»,
Астана, Казахстан*

Аннотация

В статье представлен аналитический обзор мировой практики регулирования Халал, как самостоятельного направления государственной политики, технического регулирования и международной торговли. Проанализированы модели правового и институционального регулирования Халал в странах с различными правовыми системами и степенью интеграции религиозных норм в государственное управление. Рассмотрены государственно-обязательные, условно-обязательные, светские и экспортно-ориентированные модели регулирования Халал, выявлены их ключевые преимущества и риски. Особое внимание уделено проблемам институциональной фрагментации, аккредитации органов по сертификации, использованию Халал как нетарифного барьера и инструменту экспортного позиционирования. На основе сравнительного анализа сформулированы обобщающие выводы о глобальных тенденциях развития Халал-индустрии.

Ключевые слова: Халал, государственное регулирование, сертификация, экспорт, международная торговля.

Введение

Развитие Халал-индустрии в XXI веке демонстрирует трансформацию религиозно-этических норм в объект государственного регулирования и международной торговли. Изначально воспринимаемый исключительно как элемент религиозной практики мусульманских сообществ, Халал сегодня функционирует как комплексный регуляторный институт, затрагивающий вопросы безопасности продукции, стандартизации, прослеживаемости цепочек поставок, защиты потребителей и внешнеэкономической политики государства.

Отсутствие универсального международного соглашения в сфере Халал привело к формированию множества национальных моделей регулирования, различающихся по степени обязательности сертификации, роли государства, участию религиозных институтов и механизмам признания Халал-сертификатов. Для экспортеров это означает необходимость учитывать не только технические и санитарные требования, но и специфику правового режима Халал в стране назначения.

Цель настоящей статьи заключается в

систематизации мировой практики регулирования Халал с выделением институциональных моделей и формулированием научно обоснованных практических ориентиров, которые могут быть использованы при осуществлении экспортной деятельности.

Методологические подходы к регулированию Халал

Халал можно рассматривать как особую модель оценки соответствия, обладающей двойственной природой, поскольку она сочетает религиозно-нормативный и технико-правовой аспекты. В зависимости от того, какой элемент является доминирующим, государства формируют различные подходы к регулированию Халал.

В мировой практике выделяют четыре базовые модели регулирования Халал:

- 1) Государственно-обязательная;
- 2) Условно-обязательная (торгово-ориентированная);
- 3) Светская институциональная;
- 4) Экспортно-ориентированная.

Каждая модель формирует свои требования к экспортерам и органам по сертификации, а также

характеризуется различными уровнями регуляторных рисков.

Модель №1: Государственно-обязательная

Характеризуется интеграцией Халал в систему допуска продукции на рынок на законодательном или подзаконном уровне. Халал-сертификация является обязательной для производителя или импортера.

Классическими примерами являются Объединенные Арабские Эмираты и Королевство Саудовская Аравия. В этих странах Халал рассматривается как элемент публичного интереса, тесно связанный с обеспечением безопасности и религиозной допустимости продукции.

Объединенные Арабские Эмираты реализуют жестко централизованную государственную модель, в которой Халал является частью системы технического регулирования и допуска продукции на рынок. Ключевым нормативным актом выступает Постановление Кабинета Министров №10 от 2014 года «UAE System for Control of Halal Products», которое закрепляет официальное определение Халал, устанавливает требования к органам по сертификации, вводит национальный знак Халал (Halal National Mark) и предусматривает государственные инспекции и санкции.

Регулирующими органами являются:

- 1) Министерство промышленности и передовых технологий ОАЭ (Ministry of Industry and Advanced Technology, MOIAT);
- 2) Министерство изменения климата и окружающей среды (Ministry of Climate Change and Environment);
- 3) Emirates International Accreditation Centre (EIAC) — национальный орган по аккредитации.

Для экспортеров принципиально важно, что Халал-сертификаты признаются только при условии аккредитации органа по сертификации в EIAC и его регистрации в MOIAT.

В Королевстве Саудовская Аравия Халал не выделен в отдельный закон, поскольку нормы Халал интегрированы в правовую систему, основанную на шариате. Соответствие требованиям Халал является обязательной юридической нормой для допуска продукции на рынок.

Ключевым регулятором выступает Saudi Food and Drug Authority (SFDA), а также Saudi Standards, Metrology and Quality Organization (SASO).

SFDA формирует перечень признанных органов по сертификации Халал, осуществляет

инспекционный контроль и проводит аудит цепочек поставок.

Саудовская модель характеризуется максимальной регуляторной строгостью и религиозной легитимностью, что обеспечивает высокий уровень доверия, но создает значительные барьеры для иностранных производителей и сертификационных органов.

Данная модель отличается следующими признаками:

- а) наличие уполномоченного государственного органа;
- б) обязательная аккредитация органов по сертификации;
- в) централизованный реестр признанных сертификатов;
- г) применение административных санкций за несоблюдение требований.

Для экспортеров это означает, что выбор органа по сертификации приобретает критическое значение. Сертификаты, выданные непризнанными органами, не обладают юридической силой и не могут быть легализованы постфактум. Таким образом, Халал в рамках данной модели функционирует как юридический фильтр допуска продукции на рынок, а не как добровольный маркетинговый инструмент.

Модель №2: Условно-обязательная модель и ее торгово-правовая основа

Условно-обязательная модель регулирования Халал, наиболее ярко представленная практикой Малайзии, основана на принципах торгового и потребительского законодательства.

В рамках этой модели сертификация Халал формально носит добровольный характер, однако использование термина и соответствующей маркировки без действующего сертификата строго запрещено и влечет за собой юридическую ответственность.

Основой правового регулирования является Закон о торговых описаниях 2011 года, в развитие которого были приняты приказы, устанавливающие определение Халал, а также правила сертификации и маркировки продукции. Единственным уполномоченным органом, отвечающим за сертификацию и контроль, является Департамент исламского развития Малайзии, известный как JAKIM.

Использование обозначения «Халал» и соответствующей маркировки допускается исключительно при наличии действующего сертификата, выданного JAKIM или признанным им органом, и нарушение этих правил влечет административную или уголовную

ответственность.

Таким образом, в рамках условно-обязательной модели Халал рассматривается как объект правового регулирования, реализуемого через механизмы защиты потребителей и противодействия недобросовестной конкуренции.

Модель №3: Светская институциональная модель регулирования

Светская институциональная модель регулирования Халал представляет собой наиболее сбалансированный подход с точки зрения конституционного принципа светскости. В рамках этой модели государство сознательно дистанцируется от богословского содержания Халал и сосредотачивает внимание на регулировании процедур оценки соответствия продукции и услуг.

На примере Турции видно, что светская модель регулирования Халал основывается на четком разделении функций религиозных и государственных институтов.

Правовую основу данной модели составляют Законы № 7060 от 01.11.2017 «Об Органе по аккредитации Халал» и № 7408 от 02.06.2022 «Закон о создании и задачах Ассамблеи турецких экспортёров и экспортных союзов и о внесении изменений в некоторые законы», устанавливающий административную ответственность за нарушения в сфере Халал.

Единственным уполномоченным органом по аккредитации является Halal Accreditation Agency, который отвечает за контроль качества и соответствие процедур установленным требованиям.

Сертификация Халал в этой модели является добровольной для бизнеса, однако аккредитация органов по сертификации обязательна. Религиозные структуры участвуют исключительно в экспертном и консультативном формате и не обладают регуляторными или разрешительными полномочиями.

Этот подход демонстрирует, что Халал может эффективно регулироваться в светском правовом поле без подмены государственных функций религиозными институтами.

Для экспортёров турецкая модель обеспечивает высокий уровень международного признания сертификатов, включая страны-члены Организации исламского сотрудничества, что повышает доверие к продукции на внешних рынках.

Модель №4: Экспортно-ориентированные модели немусульманских стран

Экспортно-ориентированная модель

демонстрирует иной подход, при котором государственное регулирование Халал ограничивается экспортным сегментом. Внутренний рынок при этом функционирует преимущественно на добровольной основе.

Австралия является ярким примером реализации такой модели в сфере мясной продукции, где государственный контроль осуществляется в рамках правил экспортного контроля Export Control (Meat and Meat Products) Rules 2021 и программы официального одобрения Халал Australian Government Authorised Halal Program (AGANP), утвержденной правительством страны.

Регулирующим органом является Департамент сельского хозяйства, рыболовства и лесного хозяйства Department of Agriculture, Fisheries and Forestry (DAFF), который осуществляет надзор за деятельностью утвержденных исламских организаций, проводящих сертификацию продукции по стандарту Халал.

В Австралии сертификация Халал является обязательной только для экспортной продукции, и все процедуры сертификации осуществляются под государственным контролем.

Для экспортёров данная модель обеспечивает гибкость, но требует строгого соответствия требованиям конкретной страны-импортера.

Анализ мировой практики показывает, что сертификация Халал является элементом правового регулирования и не может рассматриваться исключительно как религиозное подтверждение. В развитых системах самодекларация Халал недопустима, а использование Халал в качестве нетарифного барьера является устойчивой международной практикой. Неправильный выбор юрисдикции сертификации может привести к прямым экономическим потерям для производителей и экспортёров.

Региональные практики регулирования Халал

Халал-индустрия в странах Евразийского экономического союза и Центральной Азии развивается на фоне растущего международного спроса на сертифицированную продукцию, соответствующую исламским требованиям. В отличие от традиционно мусульманских стран, таких как Саудовская Аравия, Объединенные Арабские Эмираты или Малайзия, где Халал строго регулируется государственными органами, в странах ЕАЭС и Центральной Азии сертификация Халал преимущественно носит

добровольный характер.

Тем не менее в период с 2024 по 2025 годы наблюдается активизация процессов институционализации, включая разработку проектов соглашений о взаимном признании Халал-сертификатов между странами ЕАЭС. Эксперты отмечают, что отсутствие единой модели создает риски недобросовестной сертификации, параллельных систем и низкого уровня международного признания.

В Кыргызской Республике принят Закон Кыргызской Республики от 18 июня 2024 года № 100 «О халал-индустрии в Кыргызской Республике» и соответствующее постановление Кабинета министров № 741 от 6 декабря 2024 года, устанавливающее порядок сертификации, маркировки продукции и услуг Халал, а также механизмы взаимного признания сертификатов с другими странами ЕАЭС.

Уполномоченным органом является Государственное учреждение «Центр по развитию Халал-индустрии» при Министерстве экономики и коммерции.

В рамках национальной практики в Кыргызстане существуют одновременно аккредитованный орган при национальной системе сертификации и орган при Духовном управлении мусульман, что формирует параллельные схемы сертификации и создает потенциальные риски, связанные с отсутствием единой иерархии сертификационных механизмов, дублированием функций и снижением доверия к системе.

В Российской Федерации специализированного федерального закона о Халал не существует, и сертификация реализуется через систему технического регулирования и аккредитации.

Приказ Министерства экономического развития РФ № 309 от 14.05.2025 закрепил специальные требования к органам по сертификации Халал.

Аккредитацию осуществляет официальный орган Федеральная служба по аккредитации. При этом на рынке сохраняется более 60 добровольных систем сертификации, включая органы при религиозных организациях.

Соответственно, существует несколько систем, связанных с сертификацией Халал. Множественность систем сертификации приводит к правовой неопределенности и формированию «серой зоны», что затрудняет регулирование и контроль отрасли. Неравные условия конкуренции создаются из-за того, что аккредитованные органы несут высокие

регуляторные издержки, тогда как неаккредитованные организации функционируют вне контроля, что снижает эффективность системы в целом. Для обеспечения международного признания российских сертификатов необходимо проводить синхронизацию с зарубежными стандартами, такими как GSO и OIC/SMPC, что позволяет повысить доверие к продукции и облегчить ее выход на внешние рынки.

В Казахстане законодательного регулирования Халал на данный момент нет, однако в период с 2023 по 2025 годы функционируют два аккредитованных органа по сертификации ТОО «ХАЛАЛ Quality Center» и ТОО «Халал Даму, при этом ТОО «Халал Даму» при Духовном управлении мусульман Казахстана также выдает свидетельства о соответствии Халал по собственному стандарту организации.

Дополнительно на территории Казахстана выдают сертификаты согласно малазийским стандартам, применение которых на внутреннем рынке и признание сертификатов не установлено международными соглашениями.

В Узбекистане сертификация Халал оформлена через постановление Кабинета министров от 1 февраля 2025 года, и за контроль отвечает Агентство по техническому регулированию совместно с Комитетом по делам религии Узбекистана.

В стране отсутствует национальная аккредитация, и функционирует международно аккредитованный орган «Узтест Халал» с аккредитацией Halal Accreditation Agency в Турции. При этом экспортно-ориентированная модель снижает транзакционные издержки для производителей, однако слабый контроль на внутреннем рынке создает определенные риски доверия к системе.

Анализ показывает, что добровольная сертификация и институциональная фрагментация характерны для большинства стран ЕАЭС и Центральной Азии, а отсутствие взаимного признания сертификатов снижает экспортный потенциал. Инициативы по институционализации, включая проекты соглашений ЕАЭС о признании Халал-сертификатов, создают перспективу гармонизации стандартов. Одновременно необходима синхронизация религиозной экспертизы и технического регулирования, что позволит повысить доверие международных партнеров и улучшить защиту потребителей.

Для экспортеров из стран ЕАЭС и Центральной Азии сертификация Халал должна

рассматриваться не как внутренний стандарт, а как экспортный инструмент, ориентированный на требования конкретного рынка сбыта. Выбор органа по сертификации и юрисдикции аккредитации является ключевым фактором конкурентоспособности продукции.

В целом, мировая практика регулирования Халал демонстрирует устойчивую тенденцию к институционализации и усилению роли государства. Развитие Халал-индустрии в мире перестало восприниматься исключительно как религиозный вопрос и трансформировалось в

самостоятельное направление международной торговли, стандартизации и экономической дипломатии. Для стран с мусульманским населением и светской формой государственного устройства ключевым вызовом становится поиск баланса между соблюдением религиозных требований, соблюдением конституционного принципа светскости и необходимостью формирования конкурентоспособной экспортной инфраструктуры.

Г. Жүсүпова

«Қазақстан стандарттау және метрология институты», Астана, Қазақстан

ХАЛАЛДЫ РЕТТЕУДІҢ ӘЛЕМДІК ТӘЖІРИБЕСІНЕ АНАЛИТИКАЛЫҚ ШОЛУ

Аңдатпа

Мақалада Халал саласын мемлекеттік саясаттың, техникалық реттеудің және халықаралық сауданың дербес бағыты ретінде құқықтық реттеудің әлемдік тәжірибесіне аналитикалық шолу ұсынылған. Өртүрлі құқықтық жүйелері бар және діни нормалардың мемлекеттік басқаруға ықпалы өртүрлі елдердегі халал реттеу модельдері талданған. Халалды міндетті, шартты міндетті, зайырлы және экспортқа бағдарланған реттеу модельдерінің артықшылықтары мен тәуекелдері қарастырылған. Сертификаттау органдарын аккредиттеу, институционалдық фрагментация, халалды тарифтік емес тосқауыл ретінде пайдалану мәселелеріне ерекше назар аударылған.

Түйін сөздер: Халал, мемлекеттік реттеу, сертификаттау, экспорт, халықаралық сауда.

G. Zhussupova

RSE on REM "Kazakhstan Institute of Standardization and Metrology," Astana, Kazakhstan

ANALYTICAL REVIEW OF GLOBAL HALAL REGULATORY PRACTICES

Abstract

The article presents an analytical review of global practices in Halal regulation as an independent domain of public policy, technical regulation, and international trade. Legal and institutional models of Halal regulation in countries with different legal systems and varying integration of religious norms into public administration are examined. Mandatory, conditionally mandatory, secular, and export-oriented regulatory models are analyzed along with their main advantages and risks. Special attention is given to institutional fragmentation, accreditation of certification bodies, the use of Halal as a non-tariff barrier, and its role in export positioning. Based on a comparative analysis, general conclusions on global trends in the development of the Halal industry are formulated.

Keywords: Halal, state regulation, certification, export, international trade.

АВТОР ТУРАЛЫ

Жүсүпова Гүлдана Бахадүрқызы – «Қазақстан стандарттау және метрология институты» ШЖҚ РМК «Халал» ӨСО сектор меңгерушісі.

ОБ АВТОРЕ

Жүсүпова Гүлдана Бахадүрқызы – заведующая сектором ОПС «Халал» РГП на ПХВ «Казахстанский институт стандартизации и метрологии», Астана, Казакстан.

ABOUT THE AUTHOR

Guldana Bahadurkyzy Zhussupova– Head of the Halal Product PCB Sector at RSE on REM “Kazakhstan Institute of Standardization and Metrology”.

CURRENT STATUS OF METROLOGICAL TRACEABILITY OF NON-CONTACT TEMPERATURES

B. Tuyakbayeva^{1*}, A. Zhumagali², K. Kyrgyzbaeva³

^{1,2} RSE on REM “Kazakhstan Institute of Standardization and Metrology”, Astana, Kazakhstan

³ NJSC “L.N. Gumilyov Eurasian National University”, Astana, Kazakhstan

Annotation

The article examines the current state of metrological traceability of non-contact temperature measuring instruments in the Republic of Kazakhstan. The structure and metrological characteristics of the State Working Standard for non-contact radiation thermometry, covering the range from $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $2500\text{ }^{\circ}\text{C}$ and established in 2004 at RSE "KazStandard", are analysed. Key shortcomings of the existing metrological assurance system are identified, primarily the absence of a primary standard and dependence on foreign calibrations. The necessity of establishing a primary standard based on modern absolute blackbody radiators, incorporating metallic and eutectic fixed points, is substantiated to ensure full traceability to the International Temperature Scale (ITS-90) across the entire measurement range. Technical solutions for modernising the reference base are proposed, including the adoption of high-precision instrumentation and an extended set of fixed-point cells.

Ключевые слова: metrological traceability, non-contact thermometry, state working standard, ITS-90, eutectic alloys.

Introduction

The problem of metrological traceability of non-contact temperature measurements in Kazakhstan has not yet received adequate coverage in the scientific literature.

The relevance of the study is determined by the following factors. Firstly, according to the requirements of ILAC and BIPM, each state must ensure the traceability of measurements through its own reference system [1]. Secondly, the development of metallurgy, energy and oil and gas processing in Kazakhstan requires high-precision temperature control up to 2500°C .

Despite the existence of the State Working Standard (SWS), in RSE «KazStandart» currently lacks a primary standard for contactless thermometry, which creates certain limitations in the country's metrological support. In this regard, the measuring instruments included in the SWS are sent for calibration to foreign national metrological institutes, which entails additional financial costs, time costs and a certain dependence on external

metrological services. The state working temperature standard for non-contact radiation in the range from minus

$30\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $2500\text{ }^{\circ}\text{C}$ (registration number in the registry of the State system for ensuring the uniformity of measurements of the Republic of Kazakhstan KZ.01.02.00038-2020), is designed to store a unit of temperature and transfer its size to working standards of the 2nd category and working measuring instruments in accordance with ST RK 2.25-2013 «The state standard and the state verification scheme for temperature measuring instruments», and was created in 2004 on the basis of the South Kazakhstan branch RSE «KazInMetr».

The action of the emitters, which are the main part of the SWS, is based on the fact that the radiating cavity, made in the form of an absolute blackbody model, corresponds to the thermal radiation density value of Planck's law. The radiator includes a thermal radiator, connecting cables, and a precision pyrometer that performs the function of a feedback sensor.

The composition of SWS is shown in Table 1.

Table 1.

№	Name and type	Manufacturer	Measuring range	Error
1	Pyrometer ПД-9-02	JSC «Nauchno-proizvodstvennoe predpriatie Etalon», Russian Federation	from 400 °C to 1400 °C	$(0,0028 t + 0,5) \text{ } ^\circ\text{C}$
2	Pyrometer ПД-4-06		from 1200 °C to 2500 °C	0,2 % of the range
3	The radiator ПЧТ - 540/40/100		from 30 °C to 95 °C	$\pm 0,15 \text{ } ^\circ\text{C}$
4	The radiator АЧТ-30/900/2500		from 900 °C to 2500 °C	not more than $\pm 2,5 \text{ } ^\circ\text{C}$
5	Pyrometer Optris LS DCL	Optris GmbH, Germany	from minus 35 °C to 900 °C	not more than $\pm 2,5 \text{ } ^\circ\text{C}$
6	Portable Infrared Calibrator Fluke 9133	Fluke Calibration, USA	from minus 30 °C to 150 °C	$\pm 0,4 \text{ } ^\circ\text{C}$
7	Blackbody sources Medusa R 999	the company «Isotech», Great Britain	from 30 °C to 550 °C	$\pm 2 \text{ } ^\circ\text{C}$
8	Blackbody source 878 Saturn/Cyclops		от 100 °C до 1300 °C	$\pm 2 \text{ } ^\circ\text{C}$

Advanced equipment for the primary reference

As a basis for creating a primary standard for non-contact thermometry, it is recommended to consider a high-precision radiator in the form of a model of a completely blackbody sources «Medusa R 999», manufactured by Isotech, Great Britain with the capabilities of installing ampoules in the cavity in accordance with ITS-90 (Figures 1-2).



Figure 1. Blackbody sources «Medusa R 999»

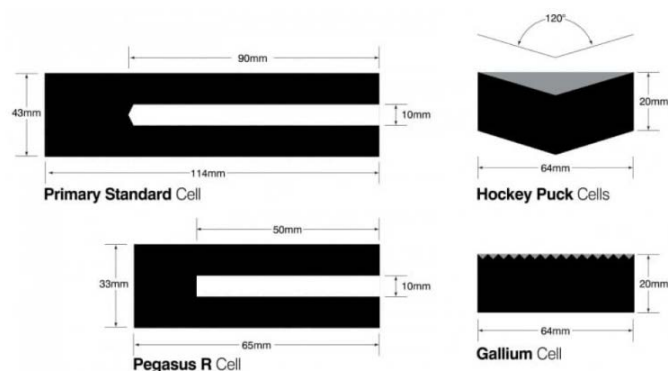


Figure 2. Ampoules blackbody sources

The design features of the Medusa R 999 ensure its functioning as a highly stable source of infrared radiation with characteristics as close as possible to the theoretical blackbody. The radiating cavity of the device has optimized geometric parameters - a depth of 45 mm and a diameter of 285 mm, which makes it possible to accommodate large-sized Isotech reference cells with fixed ITS-90 points and creates

conditions for achieving a high effective emissivity of the cavity (close to 0.999) [9].

The uniformity of the temperature field of the massive metal block is ensured through the use of innovative distributed heating technology, in which the heating elements are optimally positioned throughout the entire volume of the block, eliminating the formation of temperature gradients and zones of heterogeneity.

Application of eutectic alloys in high-temperature thermometry

Eutectic (from the Greek eutēktos - fusible) is a liquid solution of several components of a certain composition that crystallizes at a constant temperature as an individual substance. The eutectic temperature is characterized by high reproducibility, which makes eutectic alloys valuable reference points for calibration of high-temperature pyrometers [7].

The main eutectic reference points for the high-temperature region include: gold-copper (Au-Cu, 910.4°C), gold-palladium (Au-Pd, 1064.18°C), palladium-platinum (Pd-Pt, 1555°C), nickel-carbon (Ni-C, 1329°C), iron-carbon (Fe-C, 1154°C). In the ultrahigh-temperature range (above 2000°C), eutectic based on refractory metals are used: iridium-carbon (Ir-C, 2290°C), rhenium-carbon (Re-C, 2474°C), tungsten-carbon (W-C, above 2500°C) [8].

Modern eutectic cells are made of high purity components (99.99% or higher) with precisely controlled composition. The uncertainty of reproducing the solidification temperature is: $\pm 0.1-0.5^\circ\text{C}$ in the range of 900-1500°C; $\pm 0.5-1.5^\circ\text{C}$ in the range of 1500 - 2000°C; $\pm 1.0-3.0^\circ\text{C}$ in the range of 2000 - 2500°C [9].

Ampoules with eutectic drugs can be installed in the ACHT-30/900/2500 radiator. However, commercial organizations are not engaged in the development of ampoules with eutectic drugs, but only scientific institutes produce them, which creates a high cost of this ampoule.

Conclusion

To minimize errors and economic losses, as well as to ensure traceability of measurements to the ITS-90, the Medusa R radiator can be used in conjunction with certified Isotech reference cells containing high-purity metals with precisely defined phase transition temperatures. The following main reference points of the MTSH-90 are available in the range of operation of the device:

• **Indium (In)** - solidification temperature **156,5985 °C**

• **Tin (Sn)** - solidification temperature **231,928 °C**

• **Zinc (Zn)** - solidification temperature **419,527 °C**

The creation of a primary standard for contactless thermometry based on modern equipment with the implementation of ITS-90 is a strategically important step in the development of the national

metrological system of the Republic of Kazakhstan. This will ensure the country's metrological independence, improve the quality of calibration services, reduce the time and cost of metrological support for measuring instruments, and create conditions for the development of high-tech industries and scientific research.

References:

1. Preston-Thomas H. The international temperature scale of 1990 (ITS-90) // *Metrologia*. — 1990. — Vol. 27. — P. 3–10. — DOI: 10.1088/0026-1394/27/1/002;
2. Fu T., Zhao Y., Shi C., Ma C. Review of radiation thermometry methods and applications in industrial processes // *Measurement Science and Technology*. — 2022. — Vol. 33. — Art. 102001. — DOI: 10.1088/1361-6501/ac75fb;
3. Mendes L. B., Honorato H. A., Ribeiro J. E., Godoy S. Modulated thermoreflectance microscopy for non-contact temperature measurements // *Review of Scientific Instruments*. — 2022. — Vol. 93. — Art. 034903. — DOI: 10.1063/5.0079909;
4. Evaluation of measurement data — Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM). — JCGM 100:2008. — BIPM, 2008. — URL: https://www.bipm.org/documents/20126/2071204/JCGM_100_2008_E.pdf;
5. International vocabulary of metrology — Basic and general concepts and associated terms (VIM). — JCGM 200:2012. — BIPM, 2012. — URL: https://www.bipm.org/documents/20126/2071204/JCGM_200_2012.pdf.
6. СТ РК 2.25–2013. Государственный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений температуры. — Астана: КазИнМетр, 2013;
7. Yamada Y., Wang Y., Sasajima N. Recent progress in metal carbide–carbon eutectic fixed-point cells for contact thermometry // *Metrologia*. — 2023. — Vol. 60. — Art. 012001. — DOI: 10.1088/1681-7575/ac9d43;
8. Girard F., Greenen E. Characterization of palladium–carbon and platinum–carbon eutectic fixed-point cells // *International Journal of Thermophysics*. — 2022. — Vol. 43. — Art. 145;
9. Sasajima N., Yamada Y. High-temperature fixed points in the range 1150 °C to 2500 °C using metal–carbon eutectics // *Metrologia*. — 2016. — Vol. 53. — (уточнить страницы).
10. Mise en pratique for the definition of

the kelvin in the SI / CCT-WG5 (Consultative Committee for Thermometry — Working Group 5). — BIPM, 2021. — URL: <https://www.bipm.org/documents/20126/41489682/SI-App2-kelvin.pdf>.

11. Medusa-R Model 999 [Электронный ресурс] / Isothermal Technology Ltd. — URL: <https://isotech.co.uk/products/medusa-r-model-999/>.

Б. Туяқбаева^{1*}, А. Жұмағали², К. Қыргызбаева³

^{1,2} ШЖҚ РМК «Қазақстан стандарттау және метрология институты», Астана, Қазақстан

³ КЕАҚ «Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті», Астана, Қазақстан

КОНТАКТИСІЗ ТЕМПЕРАТУРА ӨЛШЕУЛЕРІНІҢ МЕТРОЛОГИЯЛЫҚ ҚАДАҒАЛАНУ ЖАҒДАЙЫ

Андатпа

Мақалада Қазақстан Республикасындағы контактісіз режимдегі температураны өлшеу құралдарының метрологиялық қадағалануының қазіргі жағдайы қарастырылады. 2004 жылы «ҚазСтандарт» РМК базасында құрылған, -30 °С-тан 2500 °С-қа дейінгі диапазонды қамтитын контактісіз сәулелену бойынша температураның Мемлекеттік жұмыс эталонының құрылымы мен метрологиялық сипаттамалары талданған. Бірінші эталонның болмауы және шетелдік калибрлеуге тәуелділікпен байланысты қолданыстағы метрологиялық қамтамасыз ету жүйесінің негізгі мәселелері анықталған. Өлшеу диапазоны бойынша Халықаралық температура шкаласына (ХТШ-90) қадағалануды қамтамасыз ету мақсатында металдық және эвтектикалық реперлік нүктелерді пайдалана отырып, заманауи «абсолют қара дене» типті сәулелендіргіштер негізінде бірінші эталон құрудың қажеттілігі негізделген. Жоғары дәлдіктегі жабдықты және реперлік нүктелердің кеңейтілген жиынтығын қолдануды қамтитын эталондық базаны жаңғырту бойынша техникалық шешімдер ұсынылған.

Түйін сөздер: метрологиялық қадағалау, контактісіз термометрия, мемлекеттік жұмыс эталон, ХТШ-90, эвтектикалық қорытпалар.

Б. Туяқбаева^{1*}, А. Жумағали², К. Киргизбаева³

^{1,2} РГП на ПХВ «Казахстанский институт стандартизации и метрологии», Астана, Казахстан

³ НАО «Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева»,
Астана, Казахстан

ТЕКУЩИЙ СТАТУС МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОСЛЕЖИВАЕМОСТИ БЕСКОНТАКТНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ

Аннотация

В статье рассматривается текущее состояние метрологической прослеживаемости средств измерений температуры в бесконтактном режиме в Республике Казахстан. Проанализированы структура и метрологические характеристики Государственного рабочего эталона температуры по бесконтактному излучению в диапазоне от -30 °С до 2500 °С, созданного в 2004 году на базе РГП «КазСтандарт». Выявлены основные проблемы существующей системы метрологического обеспечения, связанные с отсутствием первичного эталона и зависимостью от зарубежных калибровок. Обоснована необходимость создания первичного эталона на основе современных излучателей типа «абсолютно чёрное тело» с применением металлических и эвтектических реперных точек для обеспечения прослеживаемости к Международной температурной шкале (МТШ-90) во всём диапазоне измерений. Предложены технические решения по модернизации эталонной базы, включающие использование высокоточного оборудования и расширенного набора реперных точек.

Ключевые слова: метрологическая прослеживаемость, бесконтактная термометрия, государственный рабочий эталон, МТШ-90, эвтектические сплавы.

АВТОРЛАР ТУРАЛЫ

Туякбаева Бақнұр Айдарбекқызы — «Қазақстан стандарттау және метрология институты» ШЖҚ РМК №2 зертханасының жетекші маманы, b.tuyakbayeva@ksm.kz;

Жұмағали Асылбек Қайратұлы — «Қазақстан стандарттау және метрология институты» ШЖҚ РМК №2 зертханасының бас маманы, a.zhumagali@ksm.kz;

Киргизбаева Камиля Жузбаевна — техника ғылымдарының докторы, қауымдастырылған профессор, «Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті» КеАҚ аға оқытушысы, kirg_kam@mail.ru.

ОБ АВТОРАХ

Туякбаева Бақнұр Айдарбекқызы – ведущий специалист Лаборатории № 2 РГП на ПХВ «Казахстанский институт стандартизации и метрологии», b.tuyakbayeva@ksm.kz;

Жумағали Асылбек Қайратұлы - главный специалист Лаборатории № 2 РГП на ПХВ «Казахстанский институт стандартизации и метрологии», a.zhumagali@ksm.kz;

Киргизбаева Камиля Жузбаевна - д.т.н., ассоциированный профессор, старший преподаватель НАО «Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева», kirg_kam@mail.ru.

ABOUT THE AUTHORS

Baknur Aidarbekkyzy Tuyakbayeva — Leading Specialist of Laboratory No. 2, RSE on REM “Kazakhstan Institute of Standardization and Metrology” (KazStandard), e-mail: b.tuyakbayeva@ksm.kz;

Asylbek Kairatuly Zhumagali — Chief Specialist of Laboratory No. 2, RSE on REM “Kazakhstan Institute of Standardization and Metrology” (KazStandard), e-mail: a.zhumagali@ksm.kz;

Kamilya Zhuzbayevna Kirgizbayeva — Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Senior Lecturer at NJSC “L.N. Gumilyov Eurasian National University”, kirg_kam@mail.ru.

METHODOLOGICAL ASPECTS OF THE CERTIFICATION OF PRIMARY REFERENCE MATERIALS OF ORGANIC SUBSTANCES: A MATERIAL BALANCE–BASED APPROACH

Zh. Mergenova

East-Kazakhstan Branch RSE on REM “Kazakhstan Institute of Standardization and Metrology, Oskemen city, Kazakhstan

Abstract

This paper analyzes modern metrological approaches to ensuring the uniformity of measurements in organic chemistry. The introductory remarks address the critical importance of calibration material accuracy for the operation of accredited laboratories. The aim of the study is to systematize the methodology for certifying primary reference materials (PRMs) using the mass balance approach. The scientific and practical significance of the work lies in the detailed description of the algorithm for creating high-order standards that ensure direct traceability to SI units. The methodology of the study is based on the analysis of the advanced experience of the Korea Research Institute of Standards and Science (KRISS) and the requirements of the international standard ISO 17034. The paper considers a comprehensive analytical approach, including HPLC-UV, Karl Fischer titration, gas chromatography, and thermogravimetry. The main results and data analysis using folic acid as an example confirm that the mass balance method, supplemented by quantitative NMR, achieves minimal uncertainty. The value of the study lies in the formation of a unified methodological approach to the characterization of the purity of organic substances. The practical significance of the results consists in the possibility of using these algorithms for the development of national reference materials and increasing the reliability of chemical-analytical measurements.

Keywords: metrological traceability, primary reference material, mass balance approach, folic acid, measurement uncertainty, KRISS, ISO 17034.

Introduction

The accuracy and comparability of chemical analysis results are priority tasks in modern metrology. At the core of measurement quality assurance is the concept of metrological traceability. To implement this concept, reference materials (RMs) are required whose certified values are linked to the fundamental units of the SI system—the mole and the kilogram.

Primary Reference Materials (PRMs) hold a special place in this hierarchy. PRMs are materials of the highest metrological quality, established using primary methods rather than comparison with other samples. For organic compounds, this task is complicated by their chemical nature: the presence of isomers, hygroscopicity, and residual solvents from synthesis processes.

This article discusses the methodological aspects of

PRM certification based on the experience of KRISS (Korea Research Institute of Standards and Science). KRISS is the national metrology institute of the Republic of Korea and a global leader in purity analysis. Studying their approaches allows for the systematization of requirements for modern analytical production of standards.

Methods And Materials

The methodological basis of the study is the Mass Balance Approach. The essence of this approach is the "indirect" determination of purity: instead of measuring the target substance, all possible groups of impurities are measured and then subtracted from 100%.

The mathematical model for calculating the certified purity value is expressed by the equation

$$P = 100\% - (w_{org} + w_{water} + w_{solv} + w_{inorg}) \quad (1)$$

Where:

- w_{org} is the mass fraction of related organic impurities;
- w_{water} is the total water content;
- w_{solv} is the mass fraction of residual organic solvents;
- w_{inorg} is the fraction of inorganic impurities.

To implement this method, a complex of orthogonal analytical methods is required. The characterization process of Folic Acid, a complex organic compound used in international key comparisons (CCQM), is considered as a case study.

This figure illustrates the hierarchical structure of metrological traceability, which links everyday laboratory measurements to the fundamental units of the International System of Units (SI). At the top of

the hierarchy are primary methods and national standards, which ensure the transfer of measurement units through certified reference materials down to working standards used in laboratories. This continuous chain of calibrations and comparisons minimizes measurement uncertainty and guarantees the international equivalence and recognition of analytical results.

Hierarchical structure of metrological traceability in organic analysis in figure 1.

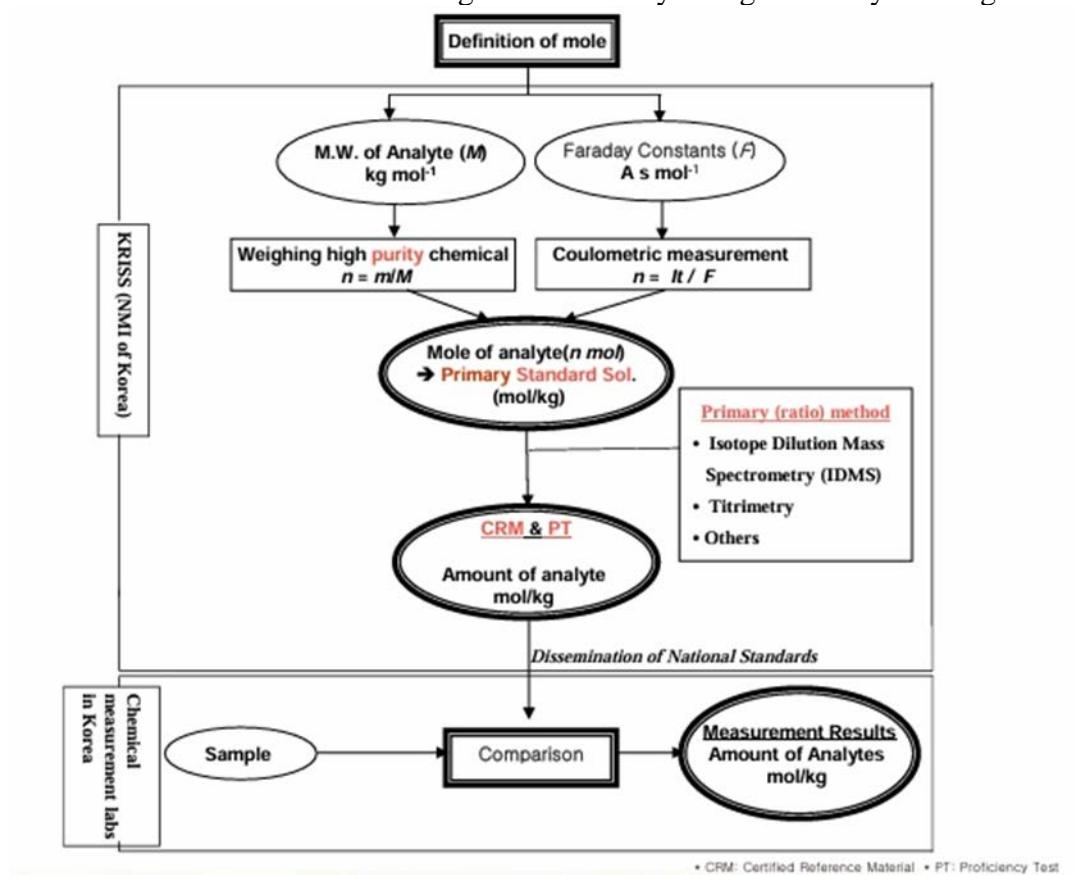


Figure – 1 Hierarchical structure of metrological traceability in organic analysis

Below Analytical Complex for the Mass Balance Approach in table 1.

Table 1. Analytical Complex for the Mass Balance Approach

Impurity Class	Measurement Method	Role in Methodology
Organic Impurities	LC-UV (HPLC-UV)	Identification of structural analogs
Water Content	Karl Fischer Titration	Determination of hydrated and sorbed moisture

Volatile Substances	HS-GC/MS (Headspace GC-MS)	Analysis of synthesis solvent residues
Inorganic Residuals	TGA (Thermogravimetry)	Assessment of ash content

Results And Discussion

Data analysis from KRISS regarding folic acid characterization established that the mass balance methodology requires strict accounting of uncertainty at each stage.

Organic Impurity Analysis

In HPLC-UV, the choice of detection wavelength is critical. Organic impurities may have different absorption coefficients. The KRISS methodology involves using multiple detectors or scanning a wide range of wavelengths to eliminate the risk of missing

impurities.

Water Analysis

For substances like folic acid, water content can reach 8%. This makes water determination the most significant contribution to the final uncertainty budget after the main component. Using coulometric Karl Fischer titration with thermal desorption achieves reproducibility at the 0.1-0.2% level. Purity Assay By LC-UV, Ash analysis by TGA, Residual solvents by HS-GC/MS, Water Contents by Karl-Fischer Coulometry – Quantification of main component and impurities in figure 2 and 3,4.

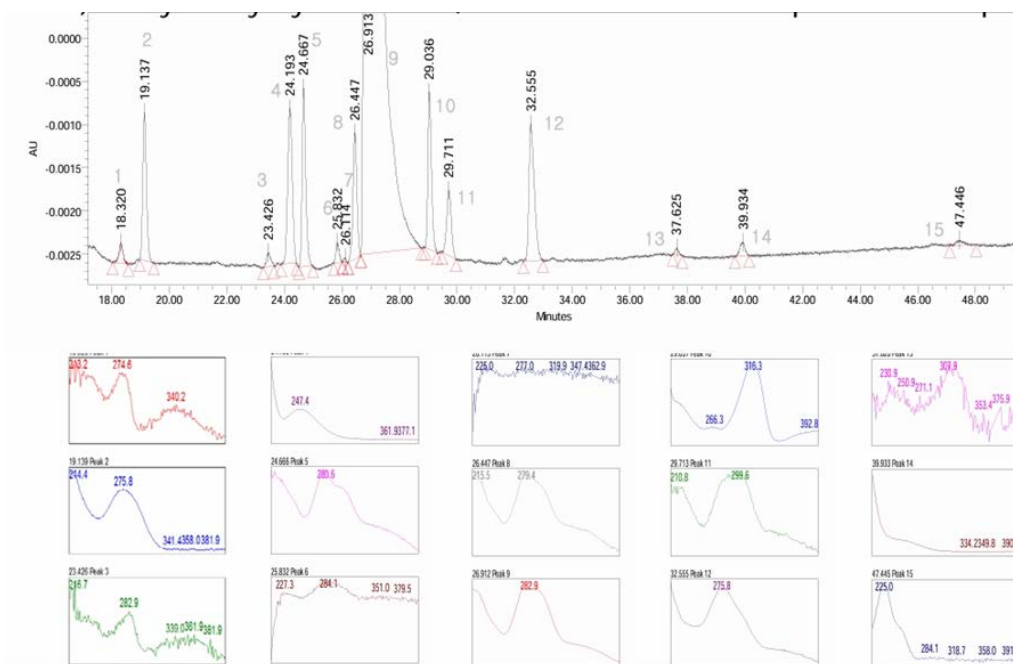
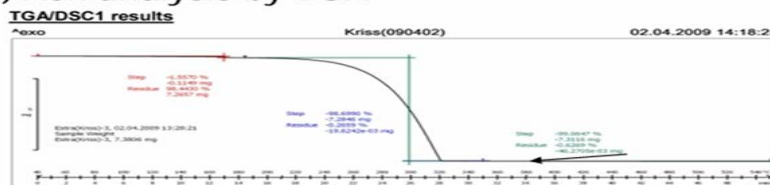


Figure – 2 Purity Assay By LC-UV – Quantification of main component and impurities

2) Ash analysis by TGA



3) Residual solvents by HS-GC/MS



Figure – 3 Purity Assay By Ash analysis by TGA and Residual solvents by HS-GC/MS

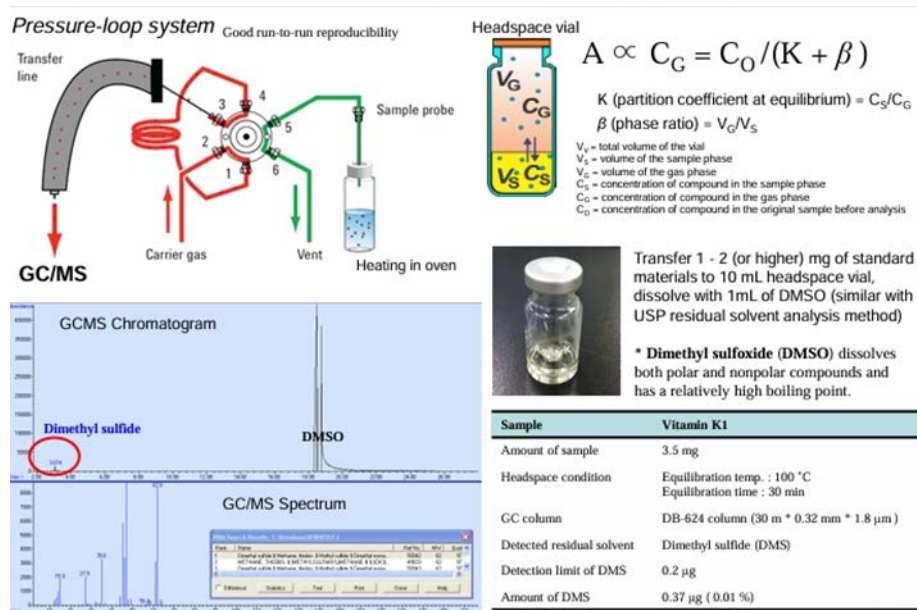


Figure – 3 - Water Contents by Karl-Fischer Coulometry

Below are the summarized results used for PRM certification in table 2.

Table 2. Component Budget in Folic Acid Characterization (KRISS Data)

Component	Mass Fraction (%)	Standard Uncertainty (u)
Organic Impurities	91,84	0,03
Water (Moisture)	7,614	0,07
Residual Solvents	0,03	0.003
Inorganic Impurities	0,00	0.005
Purity (Final)	91,29	0,06

The characterization of Folic Acid was conducted following the primary method requirements for international comparisons (CCQM-K55.d). The determination of purity was based on the combination of chromatographic analysis and impurity quantification. The chromatographic purity (fc) was established at 98,84±0.03%. A significant portion of the material consisted of water, with a measured mass fraction (f_w) of 7,614±0.07%, confirmed by Karl-Fischer coulometry. Inorganic impurities (ash) and residual volatile organic solvents were found to be

minimal, contributing 0.03 and 0.00% respectively. According to the mass balance equation the final certified purity of the Folic Acid reference material was calculated as 91,29 ± 0.06%. A vital part of the discussion is the validation of obtained data. In modern metrology, quantitative NMR (qNMR) is used for this purpose. Unlike mass balance, qNMR is a direct method, as the resonance intensity is directly proportional to the number of hydrogen nuclei in the molecule.

Table 3. Comparison of Primary Methods (Validation)

Method	Purity Result (%)	Expanded Uncertainty (k=2)
Mass Balance Method	91,29	0,06
qNMR Method	91,61	

The agreement of the results confirms that no systematic errors were made in the mass balance method and all significant impurities were accounted for.

Conclusion

Based on the analyzed methodological aspects, the following conclusions can be drawn:

1. The mass balance approach is the most robust framework for establishing metrological traceability of organic substances to SI units.
2. The key condition for certification validity is the use of complementary analytical methods covering all impurity classes.
3. KRISSE experience shows that PRM status requires independent validation by an orthogonal method like qNMR.

Список источников

1. ISO 17034:2016. Общие требования к компетентности производителей эталонных материалов. — Женева: ISO, 2016;
2. Kim B. Практический подход к созданию национальных стандартов в органическом анализе. — Daejeon: KRISSE, Global Metrology Academy, 2024.
3. Choi K. Обзор лаборатории органического анализа. — Daejeon: Organic Metrology Group, KRISSE, 2024.
4. Eurachem/CITAG Guide. Количественная оценка неопределенности аналитических измерений. — 3-е изд. — 2012.
5. Heo S. W. Обзор лаборатории

неорганического анализа. — Daejeon: KRISSE, 2024.

Қолданылған әдебиеттер

1. ISO 17034:2016. Сілтеме материалдарын өндірушілердің құзыреттілігіне қойылатын жалпы талаптар. — Женева: ISO, 2016;
2. Kim B. Органикалық талдауда ұлттық стандарттарды жасауға практикалық көзқарас. — Daejeon: KRISSE, Global Metrology Academy, 2024;
3. Choi K. Органикалық талдау лабораториясына шолу. — Daejeon: Organic Metrology Group, KRISSE, 2024.
4. Eurachem/CITAG Guide. Аналитикалық өлшеулердегі белгісіздікті сандық бағалау. — 3-ші басылым. — 2012.
5. Heo S. W. Бейорганикалық талдау лабораториясына шолу. — Daejeon: KRISSE, 2024.

Reference

1. ISO 17034:2016. General requirements for the competence of reference material producers. — Geneva: ISO, 2016;
2. Kim B. Practical Approach for Establishing National Standards in Organic Analysis. — Daejeon: KRISSE, Global Metrology Academy, 2024;
3. Choi K. Overview of Organic Analysis Laboratory. — Daejeon: Organic Metrology Group, KRISSE, 2024;
4. Eurachem/CITAG Guide. Quantifying Uncertainty in Analytical Measurement. — 3rd Ed. — 2012;
5. Heo S. W. Overview of Inorganic Analysis Laboratory. — Daejeon: KRISSE, 2024.

Ж. Мергенова

“Қазақстан стандарттау және метрология институты” РМК ШЖҚ Шығыс Қазақстан филиалы, Өскемен, Қазақстан

ОРГАНИКАЛЫҚ ЗАТТАРДЫҢ БІРІНШІЛІК СТАНДАРТТЫ ҮЛГІЛЕРІН АТТЕСТАТТАУДЫҢ ӘДІСТЕМЕЛІК АСПЕКТІЛЕРІ: МАТЕРИАЛДЫҚ БАЛАНСҚА НЕГІЗДЕЛГЕН ТӘСІЛ

Аңдатпа

Бұл жұмыс органикалық химиядағы өлшем бірлігін қамтамасыз етудің заманауи метрологиялық тәсілдерін талдауға арналған. Кіріспе сөз аккредиттелген зертханалардың жұмысы үшін калибрлеу материалдары дәлдігінің маңыздылығына тоқталады. Зерттеудің мақсаты — материалдық баланс (Mass Balance) әдісін қолдана отырып, біріншілік стандартты үлгілерді (БСУ) аттестаттау әдістемесін жүйелеу. Жұмыстың ғылыми және практикалық маңыздылығы СИ жүйесінің бірліктеріне тікелей қадағалануды қамтамасыз ететін жоғары ретті эталондарды жасау алгоритмін егжей-тегжейлі сипаттауда жатыр. Зерттеу әдістемесі Оңтүстік Кореяның Ұлттық метрология институтының (KRISS) озық тәжірибесін және ISO 17034 халықаралық стандартының талаптарын талдауға негізделген. Жұмыста ЖҚХ-УФ, Карл Фишер бойынша титрлеу, газдық хроматография және термогравиметрияны қамтитын кешенді талдау тәсілі қарастырылған. Фолий қышқылы мысалындағы негізгі нәтижелер мен мәліметтерді талдау сандық ЯМР-мен толықтырылған материалдық баланс әдісі минималды белгісіздікке қол жеткізуге мүмкіндік беретінін растайды. Зерттеудің құндылығы органикалық заттардың тазалығын сипаттаудың бірыңғай әдістемелік тәсілін қалыптастыруда. Жұмыс нәтижелерінің практикалық маңызы осы алгоритмдерді ұлттық стандартты үлгілерді әзірлеу және химиялық-талдау өлшемдерінің сенімділігін арттыру үшін пайдалану мүмкіндігінде.

Түйін сөздер: метрологиялық қадағалану, біріншілік стандартты үлгі, материалдық баланс әдісі, фолий қышқылы, өлшеу белгісіздігі, KRISS, ISO 17034.

Ж. Мергенова

Восточно-Казахстанский филиал РГП на ПХВ «Казахстанский институт стандартизации и метрологии», Усть-каменогорск, Казахстан

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ АТТЕСТАЦИИ ПЕРВИЧНЫХ СТАНДАРТНЫХ ОБРАЗЦОВ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ: ПОДХОД НА ОСНОВЕ МАТЕРИАЛЬНОГО БАЛАНСА

Аннотация

Данная работа посвящена анализу современных метрологических подходов к обеспечению единства измерений в органической химии. Вступительное слово касается критической важности точности калибровочных материалов для работы аккредитованных лабораторий. Целью исследования является систематизация методологии аттестации первичных стандартных образцов (ГСО) с использованием метода материального баланса (Mass Balance). Научная и практическая значимость работы заключается в детальном описании алгоритма создания эталонов высшего порядка, обеспечивающих прямую прослеживаемость к единицам системы СИ. Методология исследования базируется на анализе передового опыта Национального института метрологии Южной Кореи (KRISS) и анализе требований международного стандарта ISO 17034. В работе рассмотрен комплексный аналитический подход, включающий ВЭЖХ-УФ, титрование по Карлу Фишеру, газовую хроматографию и термогравиметрию. Основные результаты и анализ данных на примере фолиевой кислоты подтверждают, что метод материального баланса, дополненный количественным ЯМР,

позволяет достичь минимальной неопределенности. Ценность исследования заключается в формировании единого методического подхода к характеристике чистоты органических веществ.

Практическое значение итогов работы состоит в возможности использования данных алгоритмов для разработки национальных стандартных образцов и повышения достоверности химико-аналитических измерений.

Ключевые слова: метрологическая прослеживаемость, первичный стандартный образец, метод материального баланса, фолиевая кислота, неопределенность измерений, KRISS, ISO 17034.

АВТОР ТУРАЛЫ

Мергенова Гульнур Сагатқызы – специалист, Восточно-Казахстанский филиал РГП «КазСтандарт»,
zhansaya.mergenova@gmail.com, Усть-Каменогорск, Казахстан

ОБ АВТОРЕ

Мергенова Гульнур Сагатқызы – маман, “Қазақстан стандарттау және метрология институты” РМК
ШЖҚ Шығыс Қазақстан филиалы, Өскемен, Қазақстан, zhansaya.mergenova@gmail.com

ABOUT THE AUTHOR

Mergenova Gulnur Sagatkyzy – Specialist, East Kazakhstan Branch, RSE on REM “Kazakhstan Institute of
Standardization and Metrology”, zhansaya.mergenova@gmail.com, Oskemen, Kazakhstan

DOI 10.64513/Smart/2026.1.8

МРПТИ 34.34

УДК 621.317

DEVELOPMENT OF MEASUREMENT METHODOLOGIES FOR RECONFIGURABLE INTELLIGENT SURFACES AIMED AT ENHANCING CELLULAR NETWORK COVERAGE IN URBAN AREAS OF KAZAKHSTAN

D. Mukhametrakhimov

RSE on REM “Kazakhstan Institute of Standardization and Metrology”, Astana. Kazakhstan

Аннотация

The continuous expansion of wireless communication systems has increased the need for technologies capable of improving signal coverage in dense urban environments. Reconfigurable Intelligent Surfaces (RIS) have recently emerged as a promising approach for controlling electromagnetic wave propagation and enhancing communication performance without deploying additional base stations. Although RIS technology has been widely studied in theoretical research, the development of practical measurement methodologies remains limited. This creates challenges for testing, certification, and regulatory evaluation of RIS devices. The present work discusses the operating principles of RIS technology and proposes a measurement framework suitable for evaluating RIS-assisted wireless communication systems. Particular attention is given to metrological aspects of measurement procedures, including traceability, measurement uncertainty, and controlled experimental conditions. The proposed methodology considers three complementary layers of analysis: electromagnetic characterization of RIS elements, wireless channel measurements, and network-level performance evaluation. The approach may serve as a basis for future experimental studies and for the development of national testing procedures related to RIS technologies in Kazakhstan.

Keywords: Reconfigurable Intelligent Surfaces, wireless communication systems, measurement methodology, metrology, electromagnetic characterization, channel measurement, urban wireless networks.

Introduction

Wireless communication technologies continue to evolve rapidly, and each new generation of mobile networks introduces additional requirements related to coverage, capacity, and reliability. Urban environments present particular challenges for wireless signal propagation because buildings, infrastructure, and other obstacles often block or distort radio signals. As a result, even well-developed cellular networks may contain areas where signal quality remains unstable.

In recent years, researchers have begun exploring new approaches that attempt to improve wireless communication not only by modifying transmitters and receivers, but also by controlling the propagation environment itself. One of the technologies that attracted significant attention is the Reconfigurable Intelligent Surface (RIS). RIS can be described as an engineered surface composed of numerous small elements capable of modifying the

phase or amplitude of incident electromagnetic waves. By adjusting these elements in a coordinated way, the surface can redirect radio signals toward desired locations (Basar et al., 2019).

The concept of RIS is closely related to the idea of smart radio environments, where the physical environment participates actively in communication processes. In such systems, RIS structures can be placed on building facades, indoor walls, or other urban infrastructure in order to improve signal propagation in areas where direct communication between a base station and a user device is difficult (Di Renzo et al., 2020a).

Although the theoretical potential of RIS technology has been widely discussed in the literature, many practical questions remain open. One of the most important issues concerns measurement and testing procedures. Unlike conventional antennas or communication devices, RIS do not generate signals independently. Instead, they modify

incoming electromagnetic waves. This characteristic makes it difficult to evaluate their performance using standard antenna measurement techniques.

From a metrological perspective, the development of reliable measurement methodologies is essential. Such methodologies must ensure that measurement results are traceable, repeatable, and comparable across different laboratories. This is particularly important if RIS technologies are to be integrated into future communication infrastructure and subjected to regulatory approval procedures.

The objective of this work is to discuss possible approaches for measuring RIS performance and to outline a measurement framework that could be used in experimental studies or testing laboratories.

Literature Review

A typical RIS consists of a planar array of reflective elements arranged on a substrate. Each element can modify the electromagnetic response of the surface by adjusting parameters such as phase or amplitude of the reflected signal. Reconfigurable intelligent surfaces have been widely recognized as a promising technology for dynamically shaping wireless propagation environments in both indoor and outdoor scenarios. Siddiqi and Mir (2022) provided an overview of RIS-aided wireless communications, covering system and channel models, information-theoretic analysis, physical design, signal processing techniques, channel estimation, and prototyping.

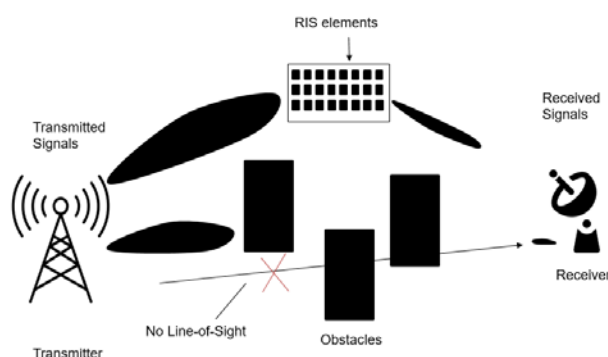


Figure 2. RIS working illustration

When a radio signal transmitted by a base station reaches the RIS surface, each element applies a specific phase shift to the reflected wave. By carefully selecting these phase shifts, the reflected signals can interfere constructively in certain directions. This process effectively redirects energy toward a particular receiver location (Wu & Zhang, 2020).

As it can be seen in Figure 2, the RIS acts as a controllable reflector that shapes the radio propagation environment. Instead of relying only on natural reflections from buildings or obstacles, the communication system can intentionally steer signals using programmable surfaces. Özdogan et al. (2020) investigated the physical propagation mechanisms of RIS-assisted communication and derived a far-field path loss model showing how multiple RIS elements collectively beamform reflected signals.

Recent studies have also investigated the integration of reconfigurable intelligent surfaces with symbiotic radio systems, where RIS can simultaneously support direct communication and backscatter transmission. For example, Cao and Tang (2024) analyzed energy efficiency optimization in

RIS-assisted MISO symbiotic radio systems and proposed a deep reinforcement learning based framework to jointly optimize beamforming and RIS phase shifts.

RIS technology has also been investigated in the context of vehicular communications, where programmable surfaces can support vehicle-to-everything (V2X) connectivity by improving signal propagation and beamforming performance. Chen et al. (2022) analyze the role of RIS in next-generation wireless systems and discuss its potential advantages compared to traditional relay-based communication architectures. Reconfigurable intelligent surfaces have also been investigated as a key enabling technology for realizing the concept of smart radio environments, where programmable electromagnetic surfaces actively shape wireless propagation conditions. In particular, Di Renzo et al. (2020b) analyzed the similarities and differences between RIS-based reflection and conventional relay systems, demonstrating the potential spectral efficiency gains achievable with large RIS structures.

The integration of reconfigurable intelligent surfaces with unmanned aerial vehicle (UAV)

communication systems has also attracted significant attention in recent years. A comprehensive survey by Park et al. (2022) analyzes IRS-assisted UAV communication scenarios and highlights potential improvements in spectral efficiency, energy efficiency, and communication security. However, RIS-assisted communication also introduces certain challenges. One well-known phenomenon is multiplicative fading, which arises because the signal travels through two separate propagation paths: from the transmitter to the RIS,

and from the RIS to the receiver. Each of these paths introduces propagation loss. As a result, the combined signal attenuation may become significant if the RIS is not positioned appropriately. The problem cannot be solved by increasing the power of transmitted signal since the RIS have some gain constant which affects the signal after the RIS and robust or weaken the channel between receiver and transmitter depending on the hardware architecture.

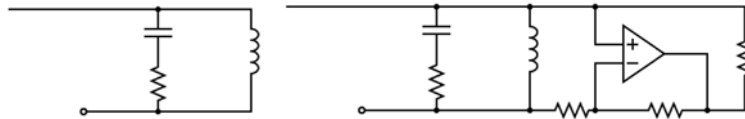


Figure 3. Passive and Active RIS element architectures

Figure 3 illustrates simplified circuit architectures of passive and active RIS elements. The passive RIS element relies on passive circuit components such as capacitors and inductors to adjust the phase of the reflected electromagnetic wave without amplifying the signal. Their main advantages include low power consumption, relatively simple hardware design, and the possibility of integrating them into existing infrastructure.

The active RIS element includes additional electronic circuitry, such as amplifiers and control modules, enabling stronger manipulation and potential

amplification of the reflected signal. In addition to controlling reflection characteristics, these systems may perform additional operations such as signal reception and retransmission. Active RIS can potentially provide higher performance but require more complex hardware and additional energy consumption (Zhang et al., 2023). For example, for the 1024 number of reflective elements 1.43 meter is the distance in which active RIS outperforms passive RIS and in scale of vehicular networks it is hard to get the distances below 1.43 meters.

The code performs the equation below:

$$d_r \geq \left(\frac{P^{\max} - 4N\sigma^2}{2NP^{\max}L_0} - d_t^{-\alpha} \right)^{-\frac{1}{\beta}}$$

It changes the value of the reflective elements to obtain the minimal distance to the use (received_distance) to outperform passive RIS, where: $d_t = 20m$ as an average distance. $L_0 = -30dB$ large path loss, $\alpha = \beta = 2$ path loss exponents because it considered as clear area, $\sigma^2 = -100dB$ noise power, $P^{\max} = 2W$ total radiation power have been used as reference data from the Zhang et al. 2023.

There is also combined Hybrid RIS that contains both of passive and active elements which means that some elements operate in reflection mode while others perform sensing or signal processing tasks. This approach attempts to balance energy efficiency with improved control over signal propagation.

Metrological Perspective

The evaluation of Reconfigurable Intelligent Surface (RIS) performance requires a measurement methodology that simultaneously considers the electromagnetic behavior of the surface and the resulting impact on wireless communication systems. According to the ETSI technical framework, RIS can be treated as a network entity capable of modifying the electromagnetic propagation environment through configurable reflection, refraction, or scattering mechanisms controlled by a dedicated RIS controller (ETSI, 2025b).

In RIS-assisted communication systems, signal propagation is determined by the interaction between the transmitter, the RIS panel, and the receiver. As a result, the effective wireless channel forms a cascaded structure composed of three primary propagation components: the transmitter-RIS link, the RIS-receiver link, and the direct transmitter-

Materials and Methods

Measurement Methodology from a

receiver path when present. The interaction between these components determines the overall transfer characteristics of the RIS-assisted communication channel.

Consequently, a comprehensive RIS evaluation methodology must combine **electromagnetic characterization of the surface with system-level communication measurements**. In addition to purely technical performance metrics, measurement procedures must also consider regulatory and electromagnetic compatibility requirements applicable to radio equipment operating in wireless networks.

Regulatory and Measurement Framework for RIS Evaluation

Since RIS technology manipulates electromagnetic waves by controlling the reflection characteristics of incident signals, which means that regulatory requirements that applied to radio equipment will be applied to RIS. In particular, ETSI identifies a set of essential radio-frequency parameters that must be considered when evaluating RIS operation within communication systems. (ETSI, 2025)

Unlike traditional transmitters, RIS devices do not generate independent radio signals but instead modify the properties of incoming electromagnetic waves. Therefore, transmitter-related parameters such as signal power limits, spectrum characteristics, and unwanted emissions must be interpreted in terms of the **reflected or transmitted signals produced by the RIS surface**. In this context, the reflected signal power, spectral mask compliance, and reflected signal quality become key indicators of RIS performance.

Depending on the deployment scenario, RIS may operate in different electromagnetic modes. In reflective configurations, the incoming signal is redirected toward a specific spatial direction to improve coverage or link quality. Alternatively, transparent or transmissive RIS designs may allow signals to penetrate the surface and be redirected behind the panel. These operational modes introduce additional complexity for measurement procedures and regulatory assessments, since the reflected radiation pattern may vary depending on the RIS configuration.

To evaluate RIS performance under realistic conditions, ETSI recommends performing measurements in controlled **over-the-air (OTA) environments**, typically using anechoic chambers and calibrated measurement probes. In such setups, the RIS under test is illuminated by a controlled radio signal, and the characteristics of the reflected electromagnetic field are analyzed. The primary

performance metric is the **maximum reflected effective isotropic radiated power (Max R-EIRP)**, which represents the peak radiated power of the reflected signal in a given direction.

The reflected signal power depends on several factors, including the characteristics of the incident electromagnetic wave, the reflection coefficients of the RIS elements, and the propagation paths between the transmitter, RIS, and receiver. Because RIS devices can redirect signals in multiple spatial directions, the evaluation of unwanted emissions should consider the full angular domain of potential reflections rather than only the primary reflection direction.

Electromagnetic Compatibility Considerations

Another important aspect of RIS evaluation is electromagnetic compatibility (EMC). According to the European Radio Equipment Directive (RED), all radio equipment must demonstrate compliance with EMC requirements before deployment in operational networks. (ETSI, 2025) EMC testing typically involves two complementary evaluation categories:

Electromagnetic Interference (EMI), which assesses disturbances generated by the device **Electromagnetic Susceptibility (EMS)**, which evaluates device behavior when exposed to external electromagnetic disturbances

For RIS systems, EMC testing may include immunity tests such as electrostatic discharge testing, radiated radio-frequency field immunity, electrical fast transient testing, and surge immunity testing. In addition, emission tests such as radiated emissions, conducted emissions, and harmonic current emissions are typically evaluated using standardized procedures defined in IEC 61000-4 series and CISPR standards (ETSI, 2025a).

RIS devices operating at higher frequencies, particularly in millimeter-wave bands, are typically evaluated using **OTA measurement techniques**, since conventional cable-based measurements are often not applicable. Furthermore, due to the passive or hybrid nature of many RIS implementations, some EMC testing procedures may differ from those used for traditional active radio transmitters.

Electromagnetic Response Characterization

At the physical layer, RIS elements can be modeled using reflection coefficients that describe the relationship between incident and reflected electromagnetic fields. In practical implementations, each RIS element is associated with a complex-valued coefficient representing its amplitude and phase response. These coefficients are controlled through electronic tuning circuits that adjust the electromagnetic behavior of the surface.

Measurement of RIS electromagnetic characteristics focuses on evaluating how accurately the surface can manipulate incoming waves according to the configured reflection states. Key parameters include the phase response of RIS elements, reflection efficiency, and the spatial distribution of reradiated electromagnetic fields.

In experimental setups, these parameters can be analyzed by measuring the reflected electric field under different RIS configurations. Such measurements provide insight into the ability of the RIS to perform controlled beam redirection or wavefront shaping.

Channel Measurement and Estimation

In addition to electromagnetic characterization, RIS evaluation must consider the wireless channel created by the RIS-assisted propagation path. According to ETSI evaluation methodology, channel estimation techniques must account for the cascaded structure of the RIS communication channel (ETSI, 2025b).

Two main approaches are typically considered:

Cascaded channel estimation, where the combined transmitter–RIS–receiver channel is estimated as a single end-to-end channel. **Separated channel estimation**, where the transmitter–RIS and RIS–receiver channels are estimated individually.

These approaches allow researchers to determine the influence of RIS configuration on signal propagation characteristics such as path loss, multipath behavior, and channel state information (CSI).

Channel estimation procedures typically rely on pilot signals transmitted by the base station and observed at the receiver under different RIS configurations. By analyzing variations in the received signal, it becomes possible to estimate the impact of RIS element configurations on the overall channel response.

System-Level Performance Evaluation

Beyond channel modeling, RIS performance must also be assessed from the perspective of communication system performance. ETSI identifies several key performance indicators that can be used to evaluate the effectiveness of RIS-assisted wireless communication. These indicators include:

- system throughput
- spectral efficiency
- user coverage percentiles
- energy efficiency
- latency and reliability
- signaling overhead

These metrics provide a system-level perspective on how RIS deployment influences network operation and service quality. For example, RIS deployment may increase the coverage

probability for users located in non-line-of-sight environments by redirecting signals around obstacles. Similarly, optimized RIS configurations can improve spectral efficiency by enhancing constructive signal propagation toward targeted users.

Metrological Considerations

From a metrological standpoint, the evaluation of RIS performance requires controlled experimental conditions and traceable measurement procedures. In order to ensure reliability of experimental results, measurement traceability must be established for all instruments used in RIS evaluation. According to ISO/IEC 17025, traceability is achieved through a documented calibration chain linking measurement results to national or international measurement standards (ISO/IEC, 2017). In RIS measurement setups this typically includes calibrated vector network analyzers, reference antennas, and RF power meters used for electromagnetic characterization. Measurement setups should ensure consistent positioning of transmitters, RIS panels, and receivers in order to minimize uncertainties related to geometric configuration. These principles are also reflected in the international standard ISO/IEC 17025, which defines general requirements for testing and calibration laboratories. Measurement uncertainty may arise from several sources, including calibration errors of radio-frequency equipment, environmental variability, and inaccuracies in RIS element configuration. Proper documentation of measurement conditions and uncertainty sources is therefore necessary to ensure the reliability and reproducibility of RIS performance evaluations (JCGM, 2008). The development of standardized measurement procedures will therefore play a critical role in the future testing, certification, and large-scale deployment of RIS technologies within wireless communication infrastructure.

Results and Discussion

Motivation and Relevance for Kazakhstan

Wireless communication networks in Kazakhstan have expanded significantly in recent years. Nevertheless, urban coverage conditions still vary depending on city layout, building density, and infrastructure development. In many areas, especially in densely built districts, signal propagation is strongly influenced by reflections, diffraction, and shadowing caused by buildings.

Network coverage maps are typically generated using measurements performed along major streets or transportation routes. While this approach provides valuable information about general network performance, it does not always capture the full complexity of signal propagation inside urban blocks

or residential areas.

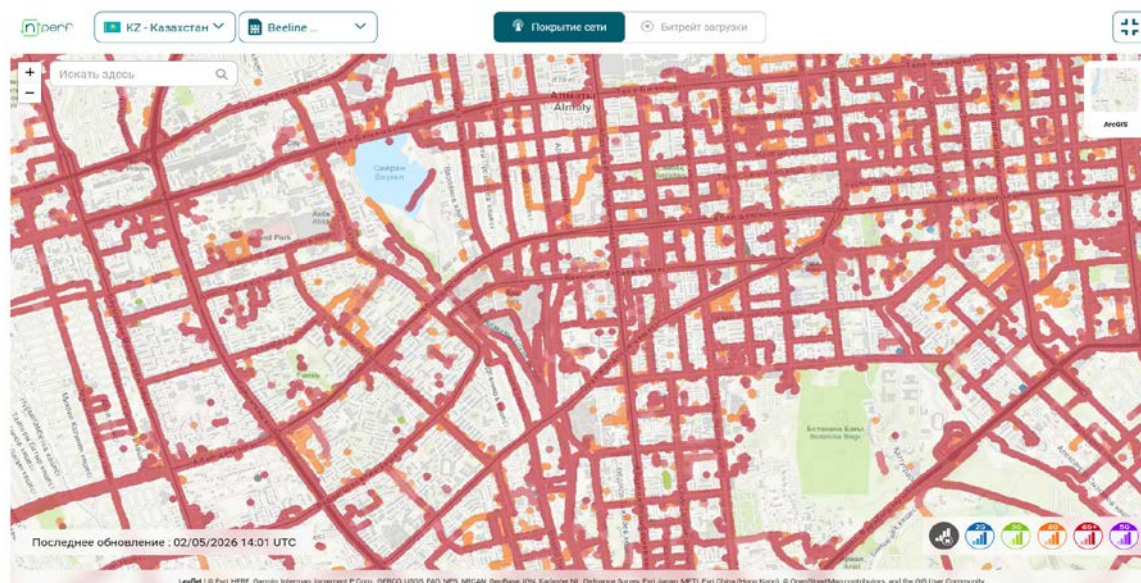


Figure 1. Coverage by Beeline Network in Almaty (nPref, 2026)

As it can be seen in the Figure 1, users located between measurement routes may experience weaker signals or unstable communication. Other network providers also have the same issues, and the similar illustration can be seen for Astana, so it can be stated that problems are common especially in megapolises of our country.

One possible way to address this issue is to deploy additional base stations. However, such solutions often require substantial investment and may face limitations related to infrastructure availability and regulatory constraints. RIS technology offers a different approach by modifying the propagation environment instead of increasing the number of transmitting stations. By redirecting existing signals toward areas with weak coverage, RIS may help improve network performance while reducing infrastructure costs.

For this reason, the development of measurement procedures capable of evaluating RIS performance is of practical interest for future wireless systems in Kazakhstan.

Example Use Case: RIS Deployment in Urban Areas of Kazakhstan

To illustrate the practical relevance of the proposed measurement methodology, a hypothetical deployment scenario can be considered for a dense urban area in Kazakhstan. Cities such as Astana and Almaty contain many districts where modern high-rise buildings form narrow street corridors and enclosed residential blocks. In such environments, direct radio propagation between a cellular base

station and user equipment is frequently obstructed by buildings or other infrastructure.

Consider a simplified scenario in which a base station is located on the rooftop of a building and provides coverage to a nearby residential courtyard surrounded by multi-story apartment blocks. Due to the geometry of the environment, the direct line-of-sight path between the base station and users located inside the courtyard may be partially or completely blocked. As a result, signal reception relies primarily on weak reflections and diffraction, which leads to reduced signal strength and unstable communication.

In this situation, a Reconfigurable Intelligent Surface could be installed on the exterior wall of one of the surrounding buildings facing the base station. The RIS surface would receive the signal transmitted by the base station and reflect it toward the courtyard area where users are located. By adjusting the phase configuration of its reflective elements, the RIS can redirect the signal in a controlled manner and increase the received signal power inside the previously blocked region.

The proposed measurement methodology can be applied to evaluate the effectiveness of such a deployment scenario. The evaluation process may include several stages.

First, the electromagnetic properties of the RIS device should be characterized in laboratory conditions to determine parameters such as reflection efficiency and phase control capability. These measurements ensure that the device operates according to its design specifications.

Second, channel measurements can be performed in the field environment. In this stage, signal strength and channel characteristics are recorded both with the RIS inactive and with different RIS configurations applied. This allows researchers to observe how the RIS influences signal propagation between the base station and user equipment.

Finally, network-level indicators such as received signal strength, throughput, and connection reliability can be evaluated. Comparing these metrics before and after RIS activation provides an estimate of the improvement in wireless coverage.

Such experimental studies could provide valuable insights into the potential benefits of RIS technology for improving cellular network performance in urban environments of Kazakhstan. Moreover, the results could support future development of national testing procedures and technical standards related to RIS-assisted wireless communication systems.

Conclusion

Reconfigurable Intelligent Surfaces represent a promising technology for improving wireless communication coverage in complex urban environments. Their ability to manipulate electromagnetic wave propagation opens new possibilities for enhancing signal quality without deploying additional active infrastructure. This article discussed the operating principles of RIS and proposed a measurement framework based on metrological principles. The suggested approach integrates electromagnetic characterization, channel-level analysis, and network performance evaluation. Further experimental studies will be necessary to refine these methodologies and support the development of standardized testing procedures for RIS technologies.

Acknowledgement

The author would like to acknowledge the support of the Kazakhstan Institute of Standardization and Metrology for providing institutional support for this research.

Conflict of Interest

The author declares that there is no conflict of interest regarding the publication of this article.

Список источников

1. Basar E., Yildirim I., Kilinc F. Wireless communications through reconfigurable intelligent surfaces // *IEEE Access*. – 2019. – Vol. 7. – P. 116753–116773;

2. Cao K., Tang Q. Energy efficiency maximization for RIS-assisted MISO symbiotic radio systems based on deep reinforcement learning // *IEEE Communications Letters*. – 2024. – Vol. 28, № 1. – P. 88–92. doi:10.1109/LCOMM.2023.3333324;

3. Chen Y., Wang Y., Zhang J., Zhang P., Hanzo L. Reconfigurable intelligent surface-aided vehicular networks: Their protocols, resource allocation, and performance // *IEEE Vehicular Technology Magazine*. – 2022. – Vol. 17, № 2. – P. 26–36. doi:10.1109/MVT.2022.3158046;

4. Di Renzo M., Zappone A., Debbah M., Alouini M.-S., Yuen C., De Rosny J., Tretyakov S. Smart radio environments empowered by reconfigurable intelligent surfaces // *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*. – 2020. – Vol. 38, № 11. – P. 2450–2525;

5. Di Renzo M., Zappone A., Debbah M., Alouini M.-S., Yuen C., De Rosny J., Tretyakov S. Reconfigurable intelligent surfaces vs. relaying: Differences, similarities, and performance comparison // *IEEE Open Journal of the Communications Society*. – 2020. – Vol. 1. – P. 798–807. doi:10.1109/OJCOMS.2020.3002955;

6. ETSI. Reconfigurable Intelligent Surfaces (RIS); Technological Challenges, Architecture and Impact on Standardization. – ETSI GR RIS 002 V1.2.1. – 2025;

7. ETSI. Reconfigurable Intelligent Surfaces (RIS); Communication Models, Channel Models, Channel Estimation and Evaluation Methodology. – ETSI GR RIS 003 V1.2.1. – 2025;

8. ISO/IEC 17025:2017. Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий. – Женева: International Organization for Standardization, 2017;

9. JCGM. Evaluation of Measurement Data — Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM). – Joint Committee for Guides in Metrology, 2008.

10. nPerf. Карта покрытия мобильной сети Beeline 3G/4G/5G в г. Алматы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.nperf.com/ru/map/KZ/1526384.Almaly/208218.Beeline-Mobile/signal>

11. Özdoğan Ö., Björnson E., Larsson E.G. Intelligent reflecting surfaces: Physics, propagation, and pathloss modeling // *IEEE Wireless Communications Letters*. – 2020. – Vol. 9, № 5. – P. 581–585. doi:10.1109/LWC.2019.2960779;

12. Park K.-W., Kim H.M., Shin O.-S. A survey on intelligent-reflecting-surface-assisted UAV communications // *Energies*. – 2022. – Vol. 15, № 14. – P. 5143. doi:10.3390/en15145143;

13. Siddiqi M.Z., Mir T. Reconfigurable intelligent surface-aided wireless communications: An overview // *Intelligent and Converged Networks*. – 2022. – Vol. 3, № 1. – P. 33–63. doi:10.23919/ICN.2022.0007;

14. Wu Q., Zhang R. Intelligent reflecting surface aided wireless communications: A tutorial // *IEEE Communications Magazine*. – 2020. – Vol. 58, № 1. – P. 106–112;

15. Zhang Z., Chen X., Liu C., Yang F., Schober R., Poor H.V. Active RIS vs. Passive RIS: Which will prevail in 6G? // *IEEE Transactions on Communications*. – 2023. – Vol. 71, № 3. – P. 1707–1725.

Қолданылған әдебиеттер

1. Basar E., Yildirim I., Kilinc F. Wireless communications through reconfigurable intelligent surfaces // *IEEE Access*. – 2019. – Vol. 7. – P. 116753–116773;

2. Cao K., Tang Q. Energy efficiency maximization for RIS-assisted MISO symbiotic radio systems based on deep reinforcement learning // *IEEE Communications Letters*. – 2024. – Vol. 28, № 1. – P. 88–92. doi:10.1109/LCOMM.2023.3333324;

3. Chen Y., Wang Y., Zhang J., Zhang P., Hanzo L. Reconfigurable intelligent surface-aided vehicular networks: Their protocols, resource allocation, and performance // *IEEE Vehicular Technology Magazine*. – 2022. – Vol. 17, № 2. – P. 26–36. doi:10.1109/MVT.2022.3158046;

4. Di Renzo M., Zappone A., Debbah M., Alouini M.-S., Yuen C., De Rosny J., Tretyakov S. Smart radio environments empowered by reconfigurable intelligent surfaces // *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*. – 2020. – Vol. 38, № 11. – P. 2450–2525;

5. Di Renzo M., Zappone A., Debbah M., Alouini M.-S., Yuen C., De Rosny J., Tretyakov S. Reconfigurable intelligent surfaces vs. relaying: Differences, similarities, and performance comparison // *IEEE Open Journal of the Communications Society*. – 2020. – Vol. 1. – P. 798–807. doi:10.1109/OJCOMS.2020.3002955;

6. ETSI. Reconfigurable Intelligent Surfaces (RIS); Technological Challenges, Architecture and Impact on Standardization. – ETSI GR RIS 002 V1.2.1. – 2025;

7. ETSI. Reconfigurable Intelligent Surfaces (RIS); Communication Models, Channel Models, Channel Estimation and Evaluation Methodology. – ETSI GR RIS 003 V1.2.1. – 2025;

8. ISO/IEC 17025:2017. Жабдықтар мен сынақ-зертханалардың компетенттілігіне

қойылатын жалпы талаптар. – Женева: International Organization for Standardization, 2017;

9. JCGM. Evaluation of Measurement Data — Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM). – Joint Committee for Guides in Metrology, 2008;

10. nPerf. Алматы қаласындағы Beeline Mobile 3G/4G/5G желісінің жабылу картасы [Электронды ресурс]. – Қолжетімділік: <https://www.nperf.com/ru/map/KZ/1526384.Almaly/208218.Beeline-Mobile/signal>;

11. Özdoğan Ö., Björnson E., Larsson E.G. Intelligent reflecting surfaces: Physics, propagation, and pathloss modeling // *IEEE Wireless Communications Letters*. – 2020. – Vol. 9, № 5. – P. 581–585. doi:10.1109/LWC.2019.2960779;

12. Park K.-W., Kim H.M., Shin O.-S. A survey on intelligent-reflecting-surface-assisted UAV communications // *Energies*. – 2022. – Vol. 15, № 14. – P. 5143. doi:10.3390/en15145143;

13. Siddiqi M.Z., Mir T. Reconfigurable intelligent surface-aided wireless communications: An overview // *Intelligent and Converged Networks*. – 2022. – Vol. 3, № 1. – P. 33–63. doi:10.23919/ICN.2022.0007;

14. Wu Q., Zhang R. Intelligent reflecting surface aided wireless communications: A tutorial // *IEEE Communications Magazine*. – 2020. – Vol. 58, № 1. – P. 106–112;

15. Zhang Z., Chen X., Liu C., Yang F., Schober R., Poor H.V. Active RIS vs. Passive RIS: Which will prevail in 6G? // *IEEE Transactions on Communications*. – 2023. – Vol. 71, № 3. – P. 1707–1725.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Basar E., Yildirim I., Kilinc F. Wireless communications through reconfigurable intelligent surfaces // *IEEE Access*. – 2019. – Vol. 7. – P. 116753–116773.

2. Cao K., Tang Q. Energy efficiency maximization for RIS-assisted MISO symbiotic radio systems based on deep reinforcement learning // *IEEE Communications Letters*. – 2024. – Vol. 28, № 1. – P. 88–92. doi:10.1109/LCOMM.2023.3333324

3. Chen Y., Wang Y., Zhang J., Zhang P., Hanzo L. Reconfigurable intelligent surface-aided vehicular networks: Their protocols, resource allocation, and performance // *IEEE Vehicular Technology Magazine*. – 2022. – Vol. 17, № 2. – P. 26–36. doi:10.1109/MVT.2022.3158046

4. Di Renzo M., Zappone A., Debbah M., Alouini M.-S., Yuen C., De Rosny J., Tretyakov S. Smart radio environments empowered by

reconfigurable intelligent surfaces // *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*. – 2020. – Vol. 38, № 11. – P. 2450–2525.

5. Di Renzo M., Zappone A., Debbah M., Alouini M.-S., Yuen C., De Rosny J., Tretyakov S. Reconfigurable intelligent surfaces vs. relaying: Differences, similarities, and performance comparison // *IEEE Open Journal of the Communications Society*. – 2020. – Vol. 1. – P. 798–807. doi:10.1109/OJCOMS.2020.3002955

6. ETSI. Reconfigurable Intelligent Surfaces (RIS); Technological Challenges, Architecture and Impact on Standardization. – ETSI GR RIS 002 V1.2.1. – 2025.

7. ETSI. Reconfigurable Intelligent Surfaces (RIS); Communication Models, Channel Models, Channel Estimation and Evaluation Methodology. – ETSI GR RIS 003 V1.2.1. – 2025.

8. ISO/IEC 17025:2017. Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий. – Женева: International Organization for Standardization, 2017.

9. JCGM. Evaluation of Measurement Data — Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM). – Joint Committee for Guides in Metrology, 2008.

10. nPerf. Карта покрытия мобильной

сети Beeline 3G/4G/5G в г. Алматы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.nperf.com/ru/map/KZ/1526384.Almaty/208218.Beeline-Mobile/signal>.

11. Özdogan Ö., Björnson E., Larsson E.G. Intelligent reflecting surfaces: Physics, propagation, and pathloss modeling // *IEEE Wireless Communications Letters*. – 2020. – Vol. 9, № 5. – P. 581–585. doi:10.1109/LWC.2019.2960779

12. Park K.-W., Kim H.M., Shin O.-S. A survey on intelligent-reflecting-surface-assisted UAV communications // *Energies*. – 2022. – Vol. 15, № 14. – P. 5143. doi:10.3390/en15145143

13. Siddiqi M.Z., Mir T. Reconfigurable intelligent surface-aided wireless communications: An overview // *Intelligent and Converged Networks*. – 2022. – Vol. 3, № 1. – P. 33–63. doi:10.23919/ICN.2022.0007

14. Wu Q., Zhang R. Intelligent reflecting surface aided wireless communications: A tutorial // *IEEE Communications Magazine*. – 2020. – Vol. 58, № 1. – P. 106–112.

15. Zhang Z., Chen X., Liu C., Yang F., Schober R., Poor H.V. Active RIS vs. Passive RIS: Which will prevail in 6G? // *IEEE Transactions on Communications*. – 2023. – Vol. 71, № 3. – P. 1707–1725.

Д. Мухаметрахимов

«Қазақстан стандарттау және метрология институты» ШЖҚ РМК, Астана, Қазақстан

ҚАЗАҚСТАН ҚАЛАЛАРЫНДАҒЫ ҰЯЛЫ БАЙЛАНЫС ЖЕЛІСІНІҢ ҚАМТУЫН АРТТЫРУҒА БАҒЫТТАЛҒАН КОНФИГУРАЦИЯЛАНАТЫН ИНТЕЛЛЕКТУАЛДЫ БЕТТЕРДІ ӨЛШЕУ ӘДІСТЕМЕЛЕРІН ӘЗІРЛЕУ

Аңдатпа

Сымсыз байланыс жүйелерінің үздіксіз кеңеюі тығыз қалалық ортада сигнал қамтуын жақсартуға қабілетті технологияларға деген қажеттілікті арттырды. Қайта конфигурацияланатын интеллектуалды беттер (Reconfigurable Intelligent Surfaces, RIS) соңғы уақытта электромагниттік толқындардың таралуын басқаруға және қосымша базалық станцияларды орналастырмай-ақ байланыс тиімділігін арттыруға мүмкіндік беретін перспективалы тәсіл ретінде қарастырылуда. RIS технологиясы теориялық зерттеулерде кеңінен қарастырылғанымен, практикалық өлшеу әдістемелерін әзірлеу әлі де шектеулі деңгейде қалып отыр. Бұл RIS құрылғыларын сынау, сертификаттау және нормативтік бағалау барысында белгілі бір қиындықтар туындатады. Осы жұмыста RIS технологиясының жұмыс істеу принциптері қарастырылып, RIS көмегімен жұмыс істейтін сымсыз байланыс жүйелерін бағалауға арналған өлшеу әдістемесінің негізі ұсынылады. Зерттеуде өлшеу процедураларының метрологиялық аспектілеріне, соның ішінде өлшемдердің қадағалануына (прослеживаемость), өлшеу белгісіздігін бағалауға және эксперименттерді бақыланатын жағдайларда жүргізуге ерекше назар аударылады. Ұсынылған әдістеме талдаудың үш өзара толықтырушы деңгейін қамтиды: RIS элементтерінің электромагниттік сипаттамаларын анықтау, сымсыз байланыс арнасының параметрлерін өлшеу және желі деңгейіндегі өнімділік көрсеткіштерін бағалау. Бұл тәсіл болашақ эксперименттік зерттеулерге және Қазақстанда RIS технологияларына қатысты ұлттық сынақ рәсімдерін әзірлеуге негіз бола алады.

Түйінді сөздер: бапталатын интеллектуалды беттер, сымсыз байланыс жүйелері, өлшеу әдістемесі, метрология, электромагниттік сипаттау, арна өлшемдері, қалалық сымсыз желілер

Д. Мухаметрахимов

РГП на ПХВ «Казахстанский институт стандартизации и метрологии», Астана, Казахстан

РАЗРАБОТКА МЕТОДИК ИЗМЕРЕНИЙ ДЛЯ ПЕРЕНАСТРАИВАЕМЫХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ, НАПРАВЛЕННЫХ НА ПОВЫШЕНИЕ ПОКРЫТИЯ СОТОВОЙ СЕТИ В ГОРОДСКИХ РАЙОНАХ КАЗАХСТАНА

Аннотация

Непрерывное расширение систем беспроводной связи увеличило потребность в технологиях, способных улучшать покрытие сигнала в плотных городских условиях. Реконфигурируемые интеллектуальные поверхности (Reconfigurable Intelligent Surfaces, RIS) в последнее время рассматриваются как перспективный подход для управления распространением электромагнитных волн и повышения эффективности связи без необходимости развертывания дополнительных базовых станций. Несмотря на то, что технология RIS широко изучается в теоретических исследованиях, разработка практических методик измерений остается ограниченной. Это создает сложности при испытаниях, сертификации и нормативной оценке устройств RIS. В данной работе рассматриваются принципы функционирования технологии RIS и предлагается методологическая основа измерений, предназначенная для оценки систем беспроводной связи с использованием RIS. Особое внимание уделяется метрологическим аспектам измерительных процедур, включая прослеживаемость измерений, оценку неопределенности и проведение экспериментов в контролируемых условиях. Предлагаемая методология включает три взаимодополняющих уровня анализа: электромагнитную характеристику элементов RIS, измерения параметров беспроводного канала и оценку сетевых показателей эффективности. Предложенный подход может служить основой для будущих экспериментальных исследований и разработки национальных процедур испытаний, связанных с технологиями RIS в Казахстане.

Ключевые слова: конфигурируемые интеллектуальные поверхности, системы беспроводной связи, методика измерений, метрология, электромагнитная характеристика, измерение каналов, городские беспроводные сети

ОБ АВТОРЕ

Мұхаметрахимов Дастан Даниярұлы – ведущий специалист *РГП на ПХВ «Казахстанский институт стандартизации и метрологии»*, *d.mukhametrakhimv@ksm.kz*, Астана, Казахстан

АВТОР ТУРАЛЫ

Мұхаметрахимов Дастан Даниярұлы – «Қазақстан стандарттау және метрология институты» РМҚК жетекші маманы, *d.mukhametrakhimv@ksm.kz*, Астана, Қазақстан

ABOUT THE AUTHOR

Mukhametrakhimov Dastan Daniyaruly – Senior Specialist of RSE on REM “Kazakhstan Institute of Standardization and Metrology”, *d.mukhametrakhimv@ksm.kz*, Astana, Kazakhstan

DOI 10.64513/Smart/2026.1.9

МРНТИ 34.34

УДК 621.317

ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ СРАВНЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ ТРАНСФОРМАТОРОВ ТОКА (ТТ)

О. Джасинбекова

Филиал по городу Алматы и Алматинской области РГП на ПХВ «Казахстанский институт стандартизации и метрологии», Алматы, Казахстан

Аннотация

В статье представлены результаты дополнительных сличений COOMET.EM-S22, направленных на оценку согласованности государственного эталона коэффициента и угла масштабного преобразования синусоидального тока между национальными метрологическими институтами стран-участниц. Повышение точности измерений и обеспечение достоверного учёта электрической энергии является одной из ключевых задач современной электроэнергетики, где измерительные трансформаторы тока играют критически важную роль. Поэтому сопоставимость эталонных измерительных систем между странами является необходимым элементом глобальной метрологической инфраструктуры.

Целью исследования являлась проверка международной сопоставимости эталонных систем измерения высоких токов и оценка согласованности результатов, полученных различными лабораториями. Методология сличений предусматривала поэтапную передачу эталонного трансформатора тока между НМИ и выполнение измерений коэффициента преобразования и фазового угла при различных значениях первичного тока в соответствии с утверждённым техническим протоколом.

Анализ результатов показал высокую степень согласованности измерений: значение критерия $|E_n|$ для большинства лабораторий не превышало единицы, что подтверждает метрологическую совместимость эталонов. Работа демонстрирует важность международных сравнений для обеспечения трассабельности, гармонизации национальных стандартов и повышения доверия к измерениям в области коммерческого учёта и контроля качества электрической энергии. Практическая значимость исследования заключается в укреплении метрологической инфраструктуры и улучшении межгосударственной сопоставимости измерений.

Ключевые слова: сличения эталонов, измерительные трансформаторы тока, коэффициент преобразования, угол фазового сдвига, качество

Введение

Повышение точности измерений электрической энергии и обеспечение её достоверного учёта является одной из приоритетных задач современной электроэнергетики. В условиях либерализации рынка и роста доли возобновляемых источников энергии возрастают требования к синхронности, стабильности и взаимосопоставимости измерительных систем. Ключевую роль в этой инфраструктуре играют измерительные трансформаторы тока (ИТТ), обеспечивающие преобразование высоких токов в стандартизированные сигналы для защиты, контроля и коммерческого учёта. Любое

отклонение в коэффициенте преобразования или фазовом сдвиге ИТТ ведёт к прямым финансовым потерям, ошибкам в учёте и снижению надёжности энергосистем [1].

Для обеспечения единства измерений измерительных трансформаторов тока в международной практике применяются согласованные нормативные документы, такие как IEC 61869, ISO 5167, ГОСТ 8.217, ГОСТ 8.586, IEC 60044 и другие. Однако наличие стандартов недостаточно — необходимо подтверждение сопоставимости эталонов между странами. Именно поэтому ключевым инструментом признания национальных эталонов в рамках Соглашения CIPM MRA является

проведение международных и региональных сличений [3].

Региональная метрологическая организация СООМЕТ выполняет важную роль в обеспечении метрологической совместимости стран-участниц. Одним из таких проектов являются сличения СООМЕТ.ЕМ-S22 (СООМЕТ № 681/RU-a/16) «Supplementary comparison of the measurement of current transformers (CTs)», целью которых является установление степени согласованности эталонов коэффициента и угла масштабного преобразования синусоидального тока между национальными метрологическими институтами (НМИ) [2].

Результаты таких сличений не только подтверждают метрологический статус национальных эталонов, но и обеспечивают прослеживаемость измерений, гармонизацию методик поверки и повышение доверия к данным коммерческого учёта электроэнергии. Таким образом, международная сопоставимость эталонных систем является основой как для технической, так и для экономической стабильности энергетического сектора.

В настоящей работе рассматриваются результаты сличений СООМЕТ.ЕМ-S22, проводится анализ степени согласованности эталонных систем измерения переменного тока высокой мощности, оценивается влияние эталонов на качество и надёжность учёта электрической энергии, а также обсуждаются перспективы развития транснациональной метрологической совместимости.

Материалы и методы

Объект исследования

Объектами исследования являются эталонные измерительные системы национальных метрологических институтов (НМИ), предназначенные для воспроизведения и передачи единицы коэффициента и угла масштабного преобразования синусоидального тока при высоких уровнях мощности.

В рамках сличений СООМЕТ.ЕМ-S22 (СООМЕТ № 681/RU-a/16) рассматривались сравнительные трансформаторы тока, используемые в качестве средств передачи

единиц от эталона к рабочим средствам измерений.

Эталон сравнения включает два лабораторных измерительных трансформатора тока:

1. Лабораторный измерительный трансформатор тока ТТЭ-3000.5

Заводской номер 03-09

Диапазон первичных номинальных токов 0,5 А ... 3000 А

Номинальный вторичный ток 5 А и 1 А (для первичных токов от 0,5 до 600 А) Номинальная вторичная нагрузка 0,1 Ом ($\cos\varphi = 1$)

Класс точности 0,003

Диаметр центрального отверстия 80 мм

Размеры 110×260×360 мм Вес около 13 кг.

2. Лабораторный измерительный трансформатор тока ТТЭ-100

Заводской номер 03-09

Диапазон первичного тока от 20 до 1800 А

Коэффициент трансформации 100

Номинальная нагрузка 10 мОм

Класс точности 0,003

Диаметр центрального отверстия 100 мм

Размеры 110×270×300 мм.

Метод измерений

В качестве основного метода исследования применялась инструкция, состоящие из технического протокола, схемы и таблицы соединений, при которой эталонный трансформатор тока поочередно передавался между НМИ стран-участниц согласно утвержденному графику и протоколу. Каждая лаборатория выполняла измерения коэффициента преобразования и фазового угла при заданных уровнях тока и частоты, используя собственную эталонную установку [2].

Участниками сличений оценены относительная токовая и абсолютная угловая погрешности эталона сравнения (далее - ЭС).

Токсовая погрешность ε_i (проценты) определяется в соответствии с формулой

$$\varepsilon_i = \frac{I_{Si} \cdot K_{li} - I_{Pi}}{I_{Pi}} \cdot 100, \quad (1)$$

где ε_i - токовая погрешность ЭС в i -той точке, %;

I_{Pi} - значение первичного тока в i -той точке, А;

I_{si} - значение вторичного тока в i -той точке, А;

K_{li} - значение коэффициента трансформации в i -той точке.

Абсолютная угловая погрешность δ_i (угловые минуты) определяется как угол между вторичным I_s и первичным I_p токами. Угол считается положительным при условии, что вектор вторичного тока опережает вектор первичного тока.

Результаты сличений

В ходе сличений СООМЕТ.ЕМ-S22 каждая из участвующих лабораторий представила результаты измерений коэффициента преобразования и фазового угла эталонного трансформатора тока при фиксированных значениях первичного тока и рабочей частоты 50 Гц. Для сопоставления использовались нормированные отклонения результатов относительно согласованного эталонного значения, вычисленного координатором на основе взвешенного среднего с учётом заявленных расширенных неопределённостей [2].

Анализ представленных данных показал, что большинство лабораторий продемонстрировали высокую степень согласованности: значения критерия E_p находились в диапазоне $|E_p| \leq 1$, что свидетельствует о метрологической совместимости эталонных систем. Незначительные расхождения, наблюдаемые у отдельных участников, были обусловлены различиями в методиках коррекции температурных и частотных влияний, а также конструктивными особенностями измерительных установок.

Особое внимание было уделено сравнению стабильности результатов при измерении фазового угла, так как данный параметр оказывает существенное влияние на точность коммерческого учёта реактивной энергии [2]. Результаты измерения приведены в Таблице 1

Таблица 1 - Результаты измерений, полученные участниками сличений для $I_{2ном} = 1$ А

с

Дополнительное сравнение измерений трансформаторов тока (ТТ)

Таблица 1 - Результаты измерений, полученные участниками сличений для $I_{2ном} = 1$ А

I _{1ном} , А	Измеряемая величина	Значение тока в % от I _{1ном}	Наименование участника и предоставленные им результаты												
			УНИИМ		БелГИМ		МАСМ		УМТС		КазСтандарт		ГЕОСТМ		
			погрешность	U _p	погрешность	U _p	погрешность	U _p	погрешность	U _p	погрешность	U _p			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
0,5	ε, %	1	-0,00001	0,001	0,0024	0,00	2	-	0,0268	0,1633	0,0001	0,0056	-0,0227	0,0225	нет данных
		5	0,00000	0,001	0,0025	0,00	2	-	0,0314	0,0871	0,0002	0,0041	-0,0095	0,0082	нет данных
		20	0,00000	0,001	0,0016	0,00	1	-	0,0292	0,041	0,0003	0,0039	-0,0048	0,0039	нет данных
		100	-0,00002	0,001	0,0007	0,00	1	нет данных	нет данных	0,0003	0,0039	-0,0022	0,0023	нет данных	
		120	-0,00002	0,001	0,0007	0,00	1	нет данных	нет данных	0,0003	0,0039	-0,0018	0,0021	нет данных	
	δ, '	1	-0,006	0,034	-0,017	0,12	1	3,218	8,195	-0,03	0,37	-0,067	0,6622	нет данных	
		5	-0,007	0,034	-0,016	0,12	1	3,757	4,255	-0,03	0,27	0,138	0,1488	нет данных	

I _{ном} , А	Измеряемая величина	Значение тока в % от I _{ном}	Наименование участника и предоставленные им результаты												
			УНИИМ		БелГИМ		МАСМ		УМТС		КазСтандарт		ГЕОСТМ		
			погрешность	U _p	погрешность	U _p	погрешность	U _p	погрешность	U _p	погрешность	U _p			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
		20	-0,009	0,034	-0,012	0,07	1	3,857	2,729	-0,02	0,27	0,145	0,0917	нет данных	
		100	-0,011	0,034	0,000	0,07	1	нет данных	нет данных	-0,02	0,27	0,140	0,0939	нет данных	
		120	-0,012	0,034	-0,010	0,07	1	нет данных	нет данных	-0,02	0,27	0,144	0,0873	нет данных	
5	ε, %	1	0,00002	0,0005	0,0139	-	0,00	1	0,0602	0,1633	0,0003	0,0056	-0,0005	0,0060	нет данных
		5	-0,00002	0,0005	0,0001	0,00	2	0,0356	0,0817	0,0003	0,0041	-0,0003	0,0016	нет данных	
		20	-0,00002	0,0005	0,0001	0,00	1	0,0318	0,0408	0,0004	0,0039	-0,0003	0,0012	нет данных	
		100	-0,00002	0,0005	0,0000	0,00	1	0,0298	0,0408	0,0005	0,0039	-0,0002	0,0012	нет данных	
		120	-0,00002	0,0005	0,0009	-	0,00	1	0,0298	0,0408	0,0005	0,0039	-0,0002	0,0012	нет данных

Дополнительное сравнение измерений трансформаторов тока (ТТ)

I _{ном} , А	Измеряемая величина	Значение тока в % от I _{ном}	Наименование участника и предоставленные им результаты										
			УНИИМ		БелГИМ		МАСМ		УМТС		КазСтандарт		ГЕОСТМ
			погрешность	U _p	погрешность	U _p	погрешность	U _p	погрешность	U _p	погрешность	U _p	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	δ, '	1	-0,001	0,017	-0,012	0,11 1	0,880	8,161	-0,009	0,3	0,050	0,5829	нет данных
		5	-0,002	0,017	-0,002	0,12 1	1,179	4,084	0,005	0,25	0,047	0,1224	нет данных
		20	-0,003	0,017	-0,002	0,07 1	1,279	2,451	0,007	0,25	0,047	0,0679	нет данных
		100	-0,003	0,017	-0,002	0,07 1	1,578	2,451	0,007	0,25	0,046	0,0682	нет данных
		120	-0,003	0,017	-0,002	0,07 1	1,578	2,451	0,007	0,25	0,046	0,0600	нет данных
50	ε, %	1	-0,00002	0,0005	0,0001	0,00 1	0,0368	0,1633	0,0006	0,0056	-0,0005	0,0059	нет данных
		5	-0,00002	0,0005	0,0007	0,00 1	0,0358	0,0817	0,0006	0,0041	-0,0002	0,0013	нет данных
		20	-0,00003	0,0005	0,0016	0,00 1	0,0310	0,0408	0,0006	0,0039	-0,0002	0,0008	нет данных
		100	-0,00005	0,0005	0,0040	0,00 1	0,0418	0,0408	0,0008	0,0039	-0,0001	0,0008	нет данных

I _{ном} , А	Измеряемая величина	Значение тока в % от I _{ном}	Наименование участника и предоставленные им результаты											
			УНИИМ		БелГИМ		МАСМ		УМТС		КазСтандарт		ГЕОСТМ	
			погрешность	U _p	погрешность	U _p	погрешность	U _p	погрешность	U _p	погрешность	U _p		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
	δ, '	120	-0,00006	0,0005	0,0039	0,00	1	0,0418	0,0408	0,0009	0,0039	-0,0002	0,0008	нет данных
		1	0,001	0,017	-0,784	0,10	1	0,162	8,161	0,03	0,3	0,025	0,5806	нет данных
		5	-0,001	0,017	-0,767	0,10	1	0,361	4,080	0,005	0,25	0,009	0,1174	нет данных
		20	-0,001	0,017	-0,686	0,06	1	0,461	2,451	0,003	0,25	0,006	0,0605	нет данных
		100	0,000	0,017	-0,427	0,07	1	0,760	2,451	-0,009	0,25	0,004	0,0605	нет данных
		120	0,000	0,017	-0,230	0,07	1	0,681	2,451	-0,008	0,25	0,005	0,0584	нет данных
200	ε, %	1	-0,0002	0,0005	0,0002	0,00	2	0,0192	0,1633	0,0005	0,0056	-0,0016	0,0074	нет данных
		5	-0,0002	0,0005	0,0003	0,00	2	0,0148	0,0817	0,0004	0,0041	-0,0011	0,0021	нет данных
		20	-0,0002	0,0005	0,0001	0,00	1	0,0122	0,0409	0,0002	0,0039	-0,0010	0,0013	нет данных

Дополнительное сравнение измерений трансформаторов тока (ТТ)

I _{ном} , А	Измеряемая величина	Значение тока в % от I _{ном}	Наименование участника и предоставленные им результаты													
			УНИИМ		БелГИМ		МАСМ		УМТС		КазСтандарт		ГЕОСТМ			
			погрешность	U _p	погрешность	U _p	погрешность	U _p	погрешность	U _p	погрешность	U _p				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14			
		100	-0,0003	0,0005	-	0,0003	0,00	-	0,0052	0,0408	0,0005	0,0039	-0,0009	0,0010	нет данных	
		120	-0,0002	0,0005	-	0,0005	0,00	-	0,0048	0,0408	0,0006	0,0039	-0,0009	0,0010	нет данных	
	δ, '	1	-0,003	0,017	0,018		0,12		1,079	8,161	0,013	0,3	0,012	0,5818	нет данных	
		5	-0,002	0,017	0,029		0,12		1,079	4,080	0,008	0,25	0,013	0,1203	нет данных	
		20	-0,003	0,017	0,026		0,07		1,179	2,451	0,02	0,25	0,012	0,0685	нет данных	
		100	-0,002	0,017	0,035		0,07		1,379	2,451	0,004	0,25	0,011	0,0725	нет данных	
		120	-0,002	0,017	0,038		0,07		1,279	2,451	0,001	0,25	0,010	0,0730	нет данных	
	600	ε, %	1	-0,0002	0,001	0,0003		0,00		0,0106	0,1633	0,0012	0,0056	-0,0002	0,0062	нет данных
			5	-0,0002	0,001	0,0001	-	0,00		0,0086	0,0817	0,0006	0,0041	-0,0001	0,0016	нет данных

I _{ном} , А	Измеряемая величина	Значение тока в % от I _{ном}	Наименование участника и предоставленные им результаты											
			УНИИМ		БелГИМ		МАСМ		УМТС		КазСтандарт		ГЕОСТМ	
			погрешность	U _p	погрешность	U _p	погрешность	U _p	погрешность	U _p	погрешность	U _p		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
		20	-0,0002	0,001	0,0001	-	0,001	0,0056	0,0408	0,0005	0,0039	-0,0001	0,0012	нет данных
		100	-0,0002	0,001	0,0003	-	0,001	0,0032	0,0409	0,0008	0,0039	0,0000	0,0012	нет данных
		120	-0,0001	0,001	0,0005	-	0,001	0,0050	0,0412	0,0006	0,0039	-0,0001	0,0012	нет данных
	δ, '	1	-0,001	0,034	0,016		0,12	2,998	8,178	0,016	0,3	0,007	0,5825	нет данных
		5	-0,001	0,034	0,013		0,12	3,139	4,104	-0,005	0,25	0,008	0,1315	нет данных
		20	-0,001	0,034	0,034		0,07	3,238	2,488	-0,004	0,25	0,007	0,0926	нет данных
		100	0,001	0,034	0,049		0,07	3,238	2,485	-0,002	0,25	0,009	0,0874	нет данных
		120	0,001	0,034	0,046		0,07	3,097	2,509	0,001	0,25	0,009	0,0814	нет данных
	1200	ε, %	1	-0,00002	0,001	0,0004	0,002	0,0772	0,1635	0,0004	0,0056	-0,0016	0,0062	нет данных

Дополнительное сравнение измерений трансформаторов тока (ТТ)

I _{ном} , А	Измеряемая величина	Значение тока в % от I _{ном}	Наименование участника и предоставленные им результаты												
			УНИИМ		БелГИМ		МАСМ		УМТС		КазСтандарт		ГЕОСТМ		
			погрешность	U _p	погрешность	U _p	погрешность	U _p	погрешность	U _p	погрешность	U _p			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
		5	-0,00002	0,001	0,0001	2	0,0486	0,0844	0,0001	0,0041	-0,0013	0,0017	нет данных		
		20	0,00002	0,001	0,0003	1	0,0548	0,0491	0	0,0039	-0,0011	0,0012	нет данных		
		100	0,00004	0,001	-	0,0013	1	нет данных	нет данных	-	0,0004	0,0039	-0,0008	0,0012	нет данных
		120	0,00003	0,001	-	0,0014	1	нет данных	нет данных	-	0,0004	0,0039	-0,0008	0,0012	нет данных
	δ, '	1	-0,006	0,034	0,375	1	0,13	-2,657	8,161	-0,017	0,3	-0,002	0,5832	нет данных	
		5	-0,008	0,034	0,375	1	0,13	-3,359	4,623	-0,008	0,25	0,007	0,1321	нет данных	
		20	-0,008	0,034	0,337	1	0,07	-3,077	2,781	-0,002	0,25	0,008	0,0850	нет данных	
		100	-0,010	0,034	0,221	1	0,07	нет данных	нет данных	-0,004	0,25	0,003	0,0826	нет данных	

I _{ном} , А	Измеряемая величина	Значение тока в % от I _{ном}	Наименование участника и предоставленные им результаты												
			УНИИМ		БелГИМ		МАСМ		УМТС		КазСтандарт		ГЕОСТМ		
			погрешность	U _p	погрешность	U _p	погрешность	U _p	погрешность	U _p	погрешность	U _p			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
		120	-0,010	0,034	0,201	0,07	нет данных	нет данных	-0,006	0,25	-0,001	0,0763	нет данных		
2000	ε, %	1	0,00002	0,001	0,0002	0,00	-	0,00088	0,1633	0,0001	0,0056	-0,0012	0,0060	нет данных	
		5	0,00002	0,001	0,0001	-	0,00	-	0,0068	0,0817	0,0002	0,0041	-0,0011	0,0016	нет данных
		20	0,00004	0,001	0,0001	0,00	-	0,0062	0,0408	0	0,0039	-0,0010	0,0012	нет данных	
		100	0,00007	0,001	0,0001	0,00	-	0,0078	0,0408	0,0002	0,0039	-0,0004	0,0012	нет данных	
		120	0,00006	0,001	0,0002	0,00	-	0,0088	0,0408	0,0002	0,0039	-0,0003	0,0012	нет данных	
	δ, '	1	0,000	0,034	0,014	0,12	1	1,478	8,161	0,009	0,3	0,001	0,5815	нет данных	
		5	-0,004	0,034	0,002	0,12	1	1,358	4,080	0,004	0,25	0,012	0,1232	нет данных	

Дополнительное сравнение измерений трансформаторов тока (ТТ)

I _{ном} , А	Измеряемая величина	Значение тока в % от I _{ном}	Наименование участника и предоставленные им результаты											
			УНИИМ		БелГИМ		МАСМ		УМТС		КазСтандарт		ГЕОСТМ	
			погрешность	U _p	погрешность	U _p	погрешность	U _p	погрешность	U _p	погрешность	U _p		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
		20	-0,005	0,034	0,001	0,071	1,358	2,451	0,011	0,25	0,015	0,0717	нет данных	
		100	-0,006	0,034	0,015	0,071	1,379	2,451	0,007	0,25	0,003	0,0702	нет данных	
		120	-0,005	0,034	0,014	0,071	1,358	2,451	0,005	0,25	0,002	0,0627	нет данных	
4000	ε, %	1	0,00005	0,001	0,0010	0,002	нет данных	нет данных	-	0,0007	0,0044	-0,0010	0,0169	нет данных
		5	0,00004	0,001	0,0005	0,002	нет данных	нет данных	-	0,0002	0,0039	-0,0010	0,0036	нет данных
		20	0,00008	0,001	0,0008	0,001	нет данных	нет данных	-	0,0001	0,0037	-0,0007	0,0021	нет данных
		100	0,00003	0,001	0,0003	0,001	нет данных	нет данных	0	0,0037	-0,0001	0,0020	нет данных	

I _{ном} , А	Измеряемая величина	Значение тока в % от I _{ном}	Наименование участника и предоставленные им результаты										
			УНИИМ		БелГИМ		МАСМ		УМТС		КазСтандарт		ГЕОСТМ
			погрешность	U _p	погрешность	U _p	погрешность	U _p	погрешность	U _p	погрешность	U _p	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
		120	0,00002	0,001	0,0002	0,001	нет данных	нет данных	0	0,0037	-0,0001	0,0018	нет данных
	δ, '	1	-0,001	0,034	-0,148	0,121	нет данных	нет данных	-0,006	0,32	-0,002	0,5810	нет данных
		5	-0,002	0,034	-0,165	0,121	нет данных	нет данных	0,015	0,26	0,003	0,1213	нет данных
		20	-0,004	0,034	-0,126	0,071	нет данных	нет данных	0,013	0,25	-0,002	0,0675	нет данных
		100	-0,002	0,034	-0,051	0,071	нет данных	нет данных	0,002	0,25	-0,007	0,0675	нет данных
		120	-0,002	0,034	-0,047	0,071	нет данных	нет данных	0,002	0,25	-0,006	0,0596	нет данных

Дополнительное сравнение измерений трансформаторов тока (ТТ)

Таблица А.2 - Результаты измерений, полученные участниками сличений для $I_{2ном} = 5 \text{ А}$

I _{ном} м, А	Измеряе мая величина	Значен ие тока в % от I _{ном}	Наименование участника и предоставленные им результаты												
			УНИИМ		БелГИМ		МАСМ		УМТС		КазСтандарт		ГЕОСТМ		
			погреш ность	U _p	погре шнос ть	U _p	погреш ность	U _p	погре шнос ть	U _p	погре шнос ть	U _p	погрешн ость	U _p	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	ε, %	1	0,00003	0,001	-0,00001	0,0016	нет данных	нет данных	0,0005	0,0056	0,0005	-	0,00792 7	-0,00065	0,00326
		5	0,00003	0,001	0,0001 7	0,0016	нет данных	нет данных	0,0001	0,0041	0,0003	-	0,00241 8	-0,0009	0,00326
		20	0,00001	0,001	0,0000 8	0,0013	нет данных	нет данных	0,0002	0,0039	0,0003	-	0,00155 9	-0,00105	0,00274
		100	0,00005	0,001	0,0000 5	0,0013	нет данных	нет данных	0,0002	0,0039	0,0002	-	0,00129 7	-0,00094	0,00185
		120	0,00006	0,001	0,0000 3	0,0013	нет данных	нет данных	0,0002	0,0039	0,0002	-	0,00129 2	-0,0009	0,00185
	δ, '	1	0,013	0,034	0,006	0,1214	нет данных	нет данных	0,032	0,37	0,050		0,58772 5	0,0343774 7	0,15573
		5	0,010	0,034	0,005	0,1214	нет данных	нет данных	0,026	0,27	0,047		0,12746 3	- 0,0048128	0,15573
		20	0,009	0,034	0,005	0,0708	нет данных	нет данных	0,025	0,27	0,047		0,07325 7	- 0,0017189	0,14266 6

I _{ном} м, А	Измеряе мая величина	Значен ие тока в % от I _{ном}	Наименование участника и предоставленные им результаты											
			УНИИМ		БелГИМ		МАСМ		УМТС		КазСтандарт		ГЕОСТМ	
			погреш ность	U _p	погре шнос ть	U _p	погреш ность	U _p	погре шнос ть	U _p	погре шнос ть	U _p	погрешн ость	U _p
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
		100	0,006	0,034	0,007	0,0708	нет данных	нет данных	0,024	0,27	0,046	0,07183	0,0068754 9	0,12925 9
		120	0,006	0,034	0,008	0,0708	нет данных	нет данных	0,024	0,27	0,046	0,06406 9	0,0085943 7	0,12925 9
5	ε, %	1	0,00004	0,0005	0,0002	0,0016	0,0212	0,1155	0,0003	0,0056	0,0004	0,00584 2	-0,00015	0,00326
		5	0,00004	0,0005	0,0002	0,0016	-0,0168	0,0578	0,0003	0,0041	0,0001	0,00126 9	-0,00035	0,00326
		20	0,00001	0,0005	0,0002	0,0013	-0,0402	0,0289	0,0002	0,0039	0,0000	0,00076 7	-0,00028	0,00274
		100	0,00004	0,0005	0,0001	0,0013	-0,0374	0,029	0,0003	0,0039	0,0000	0,00076 7	-0,00015	0,00185
		120	0,00005	0,0005	0,0001	0,0013	-0,0358	0,029	0,0003	0,0039	0,0000	0,00076 4	0	0,00185
	δ, '	1	-0,007	0,017	-0,012	0,1214	3,757	8,161	0,009	0,3	0,009	0,57951 4	-	0,1278842 0,15573
		5	-0,009	0,017	-0,002	0,1214	3,678	4,084	0,001	0,25	-0,012	0,11740 1	-	0,1186023 0,15573

Дополнительное сравнение измерений трансформаторов тока (ТТ)

I _{ном} м, А	Измеряе мая величина	Значен ие тока в % от I _{ном}	Наименование участника и предоставленные им результаты												
			УНИИМ		БелГИМ		МАСМ		УМТС		КазСтандарт		ГЕОСТМ		
			погреш ность	U _p	погре шнос ть	U _p	погреш ность	U _p	погре шнос ть	U _p	погре шнос ть	U _p	погрешн ость	U _p	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
		20	-0,011	0,017	-0,013	0,0708	2,458	2,451	-0,003	0,25	-0,014	0,06059 8	-	0,1186023	0,14266 6
		100	-0,013	0,017	-0,012	0,0708	3,359	10,179	-0,005	0,25	-0,016	0,06101 2	-	0,1017573	0,12925 9
		120	-0,013	0,017	-0,012	0,0708	1,004	2,447	-0,006	0,25	-0,017	0,05876 2	-	0,0996947	0,12925 9
40	ε, %	1	0,00001	0,0005	0,0002	0,0016	0,0618	0,1163	0,0006	0,0056	0,0001	0,00587 2	-	-0,0001	0,00308
		5	-0,00001	0,0005	0,0002	0,0016	0,0132	0,0577	0,0001	0,0041	0,0001	0,00128 4	-	-0,0001	0,00308
		20	0,00000	0,0005	0,0001	0,0013	0,0054	0,0289	0,0002	0,0039	0,0001	0,00077 4	-	-0,0001	0,00301
		100	-0,00001	0,0005	0,0001	0,0013	0,0012	0,0289	0,0004	0,0039	0,0001	0,00077 4	-	-0,0002	0,00203
		120	-0,00001	0,0005	0,0001	0,0013	0,0014	0,0289	0,0005	0,0039	0,0001	0,00077 3	-	-0,0002	0,00203
	δ, '	1	-0,001	0,017	-0,005	0,1214	-0,041	8,188	-0,003	0,3	-0,014	0,57958 4	0,0034377 5	0,15916 8	

I _{ном} м, А	Измеряе мая величина	Значен ие тока в % от I _{ном}	Наименование участника и предоставленные им результаты												
			УНИИМ		БелГИМ		МАСМ		УМТС		КазСтандарт		ГЕОСТМ		
			погреш ность	U _p	погре шнос ть	U _p	погреш ность	U _p	погре шнос ть	U _p	погре шнос ть	U _p	погрешн ость	U _p	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
		5	-0,001	0,017	0,006	0,1214	0,320	4,152	-0,007	0,25	0,001	0,11863	0,0034377	0,15916	
		20	-0,001	0,017	-0,004	0,0708	0,340	2,485	-0,012	0,25	0,004	0,06355		0,15538	
		100	-0,001	0,017	-0,010	0,0708	0,378	2,451	-0,021	0,25	0,004	0,06242		0,10485	
		120	-0,002	0,017	-0,010	0,0708	0,378	2,451	-0,021	0,25	0,004	0,06036		0,10485	
150	ε, %	1	-0,00001	0,0005	0,0001	0,0016	0,0422	0,1155	0,0009	0,0056	0,0014	-	0,00773	0,00005	0,00326
		5	-0,00002	0,0005	0,0004	0,0016	0,0098	0,0578	0,0002	0,0041	0,0006	-	0,00245	-0,00012	0,00326
		20	-0,00002	0,0005	0,0006	0,0013	0,0032	0,0289	0,0002	0,0039	0,0004	-	0,00138	-0,00003	0,00274
		100	-0,00003	0,0005	0,0001	0,0013	0,0010	0,0289	0,0003	0,0039	0,0003	-	0,00103	-0,00005	0,00185
		120	-0,00004	0,0005	0,0002	0,0013	0,0012	0,0289	0,0004	0,0039	0,0003	-	0,00095	-0,00006	0,00185

Дополнительное сравнение измерений трансформаторов тока (ТТ)

I _{ном} м, А	Измеряе мая величина	Значен ие тока в % от I _{ном}	Наименование участника и предоставленные им результаты											
			УНИИМ		БелГИМ		МАСМ		УМТС		КазСтандарт		ГЕОСТМ	
			погреш ность	U _p	погре шнос ть	U _p	погреш ность	U _p	погре шнос ть	U _p	погре шнос ть	U _p	погрешн ость	U _p
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	δ, '	1	0,000	0,017	0,001	0,1214	0,839	8,219	-0,002	0,3	0,025	0,58222 8	0	0,15573
		5	-0,001	0,017	0,007	0,1214	0,419	4,087	0,012	0,25	0,029	0,12240 7	- 0,0429718	0,15573
		20	-0,001	0,017	0,001	0,0708	1,059	2,729	0,024	0,25	0,024	0,07476 9	- 0,0395341	0,14266 6
		100	-0,001	0,017	0,008	0,0708	0,681	2,451	0,009	0,25	0,022	0,07702 8	- 0,0360963	0,12925 9
		120	-0,001	0,017	0,005	0,0708	0,660	2,451	0,005	0,25	0,022	0,07530 7	-0,027502	0,12925 9
750	ε, %	1	-0,00024	0,001	0,0001	0,0016	-0,0272	0,1155	0,0004	0,0056	0,0003	0,00610 6	0,0001	0,00326
		5	-0,00023	0,001	0,0000	0,0016	-0,0084	0,0577	0,0003	0,0041	0,0002	0,00168 4	0,00042	0,00326
		20	-0,00025	0,001	0,0000	0,0013	-0,0078	0,0289	0	0,0039	0,0000	0,00120 7	0,0004	0,00274
		100	-0,00018	0,001	0,0000	0,0013	-0,0088	0,0289	0,0002	0,0039	0,0001	0,00116 2	0,0004	0,00185

I _{ном} м, А	Измеряе мая величина	Значен ие тока в % от I _{ном}	Наименование участника и предоставленные им результаты												
			УНИИМ		БелГИМ		МАСМ		УМТС		КазСтандарт		ГЕОСТМ		
			погреш ность	U _p	погре шнос ть	U _p	погреш ность	U _p	погре шнос ть	U _p	погре шнос ть	U _p	погрешн ость	U _p	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	δ, '	120	-0,00016	0,001	0,0001	0,0013	-0,0084	0,0289	0,0003	0,0039	0,0000	0,00116	0,0004	0,00185	
		1	-0,006	0,034	0,001	0,1214	2,159	8,161	-0,026	0,3	-0,001	0,58106	-	0,0182201	0,15573
		5	-0,008	0,034	0,011	0,1214	2,180	4,080	-0,002	0,25	-0,004	0,12988	-	0,0154699	0,15573
		20	-0,008	0,034	0,010	0,0708	1,960	2,451	-0,003	0,25	-0,006	0,08027	-	0,0120321	0,14266
		100	-0,006	0,034	0,011	0,0708	1,258	2,451	0,009	0,25	-0,007	0,07819	-	-0,013751	0,12925
		120	-0,006	0,034	0,011	0,0708	1,079	2,451	0,01	0,25	-0,007	0,07149	-	-0,013751	0,12925
		1	-0,00023	0,001	0,0001	0,0016	-0,0228	0,1155	0,0001	0,0056	0,0011	0,00605	0,00015	0,00326	
150 0	ε, %	5	-0,00026	0,001	0,0001	0,0016	-0,0034	0,0577	0,0002	0,0041	0,0005	0,00161	0,00067	0,00326	
		20	-0,00025	0,001	0,0001	0,0013	0,0012	0,0289	0	0,0039	0,0003	0,00117	0,0005	0,00274	

Дополнительное сравнение измерений трансформаторов тока (ТТ)

I _{ном} м, А	Измеряе мая величина	Значен ие тока в % от I _{ном}	Наименование участника и предоставленные им результаты												
			УНИИМ		БелГИМ		МАСМ		УМТС		КазСтандарт		ГЕОСТМ		
			погреш ность	U _p	погре шнос ть	U _p	погреш ность	U _p	погре шнос ть	U _p	погре шнос ть	U _p	погрешн ость	U _p	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
		100	-0,00012	0,001	0,0000	0,0013	0,0036	0,0289	0,0004	0,0039	0,0001	0,00116 2	0,00002	0,00185	
		120	-0,00012	0,001	0,0000	0,0013	0,0036	0,0289	0,0004	0,0039	0,0002	0,00115 5	0	0,00185	
	δ, '	1	-0,001	0,034	0,007	0,1214	0,162	8,161	-0,008	0,3	0,007	0,58165 4	-	0,0051566 0,15573	
		5	-0,002	0,034	0,007	0,1214	0,278	4,080	0,007	0,25	0,007	0,12429 9	-	0,0089381 0,15573	
		20	0,000	0,034	-0,006	0,0708	0,378	2,451	0,014	0,25	0,008	0,07451 6	-	0,0068755 0,14266 6	
		100	0,001	0,034	0,013	0,0708	0,581	2,451	0,02	0,25	0,011	0,07450 8	-	0,0034377 0,12925 9	
		120	0,001	0,034	0,013	0,0708	0,481	2,451	0,018	0,25	0,008	0,06742 6	-	0,0017189 0,12925 9	
		250 0	ε, %	1	-0,00021	0,001	-	0,0016	-0,0490	0,1156	0,0004	0,0056	0,0011	0,00599 8	нет данных
	5	-0,00026		0,001	0,0000	0,0016	-0,0274	0,0578	0	0,0041	0,0003	0,00154 4	нет данных	нет данных	

I _{ном} м, А	Измеряе мая величина	Значен ие тока в % от I _{ном}	Наименование участника и предоставленные им результаты												
			УНИИМ		БелГИМ		МАСМ		УМТС		КазСтандарт		ГЕОСТМ		
			погреш ность	U _p	погре шнос ть	U _p	погреш ность	U _p	погре шнос ть	U _p	погре шнос ть	U _p	погрешн ость	U _p	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
		20	-0,00019	0,001	0,0000	0,0013	-0,0216	0,0292	0,0001	0,0039	0,0001	0,00115 7	нет данных	нет данных	
		100	-0,00012	0,001	0,0001	0,0013	-0,0130	0,029	0,0002	0,0039	0,0001	0,00116 2	нет данных	нет данных	
		120	-0,00012	0,001	0,0001	0,0013	нет данных	нет данных	- 0,0002	0,0039	0,0001	0,00116 1	нет данных	нет данных	
	δ, '	1	-0,001	0,034	0,037	0,1214	-0,378	8,161	0,02	0,3	0,031	0,5832	нет данных	нет данных	
		5	-0,001	0,034	0,033	0,1214	-0,278	4,080	0	0,25	0,017	0,12367	нет данных	нет данных	
		20	0,001	0,034	0,035	0,0708	-0,162	2,451	-0,01	0,25	0,013	0,07027 4	нет данных	нет данных	
		100	0,002	0,034	0,020	0,0708	0,179	2,451	-0,01	0,25	0,011	0,06923 8	нет данных	нет данных	
		120	0,002	0,034	0,009	0,0708	нет данных	нет данных	-0,01	0,25	0,011	0,06268 1	нет данных	нет данных	
	500 0	ε, %	1	0,00003	0,001	0,0101	0,0018	нет данных	нет данных	- 0,0004	0,0044	0,0013	0,00595 7	нет данных	нет данных

Дополнительное сравнение измерений трансформаторов тока (ТТ)

I _{ном} м, А	Измеряе мая величина	Значен ие тока в % от I _{ном}	Наименование участника и предоставленные им результаты											
			УНИИМ		БелГИМ		МАСМ		УМТС		КазСтандарт		ГЕОСТМ	
			погреш ность	U _p	погре шнос ть	U _p	погреш ность	U _p	погре шнос ть	U _p	погре шнос ть	U _p	погрешн ость	U _p
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
		5	0,00004	0,001	0,0092	0,0018	нет данных	нет данных	- 0,0005	0,0039	0,0011	0,00157 9	нет данных	нет данных
		20	0,00007	0,001	0,0052	0,0013	нет данных	нет данных	- 0,0005	0,0037	0,0006	0,00118 1	нет данных	нет данных
		100	0,00006	0,001	0,0055	0,0013	нет данных	нет данных	- 0,0003	0,0037	0,0001	0,00118 1	нет данных	нет данных
		120	0,00005	0,001	0,0048	0,0013	нет данных	нет данных	- 0,0003	0,0037	0,0001	0,00117 8	нет данных	нет данных
	δ, '	1	-0,017	0,034	-0,158	0,1214	нет данных	нет данных	-0,019	0,32	-0,003	0,58154 6	нет данных	нет данных
		5	-0,019	0,034	-0,164	0,1214	нет данных	нет данных	0,015	0,26	-0,011	0,12163 3	нет данных	нет данных
		20	-0,023	0,034	-0,128	0,0708	нет данных	нет данных	0,016	0,25	-0,022	0,06770 7	нет данных	нет данных
		100	-0,023	0,034	-0,450	0,0708	нет данных	нет данных	0	0,25	-0,025	0,06763 3	нет данных	нет данных
		120	-0,023	0,034	-0,455	0,0708	нет данных	нет данных	0,001	0,25	-0,024	0,05956 2	нет данных	нет данных

Обработка результатов сличений

Для оценивания данных предоставленных участниками сличений были вычислены значения критерия χ^2 по формуле

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(x_i - x_{ref})^2}{u^2(x_i)} \quad (2)$$

где

$$x_{ref} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{x_i}{u^2(x_i)}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{u^2(x_i)}}, \quad u^2(x_{ref}) = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{u^2(x_i)}} \quad (3)$$

где x_i - результаты i -го участника сличений;

$u(x_i)$ - заявленная стандартная неопределенность i -го участника сличений;

x_{ref} - опорное значение дополнительных сличений;

$u(x_{ref})$ - стандартная неопределенность опорного значения дополнительных сличений;

n – число участников сличений.

Значение вычисленного критерия χ^2 сравнивалось с критическим значением χ^2 для уровня доверия 0,95 и числом степеней свободы $n-1$.

В случае выполнения неравенства

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(x_i - x_{ref})^2}{u^2(x_i)} < \chi_{0,95}^2(n-1) \quad (4)$$

данные участников, для данного коэффициента масштабного преобразования тока, признавались согласованными.

Так как не все данные полученные от участников оказались согласованы, то были рассчитаны критерии E_n для всех участников по формуле

$$E_{ni} = \frac{|x_i - x_{ref}|}{2 \cdot \sqrt{u^2(x_i) - u^2(x_{ref})}} \quad (5)$$

Результаты участников, попавшие во множество согласованных данных приведены в Таблице 2 [2].

Таблица 2

Дополнительное сравнение измерений трансформаторов тока (ТТ)

I _{ном} , А	Измеряемая величина	Значение тока в % от I _{ном}	X _{ref}	u ² (X _{ref})	χ ²	χ ² _{0.95(n-1)}	Данные согласованы?	Наименование участника и значение E _n					
								УНИИМ	БелГИМ	MASM	УМТС	КазСтандарт	ГЕОСТМ
1	2	3	4	6	8	10	11	12	13	14	15	16	17
0,5	ε, %	1	-1,28E-05	2,42E-07	0,00	3,84	да	0,02	исключен	исключен	0,02	исключен	нет данных
		5	1,12E-05	2,36E-07	0,01	3,84	да	0,05	исключен	исключен	0,05	исключен	нет данных
		20	1,85E-05	2,35E-07	0,02	3,84	да	0,07	исключен	исключен	0,07	исключен	нет данных
		100	4,43E-06	2,35E-07	0,02	3,84	да	0,08	исключен	нет данных	0,08	исключен	нет данных
		120	4,43E-06	2,35E-07	0,02	3,84	да	0,08	исключен	нет данных	0,08	исключен	нет данных
	δ, '	1	-6,39E-03	2,93E-04	0,02	3,84	да	0,06	исключен	исключен	0,06	исключен	нет данных
		5	-6,91E-03	2,91E-04	0,03	3,84	да	0,09	исключен	исключен	0,09	исключен	нет данных
		20	-8,95E-03	2,91E-04	0,01	3,84	да	0,04	исключен	исключен	0,04	исключен	нет данных
		100	-1,13E-02	2,91E-04	0,00	3,84	да	0,03	исключен	нет данных	0,03	исключен	нет данных
		120	-1,17E-02	2,91E-04	0,00	3,84	да	0,03	исключен	нет данных	0,03	исключен	нет данных

I _{ном} , А	Измеряемая величина	Значение тока в % от I _{ном}	X _{ref}	u ² (X _{ref})	χ ²	χ ² _{0.95(n-1)}	Данные согласованы?	Наименование участника и значение E _n					
								УНИИМ	БелГИМ	MASM	УМТС	КазСтандарт	ГЕОСТМ
1	2	3	4	6	8	10	11	12	13	14	15	16	17
5	ε, %	1	9,44E-06	6,16E-08	0,59	7,82	да	0,09	исключен	0,37	0,06	0,09	нет данных
		5	-3,97E-05	5,59E-08	0,90	7,82	да	0,12	исключен	0,44	0,08	0,17	нет данных
		20	-4,16E-05	5,20E-08	2,63	7,82	да	0,13	исключен	0,78	0,11	0,20	нет данных
		100	-3,70E-05	5,20E-08	2,33	7,82	да	0,11	исключен	0,73	0,14	0,18	нет данных
		120	-4,03E-05	5,19E-08	2,32	7,82	да	0,10	исключен	0,73	0,14	0,17	нет данных
	δ, '	1	-8,38E-04	7,36E-05	0,08	7,82	да	0,02	исключен	0,11	0,03	0,09	нет данных
		5	-1,23E-03	7,21E-05	0,98	7,82	да	0,38	исключен	0,29	0,02	0,40	нет данных
		20	4,83E-04	6,91E-05	3,08	7,82	да	0,70	исключен	0,52	0,03	0,70	нет данных
		100	2,58E-04	6,91E-05	3,58	7,82	да	0,69	исключен	0,64	0,03	0,69	нет данных
		120	8,74E-04	6,80E-05	4,10	7,82	да	0,78	исключен	0,64	0,02	0,78	нет данных

Дополнительное сравнение измерений трансформаторов тока (ТТ)

I _{ном} , А	Измеряемая величина	Значение тока в % от I _{ном}	X _{ref}	u ² (X _{ref})	χ ²	χ ² _{0.95(n-1)}	Данные согласованы?	Наименование участника и значение E _n					
								УНИИМ	БелГИМ	MASM	УМТС	КазСтандарт	ГЕОСТМ
1	2	3	4	6	8	10	11	12	13	14	15	16	17
50	ε, %	1	-1,82E-05	6,16E-08	0,28	7,82	да	0,03	исключен	0,23	0,11	0,08	нет данных
		5	-3,58E-05	5,35E-08	0,94	7,82	да	0,08	исключен	0,44	0,16	0,15	нет данных
		20	-5,71E-05	4,33E-08	2,51	7,82	да	0,10	исключен	0,76	0,17	0,16	нет данных
		100	-5,61E-05	4,36E-08	4,43	7,82	да	0,02	исключен	1,03	0,22	0,10	нет данных
		120	-7,35E-05	4,36E-08	4,53	7,82	да	0,07	исключен	1,03	0,25	0,15	нет данных
	δ, '	1	1,15E-03	7,36E-05	0,05	7,82	да	0,11	исключен	0,02	0,10	0,04	нет данных
		5	-2,82E-04	7,20E-05	0,06	7,82	да	0,08	исключен	0,09	0,02	0,08	нет данных
		20	-1,77E-04	6,81E-05	0,18	7,82	да	0,11	исключен	0,19	0,01	0,10	нет данных
		100	2,67E-04	6,80E-05	0,40	7,82	да	0,06	исключен	0,31	0,04	0,06	нет данных
		120	7,08E-04	6,77E-05	0,34	7,82	да	0,07	исключен	0,28	0,03	0,08	нет данных

I _{ном} м, А	Измеряема я величина	Значен ие тока в % от I _{ном}	X _{ref}	u ² (X _{ref})	χ ²	χ ² _{0.95(n-1)}	Данные согласо ваны?	Наименование участника и значение E _n					
								УНИИ М	БелГИМ	MASM	УМТС	КазСтанд арт	ГЕОСТ М
1	2	3	4	6	8	10	11	12	13	14	15	16	17
200	ε, %	1	-1,83E-04	5,66E-08	0,47	9,49	да	0,21	0,23	0,12	0,12	0,19	нет данных
		5	-2,16E-04	5,37E-08	1,40	9,49	да	0,02	0,33	0,18	0,15	0,45	нет данных
		20	-2,78E-04	4,75E-08	2,20	9,49	да	0,22	0,31	0,29	0,12	0,63	нет данных
		100	-3,70E-04	4,35E-08	1,85	9,49	да	0,43	0,09	0,12	0,22	0,64	нет данных
		120	-3,91E-04	4,35E-08	1,94	9,49	да	0,55	0,13	0,11	0,26	0,61	нет данных
	δ, '	1	-2,27E-03	7,21E-05	0,20	9,49	да	0,18	0,17	0,13	0,05	0,02	нет данных
		5	-1,28E-03	7,07E-05	0,60	9,49	да	0,27	0,25	0,26	0,04	0,12	нет данных
		20	-8,96E-04	6,56E-05	1,76	9,49	да	0,44	0,39	0,48	0,08	0,19	нет данных
		100	4,77E-04	6,60E-05	2,42	9,49	да	0,48	0,51	0,56	0,01	0,14	нет данных
		120	1,20E-03	6,60E-05	2,35	9,49	да	0,49	0,54	0,52	0,00	0,13	нет данных

Дополнительное сравнение измерений трансформаторов тока (ТТ)

I _{ном} , А	Измеряемая величина	Значение тока в % от I _{ном}	X _{ref}	u ² (X _{ref})	χ ²	χ ² _{0.95(n-1)}	Данные согласованы?	Наименование участника и значение E _n					
								УНИИМ	БелГИМ	MASM	УМТС	КазСтандарт	ГЕОСТМ
1	2	3	4	6	8	10	11	12	13	14	15	16	17
600	ε, %	1	-1,01E-04	1,75E-07	0,40	9,49	да	0,17	0,25	0,07	0,20	0,02	нет данных
		5	-1,36E-04	1,37E-07	0,20	9,49	да	0,10	0,04	0,11	0,18	0,01	нет данных
		20	-1,41E-04	1,04E-07	0,24	9,49	да	0,13	0,02	0,14	0,17	0,06	нет данных
		100	-1,21E-04	1,05E-07	0,33	9,49	да	0,05	0,13	0,08	0,24	0,09	нет данных
		120	-1,72E-04	1,05E-07	0,47	9,49	да	0,04	0,26	0,13	0,20	0,12	нет данных
	δ, '	1	5,24E-04	2,69E-04	0,63	9,49	да	0,15	0,14	0,37	0,05	0,01	нет данных
		5	3,13E-04	2,53E-04	2,41	9,49	да	0,13	0,11	0,76	0,02	0,06	нет данных
		20	6,21E-03	2,12E-04	7,53	9,49	да	0,39	0,43	1,30	0,04	0,01	нет данных
		100	1,02E-02	2,10E-04	8,28	9,49	да	0,51	0,61	1,30	0,05	0,02	нет данных
		120	9,84E-03	2,06E-04	7,39	9,49	да	0,47	0,56	1,23	0,04	0,02	нет данных

I _{1ном} м, А	Измеряема я величина	Значен ие тока в % от I _{1ном}	X _{ref}	u ² (X _{ref})	χ ²	χ ² _{0.95(n-1)}	Данные согласо ваны?	Наименование участника и значение E _n					
								УНИИ М	БелГИМ	MASM	УМТС	КазСтанд арт	ГЕОСТ М
1	2	3	4	6	8	10	11	12	13	14	15	16	17
1200	ε, %	1	-6,46E-05	2,36E-07	0,26	5,99	да	0,21	исключе н	исключе н	0,06	0,25	нет данных
		5	-3,25E-04	1,79E-07	1,75	5,99	да	0,58	исключе н	исключе н	0,11	0,66	нет данных
		20	-4,39E-04	1,40E-07	2,17	5,99	да	0,68	исключе н	исключе н	0,11	0,74	нет данных
		100	-3,34E-04	1,38E-07	1,26	5,99	да	0,55	исключе н	нет данных	0,02	0,55	нет данных
		120	-3,06E-04	1,38E-07	1,04	5,99	да	0,50	исключе н	нет данных	0,02	0,50	нет данных
	δ, '	1	-5,97E-03	2,91E-04	0,01	5,99	да	0,03	исключе н	исключе н	0,04	0,01	нет данных
		5	-6,66E-03	2,72E-04	0,05	5,99	да	0,09	исключе н	исключе н	0,01	0,11	нет данных
		20	-5,90E-03	2,50E-04	0,13	5,99	да	0,17	исключе н	исключе н	0,02	0,18	нет данных
		100	-8,41E-03	2,48E-04	0,09	5,99	да	0,15	исключе н	нет данных	0,02	0,15	нет данных
		120	-8,76E-03	2,42E-04	0,06	5,99	да	0,12	исключе н	нет данных	0,01	0,12	нет данных

Дополнительное сравнение измерений трансформаторов тока (ТТ)

I _{ном} , А	Измеряемая величина	Значение тока в % от I _{ном}	X _{ref}	u ² (X _{ref})	χ ²	χ ² _{0.95(n-1)}	Данные согласованы?	Наименование участника и значение E _n					
								УНИИМ	БелГИМ	MASM	УМТС	КазСтандарт	ГЕОСТМ
1	2	3	4	6	8	10	11	12	13	14	15	16	17
2000	ε, %	1	3,54E-05	1,75E-07	0,24	9,49	да	0,04	0,12	0,05	0,03	0,21	нет данных
		5	-2,45E-04	1,36E-07	1,46	9,49	да	0,39	0,08	0,08	0,11	0,59	нет данных
		20	-2,56E-04	1,04E-07	2,27	9,49	да	0,39	0,33	0,15	0,07	0,74	нет данных
		100	-1,12E-04	1,04E-07	0,47	9,49	да	0,23	0,04	0,19	0,02	0,27	нет данных
		120	-1,15E-04	1,04E-07	0,40	9,49	да	0,22	0,03	0,21	0,02	0,19	нет данных
	δ, '	1	9,70E-04	2,69E-04	0,18	9,49	да	0,11	0,11	0,18	0,03	0,00	нет данных
		5	-2,14E-03	2,51E-04	0,51	9,49	да	0,12	0,04	0,33	0,02	0,12	нет данных
		20	-3,96E-04	1,99E-04	1,48	9,49	да	0,22	0,02	0,55	0,05	0,23	нет данных
		100	-6,79E-04	1,98E-04	1,54	9,49	да	0,24	0,23	0,56	0,03	0,05	нет данных
		120	-6,99E-04	1,90E-04	1,47	9,49	да	0,22	0,22	0,55	0,02	0,04	нет данных

I _{1но} м, А	Измеряема я величина	Значен ие тока в % от I _{1ном}	X _{ref}	u ² (X _{ref})	χ ²	χ ² _{0.95(n-1)}	Данные согласо ваны?	Наименование участника и значение E _n					
								УНИИ М	БелГИМ	MASM	УМТС	КазСтанд арт	ГЕОСТ М
1	2	3	4	6	8	10	11	12	13	14	15	16	17
400 0	ε, %	1	9,73E-06	2,37E-07	0,13	5,99	да	0,18	исключе н	нет данных	0,17	0,06	нет данных
		5	-2,55E-05	2,19E-07	0,32	5,99	да	0,17	исключе н	нет данных	0,06	0,28	нет данных
		20	-7,11E-05	1,92E-07	0,45	5,99	да	0,30	исключе н	нет данных	0,01	0,33	нет данных
		100	-8,79E-07	1,90E-07	0,02	5,99	да	0,06	исключе н	нет данных	0,00	0,07	нет данных
		120	-9,72E-06	1,82E-07	0,02	5,99	да	0,06	исключе н	нет данных	0,00	0,06	нет данных
	δ, '	1	-7,53E-04	2,91E-04	0,00	5,99	да	0,02	исключе н	нет данных	0,02	0,00	нет данных
		5	-1,58E-03	2,69E-04	0,02	5,99	да	0,06	исключе н	нет данных	0,06	0,04	нет данных
		20	-3,26E-03	2,31E-04	0,02	5,99	да	0,04	исключе н	нет данных	0,07	0,02	нет данных
		100	-3,27E-03	2,31E-04	0,02	5,99	да	0,05	исключе н	нет данных	0,02	0,06	нет данных
		120	-3,14E-03	2,19E-04	0,01	5,99	да	0,05	исключе н	нет данных	0,02	0,06	нет данных

Дополнительное сравнение измерений трансформаторов тока (ТТ)

Таблица 2 Для $I_{2ном} = 5 \text{ А}$

$I_{1ном}$, А	Измеряемая величина	Значение тока в % от $I_{1ном}$	X_{ref}	$u^2(X_{ref})$	χ^2	$\chi^2_{0.95}(n-1)$	Данные согласованы?	Наименование участника и значение E_n					
								УНИИ М	БелГИМ	MASM	УМТС	КазСтандарт	ГЕОСТ М
1	2	3	4	6	8	10	11	12	13	14	15	16	17
1	ε, %	1	9,51E-06	1,73E-07	0,09	9,49	да	0,03	0,01	нет данных	0,09	0,07	0,10
		5	1,29E-05	1,54E-07	0,18	9,49	да	0,02	0,11	нет данных	0,02	0,13	0,14
		20	-3,41E-05	1,19E-07	0,27	9,49	да	0,05	0,10	нет данных	0,06	0,15	0,19
		100	-4,89E-05	1,07E-07	0,38	9,49	да	0,13	0,08	нет данных	0,06	0,16	0,24
		120	-4,56E-05	1,07E-07	0,36	9,49	да	0,14	0,07	нет данных	0,06	0,16	0,23
	δ, '	1	1,30E-02	2,68E-04	0,06	9,49	да	0,00	0,06	нет данных	0,05	0,06	0,07
		5	1,20E-02	2,50E-04	0,35	9,49	да	0,15	0,06	нет данных	0,05	0,28	0,05
		20	1,32E-02	1,99E-04	1,01	9,49	да	0,28	0,12	нет данных	0,04	0,50	0,05
		100	1,25E-02	1,97E-04	1,04	9,49	да	0,33	0,08	нет данных	0,04	0,51	0,02

I _{1ном} , А	Измеряемая величина	Значение тока в % от I _{1ном}	X _{ref}	u ² (X _{ref})	χ ²	χ ² _{0.95(n-1)}	Данные согласованы?	Наименование участника и значение E _n					
								УНИИ М	БелГИМ	MASM	УМТС	КазСтандарт	ГЕОСТ М
1	2	3	4	6	8	10	11	12	13	14	15	16	17
		120	1,37E-02	1,90E-04	1,25	9,49	да	0,38	0,09	нет данных	0,04	0,55	0,02
5	ε, %	1	3,92E-05	5,61E-08	0,20	11,07	да	0,03	0,07	0,18	0,06	0,08	0,03
		5	2,90E-05	4,92E-08	0,45	11,07	да	0,03	0,10	0,29	0,07	0,11	0,06
		20	4,07E-06	3,91E-08	7,82	11,07	да	0,02	0,12	1,39	0,05	0,06	0,05
		100	3,79E-05	3,88E-08	6,71	11,07	да	0,01	0,06	1,29	0,07	0,01	0,05
		120	4,81E-05	3,88E-08	6,13	11,07	да	0,01	0,04	1,24	0,06	0,01	0,01
	δ, '	1	-7,43E-03	7,19E-05	1,47	11,07	да	0,13	0,04	0,46	0,05	0,03	0,39
		5	-8,90E-03	7,04E-05	3,78	11,07	да	0,04	0,06	0,90	0,04	0,02	0,35
		20	-1,13E-02	6,44E-05	4,64	11,07	да	0,08	0,02	1,01	0,03	0,04	0,38
		100	-1,32E-02	6,44E-05	0,93	11,07	да	0,08	0,02	0,33	0,03	0,05	0,34

Дополнительное сравнение измерений трансформаторов тока (ТТ)

I _{ном} , А	Измеряемая величина	Значение тока в % от I _{ном}	x _{ref}	u ² (x _{ref})	χ ²	χ ² _{0.95(n-1)}	Данные согласованы?	Наименование участника и значение E _n					
								УНИИ М	БелГИМ	MASM	УМТС	КазСтандарт	ГЕОСТ М
1	2	3	4	6	8	10	11	12	13	14	15	16	17
		120	-1,35E-02	6,40E-05	1,15	11,07	да	0,08	0,02	0,42	0,03	0,05	0,33
40	ε, %	1	1,69E-05	5,60E-08	1,23	11,07	да	0,07	0,12	0,53	0,11	0,02	0,02
		5	-1,00E-06	4,94E-08	0,27	11,07	да	0,02	0,11	0,23	0,02	0,07	0,02
		20	-1,29E-05	3,93E-08	0,21	11,07	да	0,04	0,07	0,19	0,05	0,11	0,01
		100	-1,46E-05	3,91E-08	0,12	11,07	да	0,02	0,10	0,04	0,11	0,10	0,05
		120	-1,36E-05	3,91E-08	0,15	11,07	да	0,01	0,10	0,05	0,13	0,10	0,05
	δ, '	1	-7,71E-04	7,19E-05	0,01	11,07	да	0,03	0,03	0,00	0,01	0,02	0,01
		5	-8,71E-04	7,04E-05	0,04	11,07	да	0,04	0,06	0,08	0,02	0,01	0,01
		20	-1,07E-03	6,48E-05	0,11	11,07	да	0,02	0,05	0,14	0,04	0,08	0,00
		100	-1,50E-03	6,44E-05	0,20	11,07	да	0,02	0,12	0,15	0,08	0,09	0,01

I _{1ном} , А	Измеряемая величина	Значение тока в % от I _{1ном}	X _{ref}	u ² (X _{ref})	χ ²	χ ² _{0.95(n-1)}	Данные согласованы?	Наименование участника и значение E _n					
								УНИИ М	БелГИМ	MASM	УМТС	КазСтандарт	ГЕОСТ М
1	2	3	4	6	8	10	11	12	13	14	15	16	17
		120	-1,77E-03	6,41E-05	0,21	11,07	да	0,01	0,12	0,16	0,08	0,10	0,01
150	ε, %	1	-8,47E-06	5,62E-08	0,80	11,07	да	0,01	0,09	0,37	0,16	0,18	0,01
		5	3,79E-06	5,41E-08	0,65	11,07	да	0,10	0,28	0,17	0,05	0,25	0,02
		20	1,81E-05	4,79E-08	1,33	11,07	да	0,16	0,51	0,11	0,06	0,30	0,01
		100	-7,24E-05	4,41E-08	0,23	11,07	да	0,16	0,01	0,04	0,10	0,22	0,01
		120	-9,41E-05	4,29E-08	0,33	11,07	да	0,21	0,06	0,04	0,13	0,24	0,01
	δ, '	1	-2,92E-04	7,19E-05	0,05	11,07	да	0,02	0,01	0,10	0,01	0,04	0,00
		5	-7,01E-04	7,05E-05	0,38	11,07	да	0,18	0,06	0,10	0,05	0,24	0,14
		20	-3,96E-06	6,59E-05	1,16	11,07	да	0,24	0,02	0,39	0,10	0,33	0,14
		100	5,65E-04	6,61E-05	0,78	11,07	да	0,26	0,11	0,28	0,03	0,29	0,14

Дополнительное сравнение измерений трансформаторов тока (ТТ)

I _{ном} , А	Измеряемая величина	Значение тока в % от I _{ном}	x _{ref}	u ² (x _{ref})	χ ²	χ ² _{0.95(n-1)}	Данные согласованы?	Наименование участника и значение E _n					
								УНИИ М	БелГИМ	MASM	УМТС	КазСтандарт	ГЕОСТ М
1	2	3	4	6	8	10	11	12	13	14	15	16	17
		120	7,53E-04	6,59E-05	0,68	11,07	да	0,23	0,06	0,27	0,02	0,28	0,11
750	ε, %	1	-1,50E-04	1,72E-07	0,36	11,07	да	0,15	0,18	0,23	0,05	0,03	0,04
		5	-1,69E-04	1,38E-07	0,15	11,07	да	0,08	0,08	0,14	0,03	0,01	0,09
		20	-1,08E-04	1,05E-07	0,45	11,07	да	0,18	0,11	0,27	0,03	0,07	0,09
		100	-4,26E-05	1,01E-07	0,55	11,07	да	0,17	0,04	0,30	0,04	0,13	0,12
		120	-3,17E-05	1,01E-07	0,52	11,07	да	0,17	0,10	0,29	0,07	0,08	0,12
	δ, '	1	-5,38E-03	2,66E-04	0,32	11,07	да	0,01	0,05	0,27	0,07	0,01	0,04
		5	-6,11E-03	2,50E-04	1,24	11,07	да	0,12	0,14	0,54	0,02	0,02	0,03
		20	-4,65E-03	2,03E-04	2,78	11,07	да	0,18	0,22	0,80	0,01	0,02	0,03
		100	-3,25E-03	2,02E-04	1,26	11,07	да	0,14	0,21	0,51	0,05	0,06	0,04

I _{1ном} , А	Измеряемая величина	Значение тока в % от I _{1ном}	X _{ref}	u ² (X _{ref})	χ ²	χ ² _{0.95(n-1)}	Данные согласованы?	Наименование участника и значение E _n					
								УНИИ М	БелГИМ	MASM	УМТС	КазСтандарт	ГЕОСТ М
1	2	3	4	6	8	10	11	12	13	14	15	16	17
		120	-3,36E-03	1,96E-04	0,99	11,07	да	0,13	0,22	0,44	0,05	0,06	0,04
1500	ε, %	1	-1,98E-04	1,72E-07	0,28	11,07	да	0,06	0,09	0,20	0,02	0,15	0,05
		5	-2,72E-04	1,36E-07	0,23	11,07	да	0,02	0,11	0,05	0,02	0,17	0,15
		20	-1,48E-04	1,03E-07	0,35	11,07	да	0,13	0,25	0,05	0,04	0,14	0,12
		100	-7,95E-05	1,01E-07	0,13	11,07	да	0,05	0,09	0,13	0,08	0,01	0,03
		120	-1,09E-04	1,01E-07	0,15	11,07	да	0,01	0,11	0,13	0,08	0,08	0,03
	δ, '	1	-3,63E-04	2,66E-04	0,02	11,07	да	0,05	0,07	0,02	0,03	0,01	0,02
		5	-3,31E-04	2,49E-04	0,06	11,07	да	0,09	0,06	0,07	0,03	0,06	0,03
		20	1,43E-04	1,99E-04	0,19	11,07	да	0,02	0,10	0,15	0,06	0,12	0,02
		100	4,78E-03	1,99E-04	0,37	11,07	да	0,18	0,13	0,24	0,06	0,09	0,03

Дополнительное сравнение измерений трансформаторов тока (ТТ)

I _{ном} , А	Измеряемая величина	Значение тока в % от I _{ном}	x _{ref}	u ² (x _{ref})	χ ²	χ ² _{0.95(n-1)}	Данные согласованы?	Наименование участника и значение E _n					
								УНИИ М	БелГИМ	MASM	УМТС	КазСтандарт	ГЕОСТ М
1	2	3	4	6	8	10	11	12	13	14	15	16	17
		120	4,45E-03	1,93E-04	0,27	11,07	да	0,16	0,13	0,19	0,05	0,06	0,02
2500	ε, %	1	-2,14E-04	1,75E-07	0,13	7,82	да	0,01	0,00	исключен	0,11	0,14	нет данных
		5	-2,16E-04	1,35E-07	0,09	7,82	да	0,06	0,13	исключен	0,05	0,07	нет данных
		20	-1,19E-04	1,04E-07	0,05	7,82	да	0,09	0,09	исключен	0,00	0,01	нет данных
		100	7,22E-06	1,04E-07	0,13	7,82	да	0,16	0,08	исключен	0,05	0,12	нет данных
		120	4,77E-06	1,05E-07	0,14	7,82	да	0,16	0,06	нет данных	0,05	0,14	нет данных
	δ, '	1	1,78E-03	2,69E-04	0,39	7,82	да	0,31	0,30	исключен	0,06	0,05	нет данных
		5	2,19E-03	2,51E-04	0,36	7,82	да	0,27	0,26	исключен	0,01	0,12	нет данных
		20	8,08E-03	1,98E-04	0,80	7,82	да	0,37	0,41	исключен	0,07	0,08	нет данных
		100	6,16E-03	1,97E-04	0,24	7,82	да	0,21	0,21	исключен	0,07	0,08	нет данных

I _{1ном} , А	Измеряемая величина	Значение тока в % от I _{1ном}	X _{ref}	u ² (X _{ref})	χ ²	χ ² _{0.95(n-1)}	Данные согласованы?	Наименование участника и значение E _n					
								УНИИ М	БелГИМ	MASM	УМТС	КазСтандарт	ГЕОСТ М
1	2	3	4	6	8	10	11	12	13	14	15	16	17
		120	4,69E-03	1,90E-04	0,10	7,82	да	0,14	исключен	нет данных	0,06	0,12	нет данных
5000	ε, %	1	-2,58E-05	2,32E-07	0,23	5,99	да	0,21	исключен	нет данных	0,09	0,22	нет данных
		5	-2,87E-04	1,70E-07	1,41	5,99	да	0,58	исключен	нет данных	0,06	0,58	нет данных
		20	-2,28E-04	1,40E-07	0,81	5,99	да	0,45	исключен	нет данных	0,08	0,42	нет данных
		100	1,05E-06	1,40E-07	0,05	5,99	да	0,09	исключен	нет данных	0,08	0,06	нет данных
		120	-7,24E-06	1,39E-07	0,05	5,99	да	0,09	исключен	нет данных	0,08	0,05	нет данных
	δ, '	1	-1,72E-02	2,91E-04	0,00	5,99	да	0,01	исключен	нет данных	0,01	0,02	нет данных
		5	-1,75E-02	2,69E-04	0,08	5,99	да	0,11	исключен	нет данных	0,13	0,06	нет данных
		20	-2,18E-02	2,31E-04	0,09	5,99	да	0,05	исключен	нет данных	0,15	0,00	нет данных
		100	-2,33E-02	2,31E-04	0,04	5,99	да	0,01	исключен	нет данных	0,09	0,03	нет данных

Дополнительное сравнение измерений трансформаторов тока (ТТ)

I _{ном} , А	Измеряемая величина	Значение тока в % от I _{ном}	x _{ref}	u ² (x _{ref})	χ ²	χ ² _{0.95(n-1)}	Данные согласованы?	Наименование участника и значение E _n					
								УНИИ М	БелГИМ	MASM	УМТС	КазСтандарт	ГЕОСТ М
1	2	3	4	6	8	10	11	12	13	14	15	16	17
		120	-2,33E-02	2,19E-04	0,04	5,99	да	0,01	исключен	нет данных	0,10	0,02	нет данных

Заклучения

По результатам измерений лабораторий филиала по г. Алматы и Алматинской обл. РГП КазСтандарт (ФАА) проведенных в рамках сличений СООМЕТ.ЕМ-S22 можно сделать следующие выводы [2].

ФАА провел измерения в полном объеме при следующих значениях коэффициента масштабного преобразования тока:

1 А; 5 А; 40 А; 150 А; 750 А; 1500 А; 2500 А; 5000 А / 5 А

0.5 А; 5 А; 50 А; 200 А; 600 А; 1200 А; 2000 А; 4000 А / 1 А.

Результаты измерений участника не попали во множество согласованных данных сличения, при следующих значениях коэффициента масштабного преобразования тока:

0,5 А / 1 А.

Результаты измерений предоставленные участником попали во множество согласованных данных сличения в диапазоне коэффициентов масштабного преобразования от 1 А / 5 А до 5000 А / 5 А и от 5 А / 1 А до 4000 А / 1 А при значениях первичного тока от 1 до 120 % номинального значения тока

Максимальное значение E_n , для результатов попавших во множество согласованных данных, для вторичного тока 1 А не превысило 0,79, для вторичного тока 5 А не превысило 0,59.

Список источников

1. Ахмеев А.А., Воронская Е.В., Кикало В.Н., Мелкумян Е.В., Джасинбеков О., Гантумур Г., Воложинский Д.М. Дополнительное сравнение измерений трансформаторов тока (ТТ) // *Metrologia*. – 2024. – Т. 61, № 1А;

2. ГОСТ 1983-2015. Трансформаторы напряжения. Общие технические условия. – Москва: Стандартиформ, 2015;

3. ГОСТ 32144-2013. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. – Москва: Стандартиформ, 2013;

4. ГОСТ 7746-2015. Трансформаторы тока. Общие технические условия. – Москва: Стандартиформ, 2015;

5. Institute of Electrical and Electronics Engineers. IEEE 1159-2019: Рекомендованная практика мониторинга

качества электрической энергии. – Нью-Йорк, США: IEEE, 2019;

6. International Electrotechnical Commission. IEC 61869-103: Использование инструментальных трансформаторов для измерения качества электроэнергии. – Женева, Швейцария: IEC, 2012.

7. Kaczmarek M., Stano E. Нелинейность магнитного сердечника при оценке токовых и фазовых ошибок преобразования высоких гармоник искаженного тока индуктивными трансформаторами тока // *IEEE Access*. – 2020. – Т. 8. – С. 118885–118898.

8. Kaczmarek M., Stano E. Обзор методов измерений, установок и условий для оценки точности индуктивных инструментальных трансформаторов при преобразовании искаженных сигналов // *Energies*. – 2023. – Т. 16. – 4360.

9. Marcelli N., Gonçalves M., Werneck M. Оптический трансформатор напряжения на основе FBG-PZT для измерения качества электроэнергии // *Sensors*. – 2021. – Т. 21(8). – 2699. doi:10.3390/s21082699

10. Palma S.L., Crotti G., Mingotti A., Tinarelli R., Chen Y., Mohns E., Agazar M., Istrate D., Ayhan B., Çaycı H. Характеризация инструментальных трансформаторов в реалистичных условиях: влияние отдельных и комбинированных факторов на их широкополосное поведение // *Sensors*. – 2023. – Т. 23(18). – 7833. <https://doi.org/10.3390/s23187833>

11. Rosolem J.B., Florida C., Bassan F.R., da Costa E.F., Barbosa C.F., Dini D.C., Penze R.S., dos Reis Marques F.L., Teixeira R.A.V. Эволюция технологий оптических сенсоров для мониторинга качества электрической энергии среднего напряжения // *Proc. of Fiber Optic Sensors and Applications XV, Orlando, FL, USA, 15–19 April 2018; Vol. 10654, P. 1065404.*

СТ РК 2.540-2018. Государственный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений коэффициента и угла синусоидального тока. – Астана, Казахстан, 2018.

References

1. Akhmeev A.A., Voronskaya E.V., Kikalo V.N., Melkumyan E.V., Dzhasinbekov O., Gantumur G., Volozhinskii D.M. Supplementary comparison of the measurement of current transformers (CTs) // *Metrologia*. – 2024. – Vol. 61, № 1А.

2. GOST 1983-2015. Voltage

transformers. General technical requirements. – Moscow: Standartinform, 2015.

3. GOST 32144-2013. Electric energy. Electromagnetic compatibility of technical means. Quality standards of electric energy in general-purpose power supply systems. – Moscow: Standartinform, 2013;

4. GOST 7746-2015. Current transformers. General technical requirements. – Moscow: Standartinform, 2015;

5. Institute of Electrical and Electronics Engineers. IEEE 1159-2019: IEEE Recommended Practice for Monitoring Electric Power Quality. – New York, NY, USA: IEEE, 2019;

6. International Electrotechnical Commission. IEC 61869-103: Instrument transformers — The use of instrument transformers for power quality measurement. – Geneva, Switzerland: IEC, 2012;

7. Kaczmarek M., Stano E. Nonlinearity of magnetic core in evaluation of current and phase errors of transformation of higher harmonics of distorted current by inductive current transformers // *IEEE Access*. – 2020. – Vol. 8. – P. 118885–118898;

8. Kaczmarek M., Stano E. Review of measuring methods, setups and conditions for evaluation of the inductive instrument transformers accuracy for transformation of distorted waveforms // *Energies*. – 2023. – Vol. 16. – 4360;

9. Marcelli N., Gonçalves M., Werneck M. Optical voltage transformer based on FBG-PZT for power quality measurement // *Sensors*. – 2021. – Vol. 21, № 8. – 2699. doi:10.3390/s21082699;

10. Palma S.L., Crotti G., Mingotti A., Tinarelli R., Chen Y., Mohns E., Agazar M., Istrate D., Ayhan B., Çaycı H. Characterization of instrument transformers under realistic conditions: impact of single and combined influence quantities on their wideband behavior // *Sensors*. – 2023. – Vol. 23, № 18. – 7833. <https://doi.org/10.3390/s23187833>;

11. Rosolem J.B., Floridia C., Bassan F.R., da Costa E.F., Barbosa C.F., Dini D.C., Penze R.S., dos Reis Marques F.L., Teixeira R.A.V. Optical sensors technologies evolution applied for power quality monitoring in the medium-voltage // *Proc. of Fiber Optic Sensors and Applications XV*, Orlando, FL, USA, 15–19 April 2018; Vol. 10654, P. 1065404;

12. ST RK 2.540-2018. State standard of the Republic of Kazakhstan. State reference and calibration scheme for measuring the coefficient and phase angle of sinusoidal current transformation. –

Astana, Kazakhstan, 2018.

Қолданылған әдебиеттер

1. Akhmeev A.A., Voronskaya E.V., Kikalo V.N., Melkumyan E.V., Dzhasinbekov O., Gantumur G., Volozhinskii D.M. Ток трансформаторларының (ТТ) қосымша өлшеулерін салыстыру // *Metrologia*. – 2024. – Т. 61, № 1А;

2. ГОСТ 1983-2015. Кернеу трансформаторлары. Жалпы техникалық шарттар. – Мәскеу: Стандартиформ, 2015;

3. ГОСТ 32144-2013. Электр энергиясы. Техникалық құралдардың электромагниттік үйлесімділігі. Жалпы мақсаттағы электрмен жабдықтау жүйелеріндегі электр энергиясының сапа стандарттары. – Мәскеу: Стандартиформ, 2013;

4. ГОСТ 7746-2015. Ток трансформаторлары. Жалпы техникалық шарттар. – Мәскеу: Стандартиформ, 2015.

5. Institute of Electrical and Electronics Engineers. IEEE 1159-2019: Электр энергиясының сапасын бақылауға арналған ұсынылатын тәжірибе. – Нью-Йорк, АҚШ: IEEE, 2019. USA: IEEE, 2019;

6. International Electrotechnical Commission. IEC 61869-103: Құралдық трансформаторларды электр энергиясының сапасын өлшеуге пайдалану. – Женева, Швейцария: IEC, 2012;

7. Kaczmarek M., Stano E. Ауыстырғыш ток трансформаторларының жоғары гармоникаларды трансформациялау кезінде ағымдағы және фазалық қателіктерді бағалау кезінде магниттік өзек сызықтылықсыздығы // *IEEE Access*. – 2020. – Т. 8. – P. 118885–118898;

8. Kaczmarek M., Stano E. Бұрмаланған толқын формаларының трансформациясы үшін индуктивтік құралдық трансформаторлардың дәлдігін бағалау әдістері, орнату және жағдайларды шолу // *Energies*. – 2023. – Т. 16. – 4360;

9. Marcelli N., Gonçalves M., Werneck M. FBG-PZT негізіндегі оптикалық кернеу трансформаторы электр энергиясының сапасын өлшеу үшін // *Sensors*. – 2021. – Т. 21(8). – 2699. doi:10.3390/s21082699;

10. Palma S.L., Crotti G., Mingotti A., Tinarelli R., Chen Y., Mohns E., Agazar M., Istrate D., Ayhan B., Çaycı H. Реалистік жағдайларда құралдық трансформаторларды сипаттау: олардың кең жолақты мінез-құлқына әсер ететін жеке және қосымша факторлар // *Sensors*. – 2023.

– Т. 23(18). – 7833;

11. Rosolem J.B., Florida C., Bassan F.R., da Costa E.F., Barbosa C.F., Dini D.C., Penze R.S., dos Reis Marques F.L., Teixeira R.A.V. Орта кернеудегі электр энергиясының сапасын бақылауға арналған оптикалық сенсорлық технологияларды дамыту // *Fiber Optic Sensors and Applications XV*, Orlando, FL, USA, 15–19 April 2018; Vol. 10654, P. 1065404;

12. ҚР СТ 2.540-2018. Тұрақты токтың синусоидалық сигналын түрлендіру коэффициенті мен фазалық бұрышын өлшеу құралдары үшін мемлекеттік эталон және калибрлеу схемасы. – Астана, Қазақстан, 2018.

О. Джасинбеков

«Қазақстан стандарттау және метрология институты» ШЖҚ РМК Алматы қаласы және Алматы облысы бойынша филиалы, Алматы, Қазақстан

ҚОСЫМША ТОК ТРАНСФОРМАТОРЛАРЫН (ТТ) ӨЛШЕУЛЕРДІ САЛЫСТЫРУ

Аңдатпа

Бұл мақалада COOMET.EM-S22 қосымша салыстыруларының нәтижелері қарастырылады. Бұл салыстырулар қатысушы елдердің ұлттық метрологиялық институттарында синусоидалық токтың түрлендіру коэффициенті мен фазалық ығысу бұрышы бойынша мемлекеттік эталондардың келісімділігін бағалауға бағытталған. Электр энергиясын есепке алу, сапасын бақылау және энергия жүйесінің сенімділігі үшін ток трансформаторларының дәлдігі шешуші рөл атқарады, сондықтан эталондық өлшеу жүйелерінің сәйкестігін растау аса маңызды.

Зерттеудің мақсаты – жоғары қуатты айнымалы токты өлшеуге арналған эталондық жүйелердің халықаралық салыстырмалылығын тексеру және олардың метрологиялық сипаттамаларының үйлесімділігін бағалау. Метрология COOMET хаттамасына сәйкес эталондық трансформаторларды қатысушы зертханалар арасында кезекпен беру және беру коэффициенті мен фазалық бұрышты әртүрлі ток деңгейлерінде өлшеуді қамтыды.

Негізгі нәтижелер эталондардың көпшілігі жақсы келісімділікті көрсеткенін дәлелдейді ($|En| \leq 1$). Бұл сличения ұлттық эталондардың техникалық жарамдылығын растауға, өлшеулердің халықаралық трассабельдігін қамтамасыз етуге және энергия саласындағы есептеулердің нақтылығын арттыруға мүмкіндік береді. Жұмыстың практикалық маңызы – елдер арасындағы стандарттарды үйлестіруді жақсарту және электр энергиясының коммерциялық есебінің сенімділігін күшейту.

Түйін сөздер: эталондарды салғастыру, өлшеуіш ток трансформаторлары, түрлендіру коэффициенті, фазалық бұрыш ығысуы, электр энергиясының сапасы, ұлттық метрология институттары (ҰМИ), метрологиялық қамтамасыз ету.

O. Dzhasinbekov

Branch for the city of Almaty and Almaty Region RSE on REM “Kazakhstan Institute of Standardization and Metrology”, Almaty, Kazakhstan

ADDITIONAL COMPARISON OF CURRENT TRANSFORMER (CT) MEASUREMENTS

Abstract

This article presents the results of the supplementary comparison COOMET.EM-S22, aimed at assessing the consistency of the national standards for the transformation ratio and phase displacement angle of sinusoidal current among the participating National Metrological Institutes (NMIs). Ensuring the accuracy and traceability of current transformer measurements is essential for reliable energy metering and power quality assessment, making cross-country comparability of reference measurement systems a key requirement of modern metrological practice.

The purpose of the study was to evaluate the international comparability of high-power AC measurement standards and determine the degree of agreement among measurement results obtained by different laboratories. The methodology followed the COOMET technical protocol, which involved sequential transfer of a reference current transformer between NMIs and performing measurements of the transformation ratio and phase displacement at predefined levels of primary current.

The comparison results demonstrated a high degree of consistency, with the majority of normalized deviation values $|En|$ being within ± 1 , confirming the metrological compatibility of the participating national standards. These findings underline the importance of international comparisons for establishing measurement traceability, harmonizing national calibration methodologies, and enhancing confidence in high-power AC energy measurement systems. The practical significance of the study lies in supporting the alignment of national standards and improving the reliability of commercial energy metering within international energy markets.

Keywords: comparison of standards, measuring current transformers, conversion coefficient, phase shift angle, quality of electrical energy, metrological support, national metrological institutes (NMI).

ОБ АВТОРЕ

Джасинбеков Олжас Алибекович – главный специалист *Филиала по городу Алматы и Алматинской области РГП на ПХВ «Казакстанский институт стандартизации и метрологии», o.dzhasinbekov@ksm.kz, Алматы, Казакстан*

АВТОР ТУРАЛЫ

Джасинбеков Олжас Алибекович – «Қазакстан стандарттау және метрология институты» ШЖҚ РМҚ Алматы қаласы және Алматы облысы бойынша филиалының бас маманы, o.dzhasinbekov@ksm.kz, Алматы, Қазакстан

ABOUT THE AUTHOR

Olzhas Alibekovich Dzhasinbekov – Chief Specialist at– Senior Specialist of the Branch for Almaty City and Almaty Region of the RSE on REM “Kazakhstan Institute of Standardization and Metrology”, o.dzhasinbekov@ksm.kz, Almaty, Kazakhstan

DOI 10.64513/Smart/2026.1.10

МРНТИ 05.04.14

УДК 531.7

АНАЛИЗ И ОЦЕНКА НЕОПРЕДЕЛЁННОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ ПРИ ГАЗОДИНАМИЧЕСКОМ ОПРЕДЕЛЕНИИ РАСХОДА ГАЗА

Б. Есентасов

*Актюбинский филиал РГП на ПХВ «Казахстанский институт стандартизации и метрологии»,
Актобе, Казахстан*

Аннотация

В статье рассматриваются вопросы анализа и количественной оценки неопределенности измерений при определении расхода газа газодинамическими методами. Анализируются основные источники неопределенности, возникающие при измерении параметров потока, включая давление, перепад давления, температуру, плотность газа, скорость потока и геометрические характеристики измерительного канала. Представлена методика оценки суммарной стандартной и расширенной неопределенности результатов измерений на основе современных международных рекомендаций (GUM, ISO 5167, РМГ 43). Проведен детальный анализ влияния отдельных составляющих неопределенности на итоговую точность определения расхода газа, показано, что наибольшее влияние оказывают ошибки измерения перепада давления, термодинамических параметров среды и геометрии канала. Особое внимание уделено формированию бюджета неопределенности, применению статистической обработки данных, учету турбулентности и различных режимов течения газа. Рассмотрены практические подходы к снижению неопределенности: повышение точности средств измерений, оптимизация методик измерений, калибровка оборудования, обеспечение стабильных условий течения газа и контроль параметров потока в реальном времени. Полученные результаты имеют важное практическое значение для разработки и совершенствования методик измерения расхода газа, повышения достоверности коммерческого учета, обеспечения метрологической надежности современных систем контроля расхода и повышения эффективности промышленного учета энергоресурсов.

Ключевые слова: метрология, расход газа, газодинамический метод, неопределенность измерений, измерение расхода, калибровка.

Введение

Измерение расхода газа является важнейшей задачей промышленной метрологии, особенно в системах коммерческого учета природного газа, технологических процессах нефтегазовой промышленности, энергетике и химической отрасли. Точность и достоверность результатов измерений расхода газа оказывают непосредственное влияние на экономические показатели предприятий и эффективность технологических процессов.

Точные измерения расхода газа имеют важное значение для различных отраслей промышленности, включая нефтегазовую, энергетическую, химическую и коммунальную сферы. Достоверность результатов измерения

расхода газа оказывает непосредственное влияние на эффективность технологических процессов, безопасность эксплуатации оборудования, а также на точность коммерческого учета энергетических ресурсов. В условиях увеличения объемов транспортировки и потребления природного газа требования к точности и надежности измерений постоянно возрастают.

Современные системы измерения расхода газа основаны на применении различных физических принципов, включая механические, ультразвуковые, вихревые и газодинамические методы. Среди них газодинамические методы занимают важное место благодаря своей высокой воспроизводимости, надежности и возможности применения в эталонных установках для

калибровки средств измерений расхода газа.

Газодинамический метод определения расхода газа базируется на использовании фундаментальных законов гидродинамики и термодинамики, описывающих движение и состояние газового потока. В рамках данного подхода расход газа определяется на основе измерения параметров потока, таких как давление, перепад давления, температура и плотность газа, а также геометрических характеристик измерительного канала. Эти параметры используются в расчетных зависимостях, позволяющих определить объемный или массовый расход газа.

Однако при практической реализации газодинамических методов измерения возникает ряд факторов, влияющих на точность получаемых результатов. Основными источниками неопределенности являются погрешности средств измерений давления и температуры, неопределенность определения плотности газа, а также погрешности измерения геометрических параметров измерительного участка. Дополнительное влияние могут оказывать особенности структуры потока газа, включая турбулентность, неравномерность распределения скоростей и влияние гидродинамических возмущений.

В соответствии с современными требованиями метрологии одним из ключевых этапов обеспечения достоверности результатов измерений является оценка неопределенности измерений. Международные рекомендации, изложенные в Руководстве по выражению неопределенности измерений (GUM), предусматривают систематический подход к идентификации источников неопределенности, количественной оценке их вклада и определению суммарной неопределенности результата

измерения.

Анализ неопределенности измерений позволяет не только оценить точность измерений расхода газа, но и выявить наиболее значимые составляющие неопределенности, влияющие на итоговый результат. Это, в свою очередь, дает возможность оптимизировать методики измерений, повысить метрологические характеристики измерительных систем и обеспечить требуемую прослеживаемость результатов измерений.

В связи с этим исследование факторов, влияющих на неопределенность измерений при газодинамическом определении расхода газа, является актуальной задачей современной метрологии.

Целью настоящей работы является анализ основных источников неопределенности при газодинамическом определении расхода газа, а также разработка подхода к оценке суммарной неопределенности результатов измерений на основе современных метрологических принципов.

Теоретические основы газодинамического определения расхода

Газодинамические методы измерения расхода основаны на использовании фундаментальных законов механики сплошных сред, описывающих движение газа в трубопроводах. При анализе движения газового потока применяются законы сохранения массы, импульса и энергии, а также уравнения состояния газа.

Основным параметром, характеризующим поток газа, является расход, который может быть представлен в виде объемного или массового расхода. Объемный расход газа определяется как объем газа, проходящий через поперечное сечение трубопровода за единицу времени, и может быть выражен следующим образом:

$$Q = A \cdot v$$

где:

Q – объемный расход газа;

A – площадь поперечного сечения трубопровода;

v – средняя скорость потока газа.

Массовый расход газа определяется по формуле:

$$m' = \rho \cdot Q$$

где:

m' – массовый расход газа;

ρ – плотность газа.

При практических измерениях расхода газа широко используются методы, основанные на измерении перепада давления на сужающих устройствах, таких как диафрагмы, сопла и трубы Вентури. В этом

случае расход газа определяется на основе уравнения Бернулли, которое описывает связь между давлением, скоростью и потенциальной энергией потока.

С учетом особенностей реального газового потока расчетная формула для определения расхода газа может быть представлена в следующем виде:

$$Q = C \cdot \varepsilon \cdot A \cdot \sqrt{\frac{2\Delta P}{\rho}}$$

где:

C – коэффициент расхода, учитывающий влияние вязкости и структуры потока;

ε – коэффициент расширения газа;

ΔP – перепад давления на сужающем устройстве;

ρ – плотность газа.

Плотность газа определяется на основе уравнения состояния газа:

$$\rho = \frac{P}{R \cdot T}$$

где:

P – абсолютное давление газа;

T – термодинамическая температура;

R – газовая постоянная.

Таким образом, при газодинамическом определении расхода газа результат измерения зависит от ряда параметров, включая давление, температуру, перепад давления, плотность газа и геометрические характеристики измерительного устройства. Любые погрешности измерения этих параметров приводят к возникновению неопределенности в определении расхода.

Следует отметить, что характер течения газа также оказывает существенное влияние на точность измерений. В большинстве практических случаев течение газа в трубопроводах является турбулентным, что требует учета числа Рейнольдса при определении коэффициента расхода и других параметров потока.

Число Рейнольдса определяется выражением:

$$Re = \frac{\rho v D}{\mu}$$

где:

D – диаметр трубопровода;

μ – динамическая вязкость газа.

Значение числа Рейнольдса позволяет определить режим течения газа и учитывать его влияние на метрологические характеристики измерительной системы.

Таким образом, теоретические основы газодинамического метода измерения расхода газа базируются на комплексном использовании законов гидродинамики и термодинамики, а также на применении расчетных моделей, связывающих параметры потока газа с измеряемыми величинами.

Основные источники неопределенности измерений

В процессе измерения расхода газа газодинамическим методом формируются различные составляющие неопределенности, которые могут быть классифицированы следующим образом. Неопределенность измерения перепада давления. Перепад давления является одним из ключевых параметров при определении расхода газа. Неопределенность измерения перепада давления определяется метрологическими характеристиками датчиков

давления, а также влиянием динамических эффектов потока.

Даже незначительные погрешности измерения перепада давления могут приводить к значительным отклонениям результата измерения расхода.

Неопределенность измерения температуры.

Температура газа влияет на его плотность и параметры состояния. Ошибки измерения температуры могут возникать вследствие:

- метрологических характеристик

термопреобразователей;
 - неравномерности температурного поля в трубопроводе;
 - тепловых потерь.

Неопределенность определения плотности газа.

Плотность газа определяется на основе измерений давления и температуры, а также с учетом состава газа. Дополнительные неопределенности могут возникать при использовании уравнений состояния газа.

Неопределенность геометрических параметров.

К геометрическим параметрам относятся:

- диаметр трубопровода;

Суммарная стандартная неопределенность результата измерения определяется как:

$$u_c = \sqrt{\sum_{i=1}^n (c_i \cdot u_i)^2}$$

где:

u_c – суммарная стандартная неопределенность;

u_i – стандартная неопределенность i -го параметра;

c_i – коэффициент чувствительности.

Коэффициенты чувствительности определяются путем дифференцирования функции измерения по соответствующим параметрам.

Расширенная неопределенность определяется как:

$$U = k \cdot u_c$$

где, k — коэффициент охвата (обычно принимается равным 2 для доверительной вероятности 95%).

Анализ влияния составляющих измерений неопределенности

Проведенный анализ показывает, что вклад отдельных составляющих неопределенности может существенно различаться.

Наибольшее влияние на неопределенность измерений оказывают:

- неопределенность измерения перепада давления;

- неопределенность определения плотности газа;

- неопределенность измерения температуры;

- неопределенность геометрических параметров измерительного канала.

При этом вклад каждого фактора зависит от конкретных условий измерений и применяемых средств измерений.

Пути снижения неопределенности

- диаметр сужающего устройства;
 - шероховатость внутренней поверхности трубопровода.

Неопределенность измерения этих параметров приводит к дополнительным ошибкам при расчете расхода газа.

Методика оценки неопределенности измерений.

Оценка неопределенности измерений выполняется в соответствии с рекомендациями Руководства по выражению неопределенности измерений (GUM).

измерений

Для повышения точности измерений расхода газа целесообразно применять следующие меры:

- использование средств измерений с более высокими метрологическими характеристиками;

- регулярная калибровка датчиков давления и температуры;

- обеспечение стабильных условий течения газа;

- оптимизация конструкции измерительных участков трубопровода;

- применение современных методов обработки измерительной информации.

Заключение

В работе проведен анализ источников неопределенности при газодинамическом определении расхода газа. Показано, что суммарная неопределенность измерений

формируется за счет совокупного влияния ряда факторов, связанных с измерением параметров потока и характеристик измерительной системы.

Оценка неопределенности измерений является важным этапом обеспечения метрологической надежности результатов измерений и позволяет повысить достоверность учета газа.

Результаты исследования могут быть использованы при разработке и совершенствовании методик измерений расхода газа, а также при создании эталонных установок и систем калибровки расходомеров.

Список источников:

1. ГОСТ ISO/IEC 17025:2019 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий»;
2. ГОСТ 8.586.1-2005 «ГСИ. Измерение расхода и количества жидкостей и газов с помощью стандартных сужающих устройств»;
3. ГОСТ 8.417-2002 «ГСИ Единицы величин»;
4. СТ РК 2.1-2018 «ГСИ РК. Термины и определения»;
5. ГОСТ ISO/IEC Guide 98-4:2023 «Неопределенность измерений. Часть 4. Роль неопределенности измерений при оценке соответствия»;
6. ГОСТ 8.010-2013 «Государственная система обеспечения единства измерений. Методики выполнения измерений. Основные положения»;
7. РМГ 43-2001 «ГСИ. Применение «Руководства по выражению неопределенности измерений»»;
8. СТ РК 2.184-2010 «Оценка неопределенности при калибровке/поверке средств измерений»;
9. СТ РК 2.317-2015 «Выражение неопределенности и достоверности результатов измерений»;
10. СТ РК ISO 5167-5-2018 «Измерение расхода и количества жидкостей и газов с помощью стандартных сужающих устройств. Часть 5 конические расходомеры».

Қолданылған әдебиеттер:

1. ISO/IEC 17025:2019 «Сынақ және калибрлеу зертханаларының құзыреттілігіне қойылатын жалпы талаптар»;
2. МЕМСТ 8.586.1-2005 «Өлшем бірлігін қамтамасыз етудің мемлекеттік жүйесі. Стандартты тарылтқыш құрылғыларды пайдалану арқылы сұйықтар мен газдардың

шығыны мен мөлшерін өлшеу»;

3. МЕМСТ 8.417-2002 «Өлшем бірлігін қамтамасыз етудің мемлекеттік жүйесі. Шама бірліктері»;
4. ҚР СТ 2.1-2018 «ҚР МӨЖ. Терминдер мен анықтамалар»;
5. МЕМСТ ISO/IEC Guide 98-4:2023 «Өлшеу белгісіздігі. 4-бөлім. Сәйкестікті бағалаудағы өлшеу белгісіздігінің рөлі»;
6. МЕМСТ 8.010-2013 «Өлшем бірлігін қамтамасыз етудің мемлекеттік жүйесі. Өлшеу әдістемелері. Негізгі ережелер»;
7. РМГ 43-2001 «Өлшем бірлігін қамтамасыз етудің мемлекеттік жүйесі. Өлшеу белгісіздігін өрнектеу жөніндегі нұсқаулықты қолдану»;
8. ҚР СТ 2.184-2010 «Өлшем құралдарын калибрлеу/салыстырып тексеру кезіндегі белгісіздік бағасы»;
9. ҚР СТ 2.317-2015 «Өлшеу нәтижелерінің белгісіздігі мен дұрыстығын көрсету»;
10. ҚР СТ ISO 5167-5-2018 «Стандартты тарылту құрылғыларының көмегімен сұйықтықтар жұмсалуды мен санын өлшеу. 5-бөлім конус шығын өлшегіштер»

Reference:

1. ISO/IEC 17025:2017 «General requirements for the competence of testing and calibration laboratories»;
2. GOST 8.586.1-2005 «State System for Ensuring the Uniformity of Measurements. Measurement of flow rate and quantity of liquids and gases using standard orifice devices»;
3. IS 8.417-2002 «SSM. Units of quantities»;
4. ST RK 2.1-2018 «Kazakhstan GSI. Terms and definitions»;
5. IS ISO/IEC Guide 98-4:2023 «Uncertainty of measurement. Part 4. The role of measurement uncertainty in conformity assessment»;
6. IS 8.010-2013 «State system for ensuring the uniformity of measurements. Measurement procedures. General provisions»;
7. RMG 43-2001 «State System for Ensuring the Uniformity of Measurements. Application of the Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement»;
8. ST RK 2.184-2010 «Uncertainty evaluation during calibration/verifying of measuring instruments»;
9. ST RK 2.317-2015 «Expression of uncertainty and reliability of measurement results»;
10. ST RK ISO 5167-5-2018 «Measurement

of fluid flow by means of pressure differential devices
inserted in circular cross-section conduits running full
– Part 5».

Б. Есентасов

«Қазақстан стандарттау және метрология институты» ШЖҚ РМК Ақтөбе филиалы, Ақтөбе, Қазақстан

ГАЗ ШЫҒЫНЫН ГАЗОДИНАМИКАЛЫҚ ӘДІСПЕН АНЫҚТАУ КЕЗІНДЕ ӨЛШЕУ БЕЛГІСІЗДІГІН ТАЛДАУ ЖӘНЕ БАҒАЛАУ

Аңдатпа

Мақалада газ шығынын газодинамикалық әдістермен анықтау кезінде өлшеу белгісіздігін талдау және сандық бағалау мәселелері кеңінен қарастырылады. Ағын параметрлерін өлшеу барысында пайда болатын негізгі белгісіздіктер, оның ішінде қысым, қысым айырмасы, температура, газ тығыздығы, ағын жылдамдығы және өлшеу арнасының геометриялық сипаттамалары талданған. Өлшеу нәтижелерінің жиынтық стандартты және кеңейтілген белгісіздігін бағалау әдістемесі қазіргі халықаралық ұсынымдарға сәйкес ұсынылған (GUM, ISO 5167, РМГ 43). Белгісіздіктің жекелеген құрамдас бөліктерінің газ шығынын анықтауға әсері, соның ішінде қысым айырмасы, ортаның термодинамикалық параметрлері және арнаның геометриясын өлшеу қателіктері, мұқият талданған. Арнайы назар белгісіздіктің бюджетін жасауға, статистикалық өңдеуге, ағынның турбуленттілігі мен әртүрлі режимдерін есепке алуға аударылған. Сондай-ақ, өлшеу дәлдігін арттыруға бағытталған практикалық ұсыныстар берілген: өлшеу құралдарының сенімділігін арттыру, әдістемелерді оңтайландыру, жабдықты калибрлеу, газ ағынының тұрақты және біркелкі жағдайларын қамтамасыз ету, ағын параметрлерін нақты уақытта бақылау. Алынған нәтижелер газ шығынын өлшеу әдістемелерін дамыту, коммерциялық есептілікті жақсарту, қазіргі заманғы шығын бақылау жүйелерінің метрологиялық сенімділігін арттыру және өнеркәсіптегі энергетикалық ресурстарды тиімді есепке алу үшін маңызды болып табылады.

Түйін сөздер: метрология, газ шығыны, газодинамикалық әдіс, өлшеу белгісіздігі, шығынды өлшеу, калибрлеу.

B. Esentasov

Aktobe Branch of the RSE on REM “Kazakhstan Institute of Standardization and Metrology”, Aktobe, Kazakhstan

ANALYSIS AND EVALUATION OF MEASUREMENT UNCERTAINTY IN GAS FLOW RATE DETERMINATION BY THE GAS-DYNAMIC METHOD

Abstract

The article discusses the analysis and quantitative evaluation of measurement uncertainty in determining gas flow rate using gas-dynamic methods. The main sources of uncertainty arising during the measurement of flow parameters, including pressure, differential pressure, temperature, gas density, flow velocity, and geometric characteristics of the measuring channel, are examined. A methodology for evaluating the combined standard and expanded uncertainty of measurement results based on current international recommendations (GUM, ISO 5167, RMG 43) is presented. A detailed analysis of the influence of individual uncertainty components on the final accuracy of gas flow rate determination is carried out, demonstrating that the greatest impact is caused by errors in measuring differential pressure, thermodynamic parameters of the medium, and channel geometry. Special attention is given to the formation of an uncertainty budget, application of statistical data processing, and consideration of turbulence and various flow regimes on measurement results. Practical approaches to reducing measurement uncertainty are discussed, including improving instrument accuracy, optimizing measurement methodologies, calibrating equipment, ensuring stable gas flow conditions, and real-time monitoring of flow parameters. The obtained results have significant practical implications for the development

and improvement of gas flow measurement methods, enhancing the reliability of commercial accounting, ensuring metrological integrity of modern flow control systems, and increasing the efficiency of industrial energy resource management.

Key words: metrology, gas flow rate, gas-dynamic method, measurement uncertainty, flow measurement, calibration.

АВТОР ТУРАЛЫ

Есентасов Бауыржан Курманбекулы – жетекші маман, Ақтөбе филиалы, «Қазақстан стандарттау және метрология институты» РМК ШЖҚ РМК Ақтөбе филиалы, Ақтөбе, Қазақстан, b.essentassov@ksm.kz

ОБ АВТОРЕ

Есентасов Бауыржан Курманбекулы – ведущий специалист, Актюбинский филиал РГП на ПХВ «Казахстанский институт стандартизации и метрологии», Актөбе, Казахстан, b.essentassov@ksm.kz

ABOUT THE AUTHOR

Esentasov Bauyrzhan Kurmanbekuly – leading specialist, Aktobe Branch RSE on REM Aktobe Branch of the RSE on REM “Kazakhstan Institute of Standardization and Metrology” (KazStandard), Aktobe, Kazakhstan, b.essentassov@ksm.kz

DOI 10.64513/Smart/2026.1.11

МРНТИ 90.27.31

УДК 006.354

СТАНДАРТНЫЕ ОБРАЗЦЫ: ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ, ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ И СИСТЕМА КАЧЕСТВА ИХ ПРОИЗВОДСТВА

А. Насибулина ^{1*}, М. Куанышбекова ²

*Карагандинский филиал РГП на ПХВ «Казахстанский институт стандартизации и метрологии»,
Караганда, Казахстан¹²*

Аннотация

Стандартные образцы играют ключевую роль в обеспечении единства измерений, повышении точности аналитических методов и контроле качества продукции. Они широко применяются в метрологии, промышленности, медицине, экологии, научных исследованиях и других областях.

В статье рассматривается современное состояние разработки и применения стандартных образцов, анализируются международные требования к их производству и сертификации, а также описываются основные элементы системы качества при их изготовлении.

Особое внимание уделяется перспективам развития производства стандартных образцов и расширению областей их применения.

Ключевые слова: стандартные образцы, метрология, система качества, сертификация, контроль измерений.

Введение

Современное развитие науки и промышленности требует высокой точности измерений и достоверности аналитических результатов.

В ряде случаев стандартные образцы являются основой обеспечения единства измерений и используются для обеспечения точности, воспроизводимости и метрологической прослеживаемости результатов измерений. Они применяются при поверке и калибровке средств измерений, реализации методик выполнения измерений, контроле качества аналитических исследований и других метрологических работах. Развитие аналитических методов и глобализация научных исследований требуют совершенствования системы производства стандартных образцов и внедрения современных систем менеджмента качества.

В ходе анализа международных стандартов, стандартов Республики Казахстан и рекомендаций в области системы качества производства стандартных образцов выделяются основные этапы их жизненного цикла: подготовка материала, исследование однородности и стабильности материала

стандартного образца, его аттестация, реализация и постреализационный этап, включая мониторинг стабильности в процессе применения.

В современных условиях в производстве стандартных образцов на первый план выходят такие направления развития систем качества, как цифровизация метрологических процессов, совершенствование процедур аттестации и развитие международного сотрудничества между научными институтами и производителями стандартных образцов.

В условиях развития высокоточных аналитических и количественных методов измерений возрастает значение стандартных образцов как инструмента обеспечения метрологической прослеживаемости результатов измерений и как элемента глобальной метрологической инфраструктуры. Это подтверждается рядом научных исследований, например работами Thompson (2011) [1] и Magnusson (2014) [2], в которых рассматриваются вопросы обеспечения качества аналитических измерений и роль стандартных образцов в обеспечении точности измерений.

Исходя из вышесказанного, возникает

необходимость в совершенствовании системы производства стандартных образцов, внедрения современных методов оценки неопределенности и развития систем менеджмента качества в глобальном масштабе. В связи с этим проведен анализ современного состояния производства стандартных образцов и определены перспективные направления развития системы качества.

Разработка стандартных образцов

Разработка стандартных образцов осуществляется специализированными метрологическими организациями, научными центрами и производителями при взаимодействии с метрологическими институтами.

Процесс разработки включает следующие этапы:

- выбор материала;
- подготовка материала;
- проведение экспериментальных исследований;
- статистическая обработка результатов;
- утверждение типа стандартного образца.

На этапе экспериментальных исследований

важным элементом является оценка неопределенности аттестованных значений стандартных образцов. Она осуществляется на основе оценки однородности и стабильности материала стандартного образца.

В этой связи в научных исследованиях организаций Eurachem и BIPM особое внимание уделяется внедрению современных статистических методов обработки данных и совершенствованию подходов к оценке неопределенности измерений.

Система качества производства стандартных образцов

Международные требования к производству стандартных образцов определяются рядом нормативных документов и стандартов. Наиболее важным из них является международный стандарт ISO 17034 [3], устанавливающий общие требования к компетентности производителей стандартных образцов и обеспечению качества их производства.

Согласно требованиям ISO 17034 [3] система производства стандартных образцов включает несколько основных этапов, представленных на рисунке 1.



Рисунок 1 – Система производства стандартных образцов

Такая система позволяет обеспечить надежность аттестованных значений и их метрологическую прослеживаемость.

Содержание основных этапов производства стандартных образцов представлено в таблице 1.

Таблица 1 - Основные этапы производства стандартных образцов

Этап	Содержание	Цель
Планирование	Определение характеристик СО	Обеспечение соответствия стандартного образца его назначению

Подготовка материала	Обработка исходного материала	Формирование кандидата стандартного образца
Однородность	Исследование распределения свойств	Подтверждение однородности материала
Стабильность	Долговременные исследования	Определение срока годности и условий хранения
Аттестация	Установление значения свойства	Оформление паспорта/сертификата стандартного образца

Рассмотренные этапы производства стандартных образцов формируют основу системы качества их разработки и применения.

В современных условиях системы менеджмента качества все чаще ориентируются на риск-ориентированный подход. Данный подход предполагает систематическую идентификацию, анализ и управление рисками, способными повлиять на достоверность аттестованных значений стандартных образцов, стабильность их характеристик и надежность метрологических данных.

Оценка рисков может проводиться на различных этапах жизненного цикла стандартного образца, включая подготовку исходного материала, исследование однородности и стабильности, аттестацию, хранение и применение.

Применение риск-ориентированного подхода позволяет своевременно выявлять потенциальные отклонения в процессе производства стандартных образцов и принимать превентивные меры по их устранению. Интеграция оценки рисков в систему менеджмента качества способствует повышению надежности результатов измерений, улучшению управления метрологическими процессами и повышению доверия к характеристикам стандартных образцов.

Элементы системы качества обеспечивают надежность характеристик стандартных образцов и их метрологическую прослеживаемость. Вместе с тем, развитие науки, аналитических методов и цифровых технологий формирует новые требования к организации производства стандартных образцов и определяет перспективные направления развития систем качества в данной области.

Перспективы развития

Для оценки перспектив развития систем качества в производстве стандартных образцов может применяться метод SWOT-анализа, позволяющий определить сильные и слабые стороны существующих подходов, а также выявить возможности и потенциальные угрозы

дальнейшего развития. К сильным сторонам современных систем качества можно отнести высокий уровень метрологической прослеживаемости, наличие международных стандартов и развитую систему аттестации стандартных образцов. В то же время к слабым сторонам относятся высокая сложность метрологических процедур, необходимость значительных ресурсов для проведения исследований однородности и стабильности, а также недостаточная цифровизация отдельных процессов.

В качестве возможностей развития рассматриваются внедрение цифровых технологий, развитие интеллектуальных систем управления метрологическими данными и расширение международного сотрудничества.

К потенциальным угрозам относятся быстрое развитие аналитических технологий, требующее постоянной модернизации стандартных образцов, а также необходимость гармонизации нормативных требований на международном уровне.

В современных условиях развитие производства стандартных образцов напрямую связано с совершенствованием механизмов обеспечения качества, позволяющих гарантировать достоверность, воспроизводимость и сопоставимость результатов измерений.

Одним из наиболее значимых направлений является внедрение цифровых технологий в метрологические процессы. Использование современных информационных систем позволяет автоматизировать обработку и хранение результатов измерений, оптимизировать управление метрологическими данными и повысить эффективность контроля качества. Применение цифровых платформ также способствует созданию электронных информационных ресурсов, содержащих сведения о свойствах и характеристиках стандартных образцов, методах их аттестации и

областях применения. Это обеспечивает более удобный доступ к информации и повышает прозрачность метрологических процедур.

Одним из перспективных направлений цифровизации метрологической инфраструктуры является внедрение SMART-стандартов. Их применение связано с переходом от традиционных бумажных форм представления информации к цифровым и машиночитаемым форматам. Такие стандарты содержат расширенные данные о характеристиках стандартных образцов, методах измерений, неопределенности, условиях хранения и применения, а также цифровые идентификаторы и ссылки на соответствующие базы данных.

Использование SMART-стандартов позволяет интегрировать метрологические данные в современные цифровые инфраструктуры, автоматизировать передачу информации между лабораториями, производителями стандартных образцов и метрологическими институтами, а также повысить прозрачность измерительных процессов.

Еще одним важным направлением является совершенствование процедур аттестации стандартных образцов. В современных условиях большое внимание уделяется внедрению более точных аналитических методов, развитию статистических подходов к обработке экспериментальных данных и повышению требований к измерительному оборудованию.

Не менее важным фактором развития данной области является расширение международного научно-технического сотрудничества. Взаимодействие между метрологическими институтами, исследовательскими организациями и производителями стандартных образцов способствует обмену опытом, совместной разработке новых материалов и гармонизации требований к их производству и аттестации. Значительную роль в формировании единых подходов и нормативных требований играют международные организации, такие как International Organization for Standardization (ISO), International Bureau of Weights and Measures (BIPM) и International Organization of Legal Metrology (OIML). Их деятельность направлена на разработку международных стандартов и рекомендаций, обеспечивающих сопоставимость результатов измерений на глобальном уровне.

Заключение

Таким образом, проведенный анализ современного состояния разработки и производства стандартных образцов показывает,

что они являются важнейшим элементом обеспечения единства измерений и метрологической прослеживаемости результатов измерений. Их применение способствует повышению точности аналитических методов, обеспечению сопоставимости результатов измерений и контролю качества продукции в различных областях науки, промышленности и техники.

Рассмотренные этапы разработки и производства стандартных образцов, включающие подготовку материала, исследование его однородности и стабильности, аттестацию и последующий мониторинг, формируют основу системы качества их производства. Реализация данных этапов в соответствии с международными стандартами позволяет обеспечить достоверность аттестованных значений стандартных образцов и повысить надежность метрологических данных.

В современных условиях особое значение приобретает развитие систем менеджмента качества, основанных на риск-ориентированном подходе. Применение методов оценки и управления рисками позволяет своевременно выявлять потенциальные отклонения на различных этапах жизненного цикла стандартного образца и принимать эффективные меры по их предотвращению. Это способствует повышению надежности результатов измерений и укреплению доверия к характеристикам стандартных образцов.

Перспективы развития производства стандартных образцов во многом связаны с внедрением цифровых технологий и развитием цифровой метрологии. Использование современных информационных систем, цифровых баз данных и машиночитаемых форматов представления метрологической информации открывает новые возможности для повышения эффективности управления метрологическими процессами. В этом контексте особый интерес представляет развитие SMART-стандартов, позволяющих интегрировать информацию о стандартных образцах в цифровую инфраструктуру измерений и автоматизировать процессы обработки и передачи метрологических данных.

Не менее важным направлением дальнейшего развития является совершенствование процедур аттестации стандартных образцов, включая внедрение современных аналитических методов и

статистических подходов к обработке экспериментальных данных. Это позволяет повысить точность определения метрологических характеристик стандартных образцов и обеспечить более высокий уровень достоверности получаемых результатов.

Кроме того, значительную роль в развитии производства стандартных образцов играет международное сотрудничество между метрологическими институтами, научными организациями и производителями стандартных образцов. Совместные исследования, обмен научным опытом и гармонизация требований к производству стандартных образцов способствуют повышению сопоставимости результатов измерений на международном уровне и развитию глобальной метрологической инфраструктуры.

Таким образом, дальнейшее совершенствование системы производства стандартных образцов требует комплексного подхода, включающего развитие систем менеджмента качества, внедрение цифровых технологий, совершенствование процедур аттестации и расширение международного сотрудничества. Реализация данных направлений будет способствовать повышению эффективности метрологического обеспечения измерений, развитию научных исследований и расширению областей применения стандартных образцов в различных сферах деятельности.

Список источников

1. Magnusson B., Ellison S. Treatment of uncertainty in analytical measurements. — Eurachem/CITAC Guide. — 2014;
2. Thompson M., Ellison S., Wood R. The international harmonized protocol for proficiency testing of analytical chemistry laboratories // Pure and Applied Chemistry. — 2011;
3. ISO 17034:2016. General requirements for the competence of reference material producers.

— Geneva: International Organization for Standardization, 2016;

4. Евдокимов Ю. К. Основы метрологии. — М.: Стандартиформ, 2018;

5. Бурцев В. А. Стандартные образцы состава и свойств веществ и материалов. — М.: Наука, 2017;

6. ISO Guide 35. Reference materials — Guidance for characterization and assessment of homogeneity and stability. — Geneva: International Organization for Standardization;

7. ISO 9001:2015. Quality management systems — Requirements. — Geneva: International Organization for Standardization, 2015

References

1. Magnusson, B., Ellison, S. Treatment of Uncertainty in Analytical Measurements. Eurachem/CITAC Guide, 2014;

2. Thompson, M., Ellison, S., Wood, R. The International Harmonized Protocol for Proficiency Testing of Analytical Chemistry Laboratories. Pure and Applied Chemistry, 2011;

3. ISO 17034:2016. General Requirements for the Competence of Reference Material Producers. Geneva: International Organization for Standardization, 2016;

4. Evdokimov, Yu. K. Fundamentals of Metrology. Moscow: Standartinform, 2018;

5. Burtsev, V. A. Reference Materials of Composition and Properties of Substances and Materials. Moscow: Nauka, 2017;

6. ISO Guide 35:2017. Reference Materials — Guidance for Characterization and Assessment of Homogeneity and Stability. Geneva: International Organization for Standardization, 2017;

7. ISO 9001:2015. Quality Management Systems — Requirements. Geneva: International Organization for Standardization, 2015.

А. Насибулина ^{1*}, М. Қуанышбекова ²

«Қазақстан стандарттау және метрология институты» ШЖҚ РМК Қарағанда филиалы, Қарағанды, Қазақстан¹²

СТАНДАРТТЫ ҮЛГІЛЕР: ҚАЗІРГІ ЖАҒДАЙЫ, ДАМУ ПЕРСПЕКТИВАЛАРЫ ЖӘНЕ ӨНДІРІС САПАСЫ ЖҮЙЕСІ

Аңдатпа

Стандарттық үлгілер өлшемдердің бірлігін қамтамасыз етуде, аналитикалық әдістердің дәлдігін арттыруда және өнім сапасын бақылауда маңызды рөл атқарады. Олар метрологияда, өнеркәсіпте, медицинада, экологиялық мониторингте, ғылыми зерттеулерде және басқа салаларда кеңінен қолданылады.

Мақалада стандарттық үлгілерді әзірлеу мен қолданудың қазіргі жағдайы қарастырылып, олардың өндірісі мен сертификатталуына қойылатын халықаралық талаптар талданады.

Түйінді сөздер: стандарттық үлгілер, метрология, сапа жүйесі, сертификаттау, өлшеулерді бақылау.

A. Nasibulina ^{1*}, M. Kuanishbekova ²

Karaganda Branch of the RSE on REM “Kazakhstan Institute of Standardization and Metrology”, Karaganda, Kazakhstan¹²

REFERENCE MATERIALS: CURRENT STATE, DEVELOPMENT PROSPECTS, AND QUALITY SYSTEM OF PRODUCTION

Abstract

Reference materials play a crucial role in ensuring measurement traceability, improving the accuracy of analytical methods, and maintaining product quality control. They are widely used in metrology, industry, medicine, environmental monitoring, scientific research and other fields.

This article examines the current state of development and application of reference materials, analyzes international requirements for their production and certification, and describes the main elements of the quality management system in their manufacturing.

Keywords: reference materials, metrology, quality system, certification, measurement control.

ОБ АВТОРАХ

Насибулина Анастасия Иршатовна – главный специалист Карагандинского филиала РГП на ПХВ «Казахстанский институт стандартизации и метрологии», a.nasibulina@ksm.kz;

Куанышбекова Меруерт Бахтияровна – специалист Карагандинского филиала РГП на ПХВ «Казахстанский институт стандартизации и метрологии», m.kuanyshbekova@ksm.kz;

АВТОРЛАР ТУРАЛЫ

Насибулина Анастасия Иршатовна — «Қазақстан стандарттау және метрология институты» ШЖҚ РМК Қарағанды филиалының бас маманы, a.nasibulina@ksm.kz;

Қуанышбекова Меруерт Бахтияровна — «Қазақстан стандарттау және метрология институты» ШЖҚ РМК Қарағанды филиалының маманы, e-mail: m.kuanyshbekova@ksm.kz.

ABOUT THE AUTHORS

Anastasia Irshatovna Nasibulina — Chief Specialist of the Karaganda филиал, RSE on REM “Kazakhstan Institute of Standardization and Metrology”, a.nasibulina@ksm.kz;

Meruert Bakhtiyarovna Kuanyshbekova — Specialist of the Karaganda филиал, RSE on REM “Kazakhstan Institute of Standardization and Metrology”, m.kuanyshbekova@ksm.kz.