

S tandardization
M etrology
A ccreditation
R egulation
T rade



ҚАЗСТАНДАРТ

ҒЫЛЫМИ-ТЕХНИКАЛЫҚ ЖУРНАЛ

SMART

№ 3 (93), 2025 / ISSN 3105-9791



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

№ 3 (93), 2025

«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).

Әбсеитов Ерболат Тлеусейұлы — Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің «Стандарттау, сертификаттау және метрология» кафедрасының доцент м.а., техника ғылымдарының кандидаты (келісім бойынша) (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.

Аймагамбетова Раушан Жанатовна — бас редактордың орынбасары, техника ғылымдарының кандидаты, PhD, зерттеуші, «Қазақстан стандарттау және метрология институты» РМК-ның ғылыми-зерттеу жұмысы және оқыту басқармасының басшысы.

Абубакирова Әсел Нұрболатқызы — жетекші редактор, магистр, PhD кандидаты, «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).

Абсеитов Ерболат Тлеусеитович — и. о. доцента кафедры «Стандартизация, сертификация и метрология» НАО «Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилёва», кандидат технических наук (по согласованию) (Казахстан).

Ережеп Дархан Есейулы — 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».

Аймагамбетова Раушан Жанатовна – заместитель главного редактора, кандидат технических наук, Phd, исследователь, руководитель Управления научно -исследовательской работы и обучения РГП «Казахстанского института стандартизации и метрологии»

Абубакирова Әсел Нұрболатқызы – ведущий редактор, магистр, кандидат 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).

Abseitov Erbolat Tleuseitovich — Acting Associate Professor of the Department of Standardization, Certification and Metrology, L. N. Gumilyov Eurasian National University, Candidate of Technical Sciences (by agreement) (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:

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

Aymagambetova Raushan Zhanatovna — Deputy Editor-in-Chief, Candidate of Technical Sciences, PhD, Researcher, Head of the Research and Training Department, RSE Kazakhstan Institute of Standardization and Metrology.

Abubakirova Äsel Nurbolatkyzy — Senior Editor, Master, 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.

МАЗМҰНЫ/ СОДЕРЖАНИЕ/CONTENT

СТАНДАРТТАУ САЛАСЫНДАҒЫ ЖАЛПЫ ШОЛУЛАР

Казахстан на пути к циркулярной экономике

*Мустафина В.В., Байзакова А.К.,
 Лобунцова Ю.Н.8*

Инклюзивный туризм в Казахстане:
 Значение и применение СТ РК ISO
 21902 (СТ РК ISO 21902-2024
 «Туристские услуги. Доступный
 туризм для населения с учетом
 потребностей маломобильных групп.
 Общие требования»)

Кайликперова С.В., С. Т. Алиева23

Нужны новые инициативы,
 побуждающие организации применять
 международные правила системного
 менеджмента на основе ISO 9001

Соловьев В.И.28

МЕТРОЛОГИЯ САЛАСЫНДАҒЫ ЖАЛПЫ ШОЛУЛАР ЖӘНЕ ЗЕРТТЕУЛЕР

Нотификация юридических лиц на
 осуществление поверки средств
 измерений - как инструмент
 обеспечения единства измерений

Низамова Г.С.34

К вопросу оценки неопределенности
 измерения массовой доли бора в
 ферросиликомарганце опико-
 эмиссионным методом

*Дулатбекова С.А., Рогозова О.Н.,
 Кузнецова*

М.А.43

Перспективы развития систем
 синхронизации в сетях связи и
 инфраструктурных объектах
 Республики Казахстан

Смагулов С.Б.49

Применение двойной апертуры при
 исследовании характеристик
 прецизионных спектрофотометров

Белюсов В. М., Выродова Н. М.66

Определение пыли в промышленных
 выбросах

Тагаева С.О.70

Impact of temperature and humidity on
 moisture content determination in stored
 grain

Tolegen B.75

Государственные эталоны и
 государственные рабочие эталоны
 Актюбинского филиала ргп
 «Казстандарт»

Основные
 характеристики, измерительные
 возможности и перспективы развития
Джумагазиева Т.М.79

КАЗАХСТАН НА ПУТИ К ЦИРКУЛЯРНОЙ ЭКОНОМИКЕ

Мустафина В.В.^{1*}, Байзакова А.К.², Лобунцова Ю.Н.³

Департамент по отходам и химической безопасности Центра «Содействие устойчивому развитию» Казахская ассоциация по управлению отходами «KazWaste»¹, ТК №122 «Циркулярная экономика. Устойчивое производство и потребление»^{2,3}, Астана, Казахстан

Аннотация

В современных условиях переход к циркулярной экономике становится ключевым направлением устойчивого развития. Казахстан, как и многие страны, сталкивается с вызовами по минимизации отходов, эффективному использованию ресурсов и снижению негативного воздействия на окружающую среду. В связи с этим актуальной задачей является адаптация международных стандартов и разработка национальной нормативной базы, которая позволит реализовать принципы циркулярности на практике.

Цель исследования – анализ международного опыта и национальных инициатив в сфере циркулярной экономики, а также выявление возможностей их применения в Казахстане. В работе рассматриваются международные стандарты ISO серии 59000, а также проекты национальных стандартов СТ РК, формирующие основу для внедрения практик устойчивого потребления и производства.

Методология исследования включает сравнительный анализ международных и национальных документов, систематизацию индикаторов оценки цикличности, а также оценку их применимости к условиям Казахстана.

Результаты исследования показывают, что Казахстан формирует институциональные и нормативные предпосылки для перехода к циркулярной экономике. Научная ценность работы заключается в систематизации международного опыта, адаптации его к национальному контексту и предложении инструментов для мониторинга прогресса.

Практическая значимость исследования связана с возможностью применения полученных выводов в государственной политике, подготовке кадров и бизнес-процессах, ориентированных на циркулярные модели. Результаты могут послужить основой для развития циркулярной экономики в стране.

Ключевые слова: циркулярная экономика, стандартизация, устойчивое развитие.

Введение

Современное развитие мировой экономики характеризуется тенденцией перехода к циркулярной модели. Циркулярная экономика (также встречаются понятия «экономика замкнутого цикла», «циклическая экономика») представляет собой систему, направленную на возврат ресурсов в экономический цикл с целью экономии природных ресурсов и уменьшения воздействия на окружающую среду и климат.

Актуальность темы обусловлена тем, что Казахстан сталкивается с дефицитом природных ресурсов, высоким уровнем захоронения отходов и значительным воздействием промышленности на окружающую среду. В то же время в стране формируется политическая воля и

законодательная база по развитию «зелёной экономики» и циркулярных подходов.

Предметом исследования настоящей статьи являются международные и национальные стандарты, подходы и методы оценки циркулярности и их роль в процессе перехода Казахстана к циркулярной экономике.

В этой статье предпринимаются попытки проанализировать состояние развития циркулярной экономики в Казахстане с учетом международного опыта и стандартов.

Задачи исследования:

- изучить международные стандарты и руководства по циркулярной экономике;
- провести обзор стратегических документов

Казахстана;

- рассмотреть национальную систему стандартизации в области циркулярной экономики;

- предложить практические показатели и методы оценки циркулярности.

Гипотеза исследования – внедрение международных и национальных стандартов по циркулярной экономике ускоряет переход Казахстана к устойчивой модели развития, способствует росту переработки отходов и повышению ресурсной эффективности.

При подготовке статьи были использованы международные стандарты ISO/TC 323 (ISO 59004, ISO 59010, ISO 59020, ISO/TR 59031),

стратегические документы Казахстана, исследования и руководства международных организаций.

Международные подходы к пониманию циркулярной экономики

Принципы и стратегии циркулярной экономики прямо или косвенно способствуют повышению эффективности использования ресурсов и снижению воздействия на окружающую среду во всех цепочках создания стоимости. Этого можно достичь, применяя или создавая условия для реализации одной или нескольких из 9 стратегий или принципов «R» циркулярной экономики, которые называются «9 R» (таблица1) [1].

Таблица 1 – Описание стратегий/принципов циркулярной экономики

	Принцип/Стратегия	Описание
1	Refuse/ Отказаться	Сделать продукт ненужным, отказавшись от его функции или предложив ту же функцию с помощью радикально другого (например, цифрового) продукта или услуги
2	Rethink/ Переосмыслить	Сделать использование продукта более интенсивным (например, с помощью моделей «продукт как услуга», повторного использования и совместного использования или путем выпуска на рынок многофункциональных продуктов)
3	Reduce/ Сократить	Повысить эффективность производства или использования продукции за счет сокращения потребления природных ресурсов и материалов. Это включает в себя предотвращение образования пищевых отходов в цепочках создания стоимости продуктов питания, включая сельскохозяйственное производство, переработку, производство, распределение и потребление
4	Reuse/ Использовать повторно	Повторно использовать продукт, который все еще находится в хорошем состоянии и выполняет свою первоначальную функцию (и не является отходом) для той же цели, для которой он был задуман
5	Repair/ Ремонтировать	Ремонтировать и обслуживать неисправное изделие, чтобы оно могло выполнять свои первоначальные функции
6	Refurbish/ Восстановить	Восстановить старый продукт и довести его до современного состояния (до заданного уровня качества)
7	Remanufacture/ Повторно производить	Использовать части отбракованного продукта в новом продукте с теми же функциями (и в состоянии «как новый»)
8	Repurpose/ Перепрофилировать	Использовать избыточный продукт или его части в новом продукте с другой функцией
9	Recycle/	Извлекать материалы из отходов для переработки в новые продукты, материалы или вещества, как для

ь	Переработат	первоначальных, так и для других целей. Это включает переработку органических материалов, но не включает извлечение энергии и переработку в материалы, которые будут использоваться в качестве топлива или для засыпки.
---	-------------	---

Таким образом, циркулярная экономика стремится повторить закрытую природную систему, где все, что произведено или использовано, полностью перерабатывается внутри системы так, что не возникает экологических проблем с целью обеспечения максимальной эффективности от каждого процесса в жизненном цикле продукции или услуги.

На сегодняшний день международное сообщество в лице ведущих международных организаций прилагают большие усилия для формирования общего, основополагающего подхода к определению деятельности в области циркулярной экономики и методологии измерения циркулярности.

В частности, международная организация по стандартизации через свой технический комитет ISO/TC 323 «Циркулярная экономика» занимается стандартизацией в области циркулярной экономики для разработки рамок, руководств, вспомогательных инструментов и требований для реализации деятельности всех вовлеченных организаций.

Комитет был создан в 2019 году. Секретариат ведет французская ассоциация стандартизации AFNOR. Комитет объединяет представителей 104 стран, из которых 81 – это полноправные члены, 23 – наблюдатели [2]. Казахстан в составе данного комитета представляет национальный технический комитет по стандартизации ТК №122 «Циркулярная экономика. Устойчивое производство и потребление».

Работа комитета ISO/TC 323 направлена на

достижение Целей устойчивого развития (ЦУР) Организации Объединенных Наций (ООН):

- ЦУР № 8 Достойная работа и экономический рост
- ЦУР № 12 Ответственное потребление и производство
- ЦУР № 13 Борьба с изменением климата
- ЦУР № 15 Сохранение экосистем суши.

Программа Организации Объединенных Наций по окружающей среде (ЮНЕП), созданная в 1972 году, одна из первых взяла курс на циркулярную экономику, преследуя цель в обеспечении руководства и поощрении партнерства в области бережного отношения к окружающей среде путем создания возможностей для улучшения качества жизни государств и народов без ущерба для будущих поколений [3].

На сегодняшний день техническим комитетом ISO/TC 323 разработано и опубликовано 5 международных стандартов:

- ISO 59004:2024 Circular economy — Vocabulary, principles and guidance for implementation
- ISO 59010:2024 Circular economy — Guidance on the transition of business models and value networks
- ISO 59020:2024 Circular economy — Measuring and assessing circularity performance
- ISO/TR 59032:2024 Circular economy — Review of existing value networks
- ISO 59040:2025 Circular economy — Product circularity data sheet.

Все стандарты ISO серии 59000 связаны между собой и дополняют друг друга (рисунок 1).

ISO 59004 Циркулярная экономика. Словарь, принципы и руководство по внедрению

ISO 59010	ISO 59020	ISO 59040	ISO 59014
Экономика замкнутого цикла. Руководство по переходу к бизнес-моделям и сетям создания ценности	Экономика замкнутого цикла. Измерение и оценка эффективности экономики замкнутого цикла	Экономика замкнутого цикла. Таблица замкнутого цикла продукции	Экологический менеджмент и циклическая экономика. Устойчивость и прослеживаемость восстановления вторичных материалов. Принципы, требования и руководство

ISO/TR 59031 Циркулярная экономика. Подход, основанный на эффективности. Анализ практических примеров

ISO/TR 59032 Циркулярная экономика. Обзор существующих сетей создания ценности

Рисунок 1 – Взаимосвязь стандартов ISO серии 5900

Стандарт ISO 59004:2024 дает первое международное определение термина «циркулярная экономика»:

Циркулярная экономика - экономическая система, которая использует системный подход для поддержания кругового потока ресурсов путем восстановления, сохранения или увеличения их ценности, внося при этом вклад в устойчивое развитие.

Стандарт включает в себя определение ключевых терминов и концепций, изложение видения циркулярной экономики, разъяснение основных принципов и предложение практических рекомендаций.

В целом, стандарты ISO серии 59000 представляют ценное практическое руководство к действиям, которые организации могут предпринять для ускорения своего перехода к циркулярной экономике и устойчивому развитию.

Европейский Союз также активно работает над переходом к циркулярной экономике, продвигая инициативы по сокращению отходов и повторному использованию ресурсов, а также разрабатывая законодательные меры и поддерживая бизнес в этой области. В декабре 2015 года Европейская Комиссия приняла План действий по развитию циркулярной экономики, призванный дать новый импульс созданию рабочих мест, росту экономики и инвестициям, а также развитию углеродно-нейтральной, ресурсоэффективной и конкурентоспособной экономики [4].

В 2015 году была разработана методология «Подход к измерению циркулярности», адаптирована в 2019 году. Первоначальная методология, стала результатом сотрудничества Джеймса Годдина, Ким Маршалл и Аны Перейры из Granta Design, а также Свена Херрманна из Фонда Эллен Макартур при содействии консультанта Фонда Криса Таппена. Адаптированная редакция 2019 года основана на первоначальном сотрудничестве под эгидой проекта Circular Economy 100 (CE100) под руководством Джеймса Годдина, руководителя направления Circular Economy в ANSYS Granta. Методология представляет собой инструментарий для количественной оценки степени циркулярности продуктов, материалов и бизнес-моделей [5].

Основная ее цель — определить, насколько продукт или система соответствуют принципам

циркулярной экономики, то есть в какой мере они используют вторичные материалы, позволяют повторное использование, ремонт, переработку или безопасное возвращение в биосферу. Она базируется на ряде ключевых индикаторов, среди которых:

- **Material Circularity Indicator (MCI)** — показатель циркулярности материала, отражающий долю вторичных и возобновляемых ресурсов, уровень переработки, срок службы и возможности повторного использования.

- Индикаторы, учитывающие поток материалов (первичных и вторичных), удельный ресурсный след и потенциал продления жизненного цикла продукта.

Особенности версии 2019 года:

- Более широкая применимость к разным секторам экономики.

- Возможность использования не только на уровне продуктов, но и компаний, цепочек поставок.

- Разработка удобных инструментов (в том числе цифровых калькуляторов) для бизнеса и исследователей.

- Гармонизация с международными инициативами по устойчивому развитию и стандартами (включая будущие ISO 59020).

Методология позволяет:

- сравнивать разные продукты и решения по уровню их циркулярности;

- отслеживать прогресс компаний в переходе к циркулярным моделям;

- формировать стратегические решения на уровне бизнеса и государственной политики.

По сути, это один из наиболее признанных инструментов для оценки «насколько циркулярным» является продукт или система, и он активно используется как базис для разработки стандартов ISO в области циркулярной экономики.

Формирование основ циркулярной экономики в Казахстане

Переход Казахстана к циркулярной экономике — это важный шаг для устойчивого развития страны, особенно в контексте ее экономической и экологической ситуации.

Развитие циркулярной экономики в Казахстане строится на ряде стратегических документов, которые формируют долгосрочные ориентиры экологической политики. Одним из них является Концепция по переходу Республики Казахстан к «зелёной экономике» (2013 г.), где

зафиксирована необходимость повышения ответственности государственной власти, бизнеса и населения за мониторинг и контроль устойчивого потребления ресурсов, состояния окружающей среды и внедрения принципов циркулярной экономики во всех секторах экономики. В числе приоритетов Концепции обозначены снижение доли захоронения отходов, внедрение механизмов переработки и развитие инфраструктуры для повторного использования ресурсов и повсеместное обеспечение циркулярности всех производственных процессов.

Следующим важным документом является Стратегия достижения углеродной нейтральности Казахстана до 2060 года (2021 г.). В ней циркулярная экономика рассматривается как один из ключевых инструментов декарбонизации, поскольку сокращение объёмов отходов и повышение уровня переработки позволяют снизить выбросы парниковых газов и нагрузку на полигоны. Для декарбонизации сектора управления отходами Стратегией предусматривается разработка видения развития модели циркулярной экономики и газификации отходов (с выработкой энергии и (или) производством химических веществ).

В настоящий момент идёт подготовка нового стратегического документа – Концепции по управлению всеми видами отходов на 2025-2035 годы, разрабатываемой Министерством экологии и природных ресурсов Республики Казахстан. Концепция базируется на принципах циркулярной экономики и предполагает комплексный подход к решению проблем, связанных с накоплением, переработкой и утилизацией отходов.

Казахстан уже начал разрабатывать законодательные и нормативные акты, направленные на поддержку циркулярной экономики. В 2021 году был принят новый Экологический кодекс, который включает элементы устойчивого управления ресурсами и переработки отходов. В числе принципов управления отходами прямо указывается развитие циркулярной экономики через:

- приоритет повторного использования и переработки над захоронением;
- стимулирование бизнеса к внедрению циркулярных решений;
- развитие инфраструктуры переработки.

Также в стране активно внедряются инициативы, связанные с сокращением пластика

и упаковки, что является важным аспектом циркулярной модели. Например:

- Реализуется постепенный отказ от полиэтиленовых пакетов: супермаркеты больше не предлагают бесплатные одноразовые пакеты, предлагаются альтернативы (многоцветные сумки, биоразлагаемая упаковка).
- В крупных городах установлены фандоматы (автоматы по приему ПЭТ-бутылок и алюминиевых банок).
- Планируется внедрение возвратной залоговой стоимости для пластиковых бутылок, алюминиевых банок и стеклянной тары.

Развитие стандартизации в сфере циркулярной экономики в Казахстане (обсуждение)

В 2023 году был создан национальный технический комитет по стандартизации ТК №122 «Циркулярная экономика. Устойчивое производство и потребление» на базе ОЮЛ Казахская ассоциация по управлению отходами «KazWaste». Цель технического комитета №122 – способствовать переходу к циркулярной модели экономики путем разработки и внедрения национальных стандартов, которые помогут предприятиям понять суть и принципы циркулярной экономики, станут руководством для компаний, заинтересованных к переходу на циркулярную экономику. На сегодняшний день комитет объединяет 18 организаций. Технический комитет представляет Казахстан в международных комитетах по стандартизации ISO/TC 323 «Circular economy» (Циркулярная экономика) и ISO/TC 122 — «Packaging» (Упаковка), а также в межгосударственном техническом комитете по стандартизации МТК 223 — «Упаковка». Включение Казахстана в деятельность международного технического комитета ISO/TC 323 открывает возможности для гармонизации национальной системы стандартизации с международными требованиями, а также для продвижения национальных интересов на глобальном уровне.

Особое значение приобретает разработка первых национальных стандартов, которые должны стать практическими инструментами для бизнеса и органов государственного управления. С целью развития стандартизации в сфере циркулярной экономики и реализации положений стратегических документов РК комитет инициировал разработку стандартов по циркулярной экономике.

На этапе разработки национальные стандарты по циркулярной экономике:

- СТ РК «Циркулярная экономика. Словарь, принципы и рекомендации по внедрению»;
- СТ РК «Циркулярная экономика. Измерение и оценка эффективности циркулярной экономики».

Данные стандарты разрабатываются в рамках Национального плана стандартизации на 2025 год на основе одноименных стандартов ISO и направлены на поддержку организаций в процессе перехода к циркулярной экономике.

Стандарты ориентированы на широкий круг организаций. Они позволяют интегрировать принципы циркулярной экономики в корпоративные стратегии, систему закупок, производственные процессы и экологический менеджмент.

Стандарт СТ РК «Циркулярная экономика. Словарь, принципы и рекомендации по внедрению» является первой практической основой и руководством для организаций по внедрению принципов циркулярной экономики, написанным таким образом, чтобы его можно было использовать в любом регионе страны. Он предназначен для применения к любой организации, независимо от местонахождения, размера, отрасли и типа. Стандарт устанавливает, что такое циркулярная экономика и почему переход к более замкнутой модели функционирования может быть выгодным и целесообразным для организации сейчас и в

будущем. Согласно положениям стандарта, долгосрочное видение циркулярной экономики по своему замыслу заключается в предоставлении адекватных решений для сокращенного, эффективного и результативного использования ресурсов, а также в предотвращении вредных выбросов, потерь и деградации окружающей среды при удовлетворении потребностей общества.

В рамках данного видения социальный и экономический рост отделяется от потребления ресурсов. Это достигается за счет сокращения отходов, продления продуктивного срока службы ресурсов, максимизации использования восстановленных ресурсов, поддержания их наивысшей ценности и минимизации притока первичных ресурсов, особенно невозобновляемых. Природные ресурсы используются устойчиво, таким образом, чтобы обеспечивать защиту и способствовать восстановлению экосистем

Стандарт описывает, как внедрить принципы циркулярной экономики (рисунок 2) в организацию, чтобы создать ценность благодаря процессным, продуктовым, сервисным инновациям или новым бизнес-моделям. Его основная цель — обеспечить единое понимание концепции циркулярной экономики всеми заинтересованными сторонами в Казахстане, от государственных органов до бизнеса и научных организаций.



Рисунок 2 – Принципы циркулярной экономики

При понимании принципов циркулярной экономики важно, чтобы организация учитывала экологические, социальные и экономические системы, а также их взаимодействие (рисунок 3).

Экономическая система понимается как встроенная в социальную систему, и обе они опираются на экологическую систему и являются ее частью.

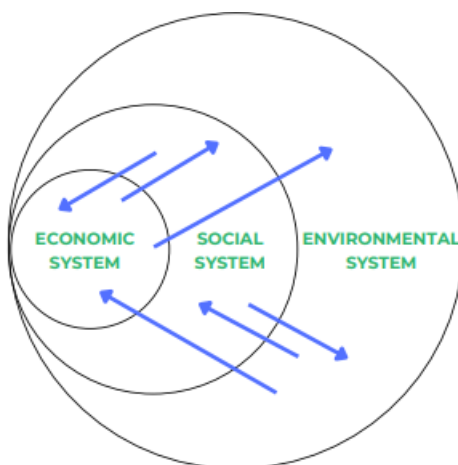


Рисунок 3 – Взаимодействие систем

Этапы внедрения циркулярной экономики, которые основываются на принципах

циркулярной экономики, приведены на рисунке 4.

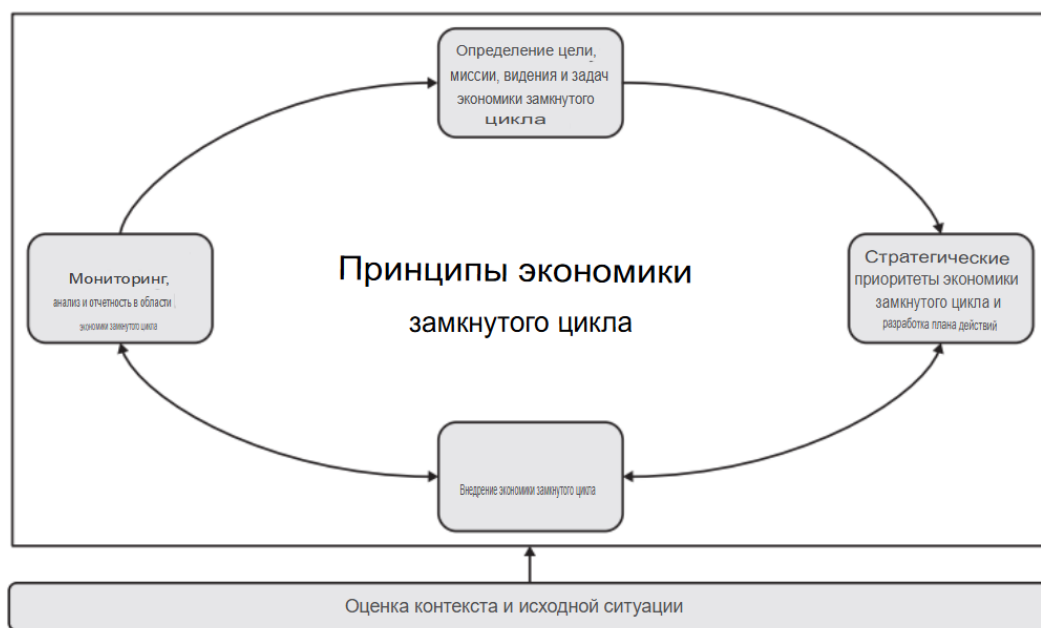


Рисунок 4 - Руководство по внедрению циркулярной экономики

Внедрение циркулярной экономики означает включение принципов экономики замкнутого цикла в организационную политику, действия и процедуры.

К принципам циркулярной экономики

относятся:

- Системное мышление
- Создание ценности
- Распределение ценности
- Ответственное управление ресурсами

- Прослеживаемость ресурсов
- Устойчивость экосистем

Принципы циркулярной экономики стоит внедрять уже на этапе проектирования и разработки решения, чтобы оно обеспечивало максимально возможную ценность при минимальном использовании ресурсов и сокращении отходов, потерь и выбросов (включая рассеивание энергии) на всех этапах жизненного цикла.

Организациям рекомендуется сотрудничать в управлении информацией и ресурсами для повышения прозрачности при постоянном мониторинге запасов и потоков ресурсов. Внедрение принципов циркулярной экономики может помочь организации в оценке рисков и возможностей, связанных с управлением ресурсами на разных временных горизонтах. Следует применять подход, основанный на оценке рисков, чтобы избежать негативного воздействия.

Стандарт описывает действия, способствующие циркулярной экономике. Эти действия применимы ко всей цепочке создания ценности или сети ценности и могут способствовать сужению, замедлению или замыканию потоков ресурсов.

Внедрение циркулярной экономики включает в себя:

- понимание циркулярности в текущей деятельности, моделях создания ценности и связанных с ними рисках;
- выявление областей возможностей для повышения циркулярности;
- использование точек соприкосновения и взаимодействия по всей цепочке или сети создания ценности, а также в различных секторах и сферах влияния.

Внедрение также подразумевает оценку требований, факторов влияния и барьеров, которые могут быть обусловлены существующими или предстоящими законодательными и экономическими рамками, а также требованиями пользователей (или общества) и рынков.

Проблемы, с которыми организация может столкнуться при внедрении стратегий циркулярной экономики, включают, но не ограничиваются ими:

- отсутствие привлекательных стимулов для перехода к циркулярной экономике;
- отсутствие законодательства, стандартов или НПА для внедрения циркулярной экономики;

• сопротивление заинтересованных сторон рискам, которые могут быть вызваны моделью создания стоимости в циркулярной экономике;

- отсутствие приверженности руководства или других членов организации.

Внедрению циркулярной экономики способствует включение принципов циркулярной экономики в политику, действия и процедуры организации.

Целью стандарта СТ РК «Циркулярная экономика. Измерение и оценка эффективности циркулярной экономики» является помощь организациям в сборе необходимой информации и расчетах для практической реализации циркулярной экономики, которые минимизируют использование ресурсов и оптимизируют циркулярный поток ресурсов, одновременно способствуя устойчивому развитию. Результаты дают комплексное представление о замкнутом цикле и устойчивом развитии и предназначены для использования в поддержку перехода к безотходной экономике. Стандарт обеспечивает платформу для разработки более детальных стандартов оценки циркулярности, подходящих для отдельных секторов экономики. Он предоставляет методологию измерения и оценки эффективности замкнутого цикла. Это помогает организациям определить, насколько эффективно они минимизируют использование ресурсов и оптимизируют круговой поток материалов.

Ключевые положения стандарта:

- определяет методологию количественной и качественной оценки степени циркулярности;
- предлагает систему индикаторов, включающую:
 - о использование вторичных и возобновляемых материалов;
 - о долю переработанных ресурсов в потоках;
 - о срок службы продукции и возможности ее повторного использования/ремонта;
 - о эффективность замыкания ресурсных потоков (энергия, вода, материалы);
 - о уровень отходов и выбросов, предотвращенных за счет циркулярных практик;
- предусматривает многоуровневый подход: оценка на уровне продукта, компании и национальной экономики;
- устанавливает структуру измерения циркулярности (сбор данных → расчет показателей → мониторинг → отчетность → корректировка стратегий).

Структура измерения и оценки

эффективности циркулярности состоит из необходимости (рисунок 5).

нескольких взаимосвязанных этапов, которые могут повторяться по мере



Рисунок 5 – Структура измерения и оценки эффективности

Измерение циркулярности – это процесс, помогающий определить эффективность циркулярности посредством сбора, расчета или составления данных или информации.

При оценке эффективности в дополнение к общим принципам циркулярной экономики следует применять следующие конкретные принципы измерения и оценки:

- обеспечение соответствующих границ;
- обеспечение значимых результатов.

Настоящие принципы также применимы к измерению и оценке воздействия на устойчивое развитие как внутри оцениваемой системы, так и по отношению к более широким социальным, экологическим и экономическим системам.

В стандарте представлена таксономия категорий и показателей циркулярности и показателей для измерения и оценки эффективности циркулярности оцениваемой системы. Таксономия основана на целях, изложенных в определении циркулярной экономики в ISO 59004:2024, 3.1.1 – а именно, поддержании циркулярного потока ресурсов, т. е. сохранении, восстановлении и повышении их ценности. Таксономия предоставляет структуру для измерения потока ресурсов и степени, в которой циркулярные цели и действия организации способствуют эффективности циркулярности оцениваемой системы на определенный момент времени.

Таксономия измерения циркулярности включает:

1. Циркулярные цели и действия организации

Циркулярные цели, например:

- Увеличить долю переработки на X %
- Увеличить возможное повторное использование на X %
- Увеличить средний срок службы на X %
- Увеличить долю вторичного использования на X %

Циркулярные аспекты, например:

- Долговечность
- Повторное использование
- Перерабатываемость
- Ремонтопригодность

Действия, например:

- Отказ, переосмысление, сокращение
- Повторное использование, ремонт
- Восстановление, перепрофилирование
- Заводская переборка, переработка
- Компостирование, рекуперация

2. Измерения потоков ресурсов: потоки ресурсов, входящие и выходящие за пределы рассматриваемой системы (включая потери и выбросы).

3. Категории индикаторов циркулярности: потоки ресурсов, остатки, энергия, вода, экономика.

4. Индикаторы циркулярности. Например: доля энергии, полученной из притока, % реально переработанного материала, извлеченного из оттока. Формулы, расчёты, агрегирование.

5. Измерение и оценка устойчивых воздействий

- Социальное воздействие и ценность (например, права человека, здоровье и безопасность работников и граждан, социальное благополучие).

- Воздействие на окружающую среду и ценность (например, углеродный след, опасные

вещества, загрязнение экосистем, биоразнообразие).

- Экономическое воздействие и ценность (например, создание и возврат рабочих мест, рыночные риски, регулирование, инвестиции и налоговые системы, анализ жизненного цикла).

Таблица 2 приводит пример измерения циркулярности на разных организационных уровнях.

Таблица 2 - Пример индикаторов оценки циркулярности на разных организационных уровнях

Уровень оценки	Индикатор	Описание	Единица измерения	Практическое применение
Продукт	Доля вторичных материалов	Процент использованных переработанных или возобновляемых материалов в продукте	%	Помогает оценить «зеленость» продукции
	Срок службы	Средний срок эксплуатации изделия до выхода из строя или замены	годы	Ориентир для производителей по увеличению долговечности
	Возможность повторного использования	Доля компонентов, пригодных для повторного применения	%	Отражает потенциал для экономики замкнутого цикла
Организация	Коэффициент переработки отходов	Отношение массы переработанных отходов к общей массе отходов	%	Оценка эффективности обращения с отходами
	Уровень замкнутого водопользования	Доля повторно используемой воды в производственных процессах	%	Отражает устойчивость в управлении ресурсами
	Доля энергии из возобновляемых источников энергии	Удельный вес возобновляемой энергии в энергобалансе организации	%	Вклад в снижение углеродного следа

Цепочка поставок	Транспортный след	Углеродные выбросы от логистики и транспорта	кг CO ₂ /т*км	Анализ эффективности логистики
	Прослеживаемость материалов	Доля поставщиков, обеспечивающих данные о происхождении и составе материалов	%	Повышает прозрачность цепочек поставок
Национальный уровень	Индекс циркулярности экономики	Суммарный показатель доли вторичных ресурсов в экономике	%	Мониторинг прогресса страны
	Индекс отходов на душу населения	Объем образованных отходов на одного жителя	кг/чел. в год	Сравнение с международными и практиками
	Индекс занятости в «зеленых» секторах	Доля рабочих мест в отраслях переработки, ремонта, вторичных материалов	% от общей занятости	Отражает социально-экономическую значимость перехода

Практическая ценность от внедрения данного стандарта:

- позволит организациям сравнивать разные продукты и процессы по уровню циркулярности;
- поможет государственным органам мониторить прогресс Казахстана в переходе к циркулярной экономике;
- послужит инструментом для бизнеса при подготовке отчетности в области устойчивого развития и ESG;
- способствует формированию единых индикаторов для международных сравнений и интеграции Казахстана в глобальные системы оценки устойчивости.

Таким образом, СТ РК на основе ISO 59004 обеспечивает методологическую и понятийную основу, а СТ РК на основе ISO 59020 — инструментарий измерения и оценки. Вместе они формируют фундамент национальной системы стандартизации в области циркулярной экономики.

Разработка и внедрение национальных стандартов на основе стандартов ISO серии 59000, адаптированных под законодательство Казахстана и реалии казахстанских практик

позволит ускорить процесс переход к рациональным моделям потребления и производства и поможет в этом организациям.

Заключение

Для успешного перехода к циркулярной экономике необходима общественная поддержка и понимание важности устойчивого потребления и переработки. Важнейшую роль играет просвещение населения и формирование устойчивых потребительских привычек. Международный опыт показывает, что переход к циркулярной экономике невозможен без активного участия общества: раздельный сбор отходов, отказ от одноразовой упаковки, выбор продукции из переработанных материалов становятся не только экологическим, но и экономическим выбором потребителей.

Циркулярная экономика рассматривается как универсальный инструмент решения сразу нескольких задач: снижение нагрузки на полигоны и выбросов парниковых газов, оптимизация ресурсопользования, создание новых рабочих мест, стимулирование инноваций и развитие «зелёного» предпринимательства.

Казахстан активно взаимодействует с международными организациями, такими как ООН и Всемирный банк, в рамках устойчивого развития и защиты окружающей среды. Такие партнерства помогают Казахстану внедрять лучшие международные практики и технологии циркулярной экономики. Опыт Европейского Союза, стран ОЭСР, а также рекомендации международных организаций (ООН, Всемирного банка, Фонда Эллен Макартур) могут служить моделью для адаптации и внедрения в Казахстане. Участие в деятельности ISO/TC 323 позволит Казахстану быть не только пользователем, но и соразработчиком глобальных стандартов, что повышает его авторитет на международной арене.

Казахстан имеет уникальную возможность позиционировать себя как регионального лидера Центральной Азии в области циркулярной экономики, развивая совместные проекты с соседними странами, создавая новые рынки и формируя позитивный имидж «зелёной экономики».

Однако переход к циркулярной экономике в Казахстане сталкивается с несколькими вызовами:

- Недостаток инфраструктуры для переработки отходов в некоторых регионах.
- Необходимость модернизации промышленного сектора для снижения углеродных выбросов и внедрения экологически чистых технологий.
- Ограниченные инвестиции в экологические инновации и технологии.
- Недостаточная осведомленность бизнеса и населения о преимуществах циркулярной экономики.

Тем не менее, Казахстан уже делает шаги в направлении устойчивого будущего, и циркулярная экономика может стать ключевым элементом в улучшении экологии и устойчивом развитии страны.

Переход Казахстана к циркулярной экономике является не только экологическим, но и стратегическим приоритетом, обеспечивающим устойчивое развитие, повышение конкурентоспособности и укрепление ресурсной безопасности страны.

Создание технического комитета по стандартизации в сфере циркулярной экономики послужило стартом для разработки стандартов и руководств, которые в дальнейшем станут основой развития циркулярной экономики. Тем

не менее, следует продолжить работу по адаптации стандартов ISO для Казахстана и утверждение на их основе национальных стандартов. Также необходимо дальнейшее активное участие в работе международной организации по стандартизации ISO, чтобы быть на шаг впереди и закладывать «фундамент» для постепенного перехода на устойчивую модель производства и потребления.

Переход к циркулярной экономике — это также экономическая возможность для Казахстана сократить зависимость от импорта ресурсов, создать новые рабочие места и выйти на устойчивую траекторию роста.

Список источников

1. Categorisation system for the circular economy [Электронный ресурс]/ URL:(<https://op.europa.eu/en/publicationdetail/publication/ca9846a8628911eab73501aa75ed71a1/language-en/format-PDF/source-120460723>) /
2. ISO/TC 323 Circular economy [Электронный ресурс]/ URL: (<https://www.iso.org/ru/committee/7203984.html>).
3. Программа Организации Объединенных Наций по окружающей среде (ЮНЕП) [Электронный ресурс]/URL: <https://www.un.org/ru/ga/unesp/>
4. Report from the Commission to the European parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions on the implementation of the Circular Economy Action Plan [Электронный ресурс]/ URL:(<https://eurlex.europa.eu/legalcontent/EN/TXT/?qid=1551871195772&uri=CELEX:52019DC019>)
5. METHODOLOGY An approach to measuring circularity Published 2015, adapted in 2019 [Электронный ресурс]/ URL: <https://content.ellenmacarthurfoundation.org/m/77e62bc9924c20d0/original/Circularity-Indicators-Methodology.pdf> /

References

1. Categorisation system for the circular economy [Электронный ресурс]/ URL:<https://op.europa.eu/en/publicationdetail/publication/ca9846a8628911eab73501aa75ed71a1/language-en/format-PDF/source-120460723>.
2. ISO/TC 323 Circular Economy [Electronic resource]. URL: <https://www.iso.org/ru/committee/7203984.html>
3. United Nations Environment Programme (UNEP) [Electronic resource]. URL:

<https://www.un.org/ru/ga/unep/>.

4. Report from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee, and the Committee of the Regions on the Implementation of the Circular Economy Action Plan [Electronic resource]. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1551871195772&uri=CELE>

X:52019DC0190.

5. METHODOLOGY: An Approach to Measuring Circularity. Published 2015, adapted in 2019 [Electronic resource]. URL: <https://content.ellenmacarthurfoundation.org/m/77e62bc9924c20d0/original/Circularity-Indicators-Methodology.pdf>.

Мустафина В.В.^{1*}, Байзакова А.К.², Лобунцова Ю.Н.³

«Тұрақты даму мақсаттарын қолдау» орталығының Қалдықтар мен химиялық қауіпсіздік департаменті, «KazWaste» Қалдықтарды басқару бойынша Қазақстандық ассоциациясы¹, №122 Техникалық комитет «Циркулярлық экономика. Тұрақты өндіріс пен тұтыну»^{2,3}, Астана, Қазақстан.

ҚАЗАҚСТАН ЦИРКУЛЯРЛЫҚ ЭКОНОМИКА ЖОЛЫНДА

Аңдатпа

Қазіргі кезеңде циркулярлық экономикаға көшу тұрақты дамудың негізгі бағыты болып отыр. Қазақстан үшін ресурстарды тиімді пайдалану, қалдықтарды азайту және қоршаған ортаға теріс әсерді төмендету маңызды міндеттердің қатарында. Осы мақсаттарға жету үшін халықаралық стандарттарды бейімдеу және ұлттық нормативтік-құқықтық базаны қалыптастыру өзекті мәселе болып табылады.

Зерттеудің мақсаты – циркулярлық экономика саласындағы халықаралық тәжірибені және ұлттық бастамаларды талдау, оларды Қазақстан жағдайында қолдану мүмкіндіктерін анықтау. Жұмыста ISO 59000 сериясындағы халықаралық стандарттар мен СТ РК ұлттық стандарттарының жобалары қарастырылады.

Әдіснамасы халықаралық және ұлттық құжаттарды салыстырмалы талдауға, циклділікті бағалау көрсеткіштерін жүйелеуге және олардың Қазақстанда қолданылуын бағалауға негізделген.

Зерттеу нәтижелері Қазақстанның циркулярлық экономикаға көсуге қажетті институционалдық және нормативтік негіздерді қалыптастырып жатқанын көрсетті. Жұмыстың ғылыми үлесі халықаралық тәжірибені жүйелеу, оны ұлттық жағдайға бейімдеу және прогресті бақылауға арналған практикалық құралдар ұсынудан тұрады.

Практикалық маңызы – мемлекеттік саясатты әзірлеуде, кадрларды даярлауда және бизнесте циркулярлық модельдерді енгізуге арналған ұсыныстарды қолдану мүмкіндігі. Нәтижелер елдегі циркулярлық экономиканың дамуына негіз бола алады.

Түйінді сөздер: циркулярлық экономика, стандарттау, тұрақты даму.

Mustafina V.V.¹, Baizakova A.K.², Lobuntsova Y.N.³

Department of Waste and Chemical Safety, Center for “Supporting Sustainable Development,” Kazakhstan Waste Management Association «KazWaste», Technical Committee No. 122 “Circular Economy. Sustainable Production and Consumption,” Astana, Kazakhstan

KAZAKHSTAN ON THE WAY TO A CIRCULAR ECONOMY

Abstract

In the current global context, the transition to a circular economy has become a key driver of sustainable development. For Kazakhstan, efficient resource use, waste minimization, and reducing environmental impacts are among the most pressing challenges. Achieving these goals requires the adaptation of international standards and the development of a strong national regulatory framework.

The aim of this study is to analyze international experience and national initiatives in the field of circular economy and to identify opportunities for their application in Kazakhstan. The paper examines the ISO 59000 series of international standards, as well as draft national standards (ST RK), which establish a foundation for sustainable consumption and production practices.

The methodology is based on a comparative analysis of international and national documents, the systematization of circularity assessment indicators, and their applicability to Kazakhstan.

The results demonstrate that Kazakhstan is gradually creating institutional and regulatory conditions

necessary for the transition to a circular economy. The scientific contribution of the study lies in the systematization of international experience, its adaptation to the national context, and the proposal of practical tools for monitoring progress.

The practical significance of the research lies in its potential application in public policy development, capacity building, and business practices focused on circular models. The findings can serve as a basis for the development of a circular economy in the country.

Keywords: circular economy, standardization, sustainable development.

ИНКЛЮЗИВНЫЙ ТУРИЗМ В КАЗАХСТАНЕ: ЗНАЧЕНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ СТ РК ISO 21902 (СТ РК ISO 21902-2024 «Туристские услуги. Доступный туризм для населения с учетом потребностей маломобильных групп. Общие требования»)

Кайликперова С.В.¹, С. Т. Алиева²

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

Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности

Аннотация

Развитие туризма в Республике Казахстан связано не только с расширением туристской инфраструктуры, но и с созданием условий для ее доступности для всех категорий граждан. Принятие национального стандарта СТ РК ISO 21902 стало важным шагом в обеспечении универсального подхода к предоставлению туристских услуг для маломобильных групп населения. В статье рассматривается значение стандарта как инструмента гармонизации с международными практиками, повышения качества туристских услуг, а также как основы для государственной поддержки и развития инклюзивного туризма.

Ключевые слова: туризм, СТ РК ISO 21902, маломобильные группы населения, доступность, стандартизация, инклюзивность.

Введение

Мировая практика демонстрирует устойчивую тенденцию к развитию **инклюзивного туризма**, при котором каждая категория граждан, включая людей с инвалидностью, пожилых, родителей с маленькими детьми, получает равные возможности для путешествий и отдыха.

По данным Всемирной туристской организации (UNWTO), более 15% населения планеты относятся к маломобильным группам. Для Казахстана, где туризм является приоритетным направлением диверсификации экономики, вопрос доступности приобретает особое значение.

Однако значительная часть туристских объектов и услуг в стране пока не соответствует требованиям универсального дизайна. Это ограничивает доступ граждан с особыми потребностями к отдыху и снижает конкурентоспособность национального турпродукта на мировом рынке.

Развитие туризма в Республике Казахстан

рассматривается как одно из стратегических направлений устойчивого социально-экономического роста. В современных условиях особое внимание уделяется формированию доступной туристической среды, обеспечивающей равные возможности для всех категорий населения, включая лиц с инвалидностью и маломобильные группы.

С этой целью в 2024 году был принят национальный стандарт **СТ РК ISO 21902-2024 «Туристские услуги. Доступный туризм для населения с учетом потребностей маломобильных групп. Общие требования»**, идентичный международному стандарту ISO 21902:2021. Его внедрение направлено на гармонизацию национальной практики с мировыми подходами, укрепление конкурентоспособности отечественной туристической отрасли, а также реализацию принципов социальной инклюзивности.

Стандарт охватывает широкий круг вопросов — от требований к информации и коммуникации до функциональных характеристик

инфраструктуры, организации транспортных услуг, размещения, питания, культурного досуга и туристических маршрутов. Он также закрепляет ключевую роль универсального дизайна, обоснованной корректировки и обучения персонала в обеспечении качественного и доступного сервиса.

Применение СТ РК ISO 21902-2024 позволяет не только повысить уровень комфорта и безопасности для туристов, но и открыть новые экономические возможности для бизнеса, укрепить международный имидж Казахстана как страны, ориентированной на принципы устойчивого и доступного туризма.

СТ РК ISO 21902: шаг к доступному туризму

В ответ на необходимость гармонизации национальных требований с международными стандартами в 2025 году был введен СТ РК ISO 21902-2024 «Туристские услуги. Доступный туризм для населения с учетом потребностей маломобильных групп. Общие требования».

Документ разработан на основе международного стандарта ISO 21902:2021 и содержит комплекс требований к:

- инфраструктуре (гостиницы, транспорт, музеи, туристские маршруты);
- сервисным услугам (система бронирования, информация, навигация);
- подготовке персонала в сфере туризма;
- механизмам взаимодействия с маломобильными группами и обеспечения их безопасности.

Стандарт охватывает полный цикл туристского обслуживания — от планирования поездки и транспортировки до размещения, досуга и обратной связи с потребителем.

С целью проведения работ по улучшению стандартов социальной инклюзии и обеспечения равных возможностей для всех граждан при разработке стандарта на площадке ТК 125 «Технические средства, инклюзивная среда и услуги для лиц с инвалидностью» совместно с КазСтандарт проведено техническое обсуждение проекта стандарта СТ РК «Туристские услуги для населения и лиц с особыми потребностями маломобильных групп. Общие требования».

В обсуждении стандарта приняли участие представители организаций, включая ОЮЛ «Almaty Azamattyq Alliance», ОО «Алматинского городского общества инвалидов», ОО «Ассоциация родителей по опеке детей инвалидов с отклонениями в

психофизическом развитии «Алпамыс», Управления координации занятости и социальных программ областей, ТОО «Центр САТР», НАО «Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева» и другие.

Необходимость разработки стандарта обусловлена тем, что доступный туризм обеспечивает равные возможности для всех людей, независимо от их физических возможностей, возраста или других характеристик.

Положения стандарта позволяют сформулировать требования к туристическим услугам и объектам размещения, чтобы обеспечить включение всех групп населения в туристические поездки и требования «доступного туризма для всех» с целью обеспечения равного доступа к туризму для самого широкого круга лиц всех возрастов и способностей.

Ключевые положения стандарта

СТ РК ISO 21902-2024 посвящён вопросам **доступного туризма для всех категорий населения, включая лиц с инвалидностью и маломобильные группы.**

По содержанию стандарт охватывает широкий круг требований и рекомендаций:

- **Общие положения** – закрепляют принципы равного доступа, универсального дизайна и обоснованной корректировки, обязательность учета потребностей разных категорий туристов.

- **Разработка услуг** – определяет, что все этапы туристического продукта (от бронирования и информации до самого путешествия и проживания) должны быть доступны и безопасны.

- **Информация и коммуникация** – предусматривает ясное и доступное предоставление сведений во всех форматах (письменный, устный, цифровой, альтернативные форматы, язык жестов, шрифт Брайля, тактильные средства).

- **Обучение персонала** – обязывает операторов туризма и смежные организации обучать сотрудников особенностям взаимодействия с лицами с различными видами инвалидности.

- **Застроенная среда** – содержит функциональные требования к зданиям и прилегающей территории: доступные маршруты, пандусы, лифты, туалеты, парковки, освещение, указатели и др.

- **Государственная политика и стратегии** – включает рекомендации для органов власти по управлению туристическими направлениями, учету принципов доступности в планах и программах.

- **Транспорт** – требования к билетным системам, терминалам, остановкам, посадке/высадке, салонам транспортных средств и дорожной инфраструктуре.

- **Городские и сельские туристические зоны** – адаптация пешеходных маршрутов и особых туристических зон.

- **Досуг и культурный туризм** – условия доступности для музеев, памятников, объектов культурного наследия, отдыха на природе и в торговых зонах.

- **Мероприятия (MICE)** – планирование конгрессов, выставок и событий с учетом доступности мест, программ, транспорта и переводческих услуг.

- **Размещение и питание** – требования к гостиницам, номерам, зонам общего пользования, ресторанам и пунктам обслуживания.

- **Туроператоры и агентства** – сбор и передача информации, консультации по доступности, информирование клиентов до поездки.

Дополнительно стандарт включает приложения с **практическими инструментами:**

- принципы и рекомендации универсального дизайна;

- таблицы для оценки доступности;

- правила цветового контраста, оборудования зон регистрации, туалетов, номеров и т.д.;

- коды IATA и другие справочные материалы.

Таким образом, стандарт задаёт **комплексные рамки для формирования доступной туристической среды** — от политики и инфраструктуры до конкретных услуг и коммуникаций, обеспечивая равные условия для всех категорий туристов.

Также, ключевыми положениями стандарта являются:

- **Универсальный дизайн** — объекты должны быть доступны без необходимости специальных приспособлений.

- **Информационная доступность** — использование понятных форматов (шрифт Брайля, аудиоинформация, адаптированные сайты).

- **Подготовка персонала** — обучение работников навыкам обслуживания маломобильных граждан.

- **Безопасность и сопровождение** — обеспечение эвакуационных выходов,

технических средств и ассистенции.

- **Гармонизация с международными практиками** — ориентация на опыт стран ЕС и рекомендации UNWTO.

Таким образом, ключевые положения стандарта СТ РК ISO 21902-2024 направлены на создание единой системы инклюзивного туризма, обеспечивающей равный доступ для всех категорий граждан. Они охватывают инфраструктурные, информационные, организационные и кадровые аспекты, формируя комплексный подход к повышению качества туристских услуг. Реализация этих принципов способствует гармонизации с международными практиками, укреплению конкурентоспособности туристской отрасли Казахстана и обеспечению устойчивого развития доступного туризма.

Практические выгоды для туристической индустрии

Внедрение требований и рекомендаций стандарта СТ РК ISO 21902-2024 обеспечивает для туристической отрасли следующие преимущества:

- **Расширение рынка** – за счёт привлечения туристов с инвалидностью, пожилых людей и других маломобильных групп, а также сопровождающих их лиц.

- **Повышение конкурентоспособности** – доступные услуги и инфраструктура становятся важным фактором выбора направления, отеля или туроператора.

- **Рост качества сервиса** – стандартизация подходов к информации, коммуникации и обучению персонала улучшает общее качество обслуживания всех клиентов.

- **Инновации и модернизация** – развитие универсального дизайна стимулирует внедрение новых технологий (доступные сайты, мобильные приложения, адаптивное оборудование).

- **Экономическая эффективность** – повышение заполняемости объектов размещения, рост спроса на культурные и досуговые мероприятия, увеличение доходов от транспортных и сопутствующих услуг.

- **Социальная ответственность и репутация** – компании демонстрируют приверженность принципам инклюзивности, что положительно влияет на имидж и доверие клиентов.

- **Гармонизация с международными практиками** – идентичность ISO 21902:2021 облегчает выход на международный рынок и сотрудничество с зарубежными партнёрами.

Заключение

Применение СТ РК ISO 21902-2024 «Туристские услуги. Доступный туризм для населения с учетом потребностей маломобильных групп. Общие требования» имеет важное значение для развития современной туристической индустрии Казахстана. Стандарт представляет собой целостный инструмент, направленный на обеспечение доступности и равенства в сфере туризма, и охватывает все ключевые элементы туристической деятельности — от формирования государственной политики и стратегий до конкретных требований к инфраструктуре, транспорту, размещению и предоставлению услуг.

Внедрение стандарта позволяет:

- **создать единую систему требований** к обеспечению доступности туристической среды, обеспечив преемственность между государственным и частным секторами;

- **повысить качество и безопасность** обслуживания, внедряя универсальный дизайн и устраняя барьеры на всех этапах туристической цепочки;

- **расширить туристический рынок** за счёт привлечения маломобильных групп населения, пожилых людей, лиц с временными ограничениями и сопровождающих их лиц;

- **обеспечить социальную инклюзивность**, предоставив равные возможности для всех категорий граждан независимо от возраста, состояния здоровья или функциональных возможностей организма;

- **укрепить конкурентоспособность Казахстана** на международном рынке, так как стандарт идентичен ISO 21902:2021 и гармонизирован с мировыми практиками;

- **повысить инвестиционную привлекательность** туристического сектора благодаря внедрению современных подходов к

управлению качеством и доступностью;

- **развить кадровый потенциал** через подготовку и обучение персонала принципам обслуживания лиц с различными потребностями;

- **укрепить имидж и репутацию организаций**, демонстрирующих социальную ответственность и ориентацию на ценности устойчивого развития.

Таким образом, применение СТ РК ISO 21902-2024 будет способствовать созданию комплексной и инклюзивной туристической среды в Казахстане, обеспечивающей комфорт и равный доступ для всех категорий населения. Это, в свою очередь, станет важным шагом на пути к устойчивому развитию туризма, повышению его качества, а также укреплению социально-экономического потенциала страны.

Список источников

СТ РК ISO 21902-2024. Туристские услуги. Доступный туризм для населения с учетом потребностей маломобильных групп. Общие требования: стандарт РК / РГП «Казахстанский институт стандартизации и метрологии». – Астана, 2024. – 182 с.

References

ST RK ISO 21902-2024 «Tourism services. Accessible tourism for all, taking into account the needs of persons with reduced mobility. General requirements»

С.В. Кайликперова¹, С. Т. Алиева²

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

Әзербайжан Мұнай және Өнеркәсіп Мемлекеттік Университеті

**МЕМЛЕКЕТТІК ҚОЛДАУДЫҢ КІЛТІ РЕТІНДЕ ФЕРМЕРЛІК ЖЫЛЫЖАЙЛАРДЫ
ҰЛТТЫҚ СТАНДАРТҚА СӘЙКЕСТЕНДІРУ (ҚР СТ 3834-2023 «Фермерлік жылыжайлар.
Жалпы техникалық талаптар»)**

Аңдатпа

Қазақстан Республикасындағы туризмді дамыту тек туристік инфрақұрылымды кеңейтумен ғана емес, сонымен қатар барлық санаттағы азаматтар үшін оның қолжетімділігін қамтамасыз етумен байланысты. ҚР СТ ISO 21902 ұлттық стандартының қабылдануы халықтың қозғалысы шектеулі топтарына туристік қызмет көрсетуде әмбебап тәсілді қамтамасыз етудегі маңызды қадам болды. Мақалада стандарттың халықаралық тәжірибелермен үйлестіру құралы ретіндегі, туристік қызметтердің сапасын арттырудағы маңызы, сондай-ақ инклюзивті туризмді дамытуды және мемлекеттік қолдауды қамтамасыз етудегі негіз ретіндегі рөлі қарастырылады.

Түйінді сөздер: туризм, ҚР СТ ISO 21902, қозғалысы шектеулі топтар, қолжетімділік, стандарттау, инклюзивтілік.

Kaylikperova S.V.¹, Alieva S.T.²

*«Kazakhstan Institute of Standardization and Metrology» RSE, Astana, Kazakhstan
Azerbaijan State Oil and Industry University*

**INCLUSIVE TOURISM IN KAZAKHSTAN: IMPORTANCE AND
APPLICATION ST RK ISO 21902 (ST RK ISO 21902-2024 «Tourism services.
Accessible tourism for all considering the needs of persons with reduced mobility.
General requirements»)**

Abstract

Abstract: The development of tourism in the Republic of Kazakhstan is connected not only with the expansion of tourism infrastructure but also with creating conditions for its accessibility to all categories of citizens. The adoption of the national standard ST RK ISO 21902 has become an important step in ensuring a universal approach to providing tourism services for people with reduced mobility. The article examines the significance of the standard as a tool for harmonization with international practices, improving the quality of tourism services, as well as serving as a basis for government support and the development of inclusive tourism.

Keywords: tourism, ST RK ISO 21902, persons with reduced mobility, accessibility, standardization, inclusiveness.

DOI 10.64513/Smart/2025.3.12

МРНТИ МРНТИ 67.01.77

УДК: 658.5.005

НУЖНЫ НОВЫЕ ИНИЦИАТИВЫ, ПОБУЖДАЮЩИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ПРИМЕНЯТЬ МЕЖДУНАРОДНЫЕ ПРАВИЛА СИСТЕМНОГО МЕНЕДЖМЕНТА НА ОСНОВЕ ISO 9001

В.И. Соловьев*Орган по подтверждению соответствия систем менеджмента EUROASIA MS, Казахстан,
Астана*

Аннотация

В статье исследуются причины снижения интереса казахстанских организаций к внедрению системного менеджмента в соответствии с международным стандартом ISO 9001. Выявлены ключевые барьеры — управленческие стереотипы, недостаточная подготовка кадров, слабая информационная поддержка и несовершенство нормативной базы. Предлагается комплекс инициатив: всеобуч персонала, обновление вузовских программ, государственные стимулы, развитие культуры управления на принципах ISO 9001 и ISO 37001, возобновление профильных изданий, а также разработка национальной программы по поэтапному внедрению стандарта. Реализация предложенных мер призвана повысить конкурентоспособность казахстанской экономики, улучшить инвестиционный климат и укрепить доверие бизнеса к системе стандартизации.

Ключевые слова: системный менеджмент, ISO 9001, культура качества, конкурентоспособность, устойчивое развитие организаций.

Введение

В настоящее время, обращаясь к фактам, полученным по результатам проведенных в разнoproфильных организациях аудитов систем менеджмента, включая ISO 9001:2015 как базовый, можно прийти к основополагающему выводу, что активность со стороны организаций существенно ухудшилась, что вызывает обеспокоенность, учитывая стратегическую значимость системного менеджмента для устойчивого развития организаций. Хотя есть Указ Президента Республики Казахстан от 04.12.2023 г. №404 «О мерах по повышению эффективности работы по привлечению инвестиций в экономику страны», который, как нам представляется, должен был в таких организациях активизировать работу по применению/встраиванию системного менеджмента. Лояльность высшего руководства в вопросах применения ISO 9001, в этом случае, можно рассматривать как один из индикаторов содействия полноценной реализации Указа Президента Республики Казахстан.

Эффективность привлечения инвестиций в экономику страны напрямую зависит от ее конкурентоспособности, которая в свою очередь требует продвижения стандартов системного менеджмента в рамках компетенций всех участников этого процесса. Начиная с достаточной институциональной его поддержки до полного осознания стратегической значимости системного менеджмента для устойчивого развития организаций, как на центральном уровне, так и субъектами экономики.

И все же, в начале остановимся на ряде фактов, бросающих вызов логике (сюрреализм); они могут существенно влиять на формирование отрицательного восприятия целесообразности применения в управлении организацией системного менеджмента – ISO 9001.

Во время проведения аудитов системного менеджмента, в журналах и других источниках можно встретить высказывания: «ISO 9001 не для всех», «ISO 9001 не оправдал ожиданий», «западный продукт под влиянием СМК»,

«слабое влияние ISO 9001 на качество управления организацией», «ISO 9001 требует для своего обслуживания организацию отдела качества, который мешает работать», «мы итак знаем, как руководить без всяких ISO» и далее утверждения типа «что-то не хватает в ISO 9001» или наоборот «ISO 9001 трудно выполнить в работе организации» и др.

В настоящей статье не ставится цель убедить в противоположном носителей указанных умозаключений; их выбор понятен и уважаем. Наше обращение к руководителям, которые находятся в раздумьях: «Быть или не быть системному менеджменту в их организации».

Мы твердо утверждаем, что ISO 9001 для всех и не только на работе, но и в жизни он может помогать эффективно и счастливо обустроить свое жизненное пространство (семья, школа, институт и др.). Следует отметить, что не только многие организации, но и индивидуальные предприниматели (самоменеджмент) умеют работать по ISO 9001 и при необходимости сертифицируют свою систему менеджмента на соответствие данному международному стандарту.

Важно помнить, что ISO 9001 - это «минимальные» правила управления, которым любая профессионально-грамотная организация должна уметь следовать в своей работе [1].

В случае, если эти правила не знать и не уметь применять, то о какой конкурентоспособности такой организации можно говорить? Поэтому ISO 9001 для всех, кто готов к развитию нужно исходить из того, что один из универсальных, эффективных инструментов, если использовать его осмысленно и целенаправленно.

Специалистам, которые утверждают, что появились в штате организации новые отделы, сотрудники, которые «мешают работать», можно сразу предложить: «Откройте международный стандарт ISO 9001:2015», в котором четко написано в главе 5, п. 5.1.a: «Высшее руководство должно демонстрировать и свое лидерство, и приверженность в отношении системы менеджмента качества посредством принятия ответственности за результативность/эффективность СМК»; ни о каких других надстройках в стандарте не указывается.

Сами придумали, сами организовали новые организационные структуры (отделы и др.), а

потом обвиняют ISO 9001 во всех неудачах. Меньше надо фантазировать, а просто надо обучиться понять и осознать (по Демингу - глубинно) ценность системного менеджмента, который может помочь организации работать в условиях быстроменяющегося и нестабильного рынка.

Рассуждения о том, что СМК - западный продукт, не выдерживают критики, так как Россия, в лице Росстандарта, является членом ISO и активно участвует в работе технических комитетов, отвечающих за разработку и актуализацию международных стандартов, включая ISO 9001. Казахстан также является полноправным членом технических комитетов ISO.

Еще один аргумент, что ISO как лишний атрибут в производственной деятельности организации: «ответственный руководитель (видимо на каком-то важном совещании) ни разу не упомянул о роли СМК в повышении качества...». Как он мог упомянуть, если он либо не знает, что такое СМК, либо игнорирует его потенциал.

Особо следует отметить вызов системному менеджменту при приходе новых сотрудников, особенно на руководящие должности. В настоящее время они, как правило, родственники, «свои люди» и др., которые не знают/не владеют правилами системного менеджмента, и что печально, еще не имеют профильного образования. Такие руководители ведут себя «как слон в лавке»; как правило, если организация работала по правилам системного менеджмента, то при таких руководителях, она уже работать не будет.

На утверждение, что в ISO 9001 что-то «не хватает», не так «сформулировано» или не совсем точно переведены с английского на русский некоторые термины, понятия или требования системного менеджмента - ISO 9001, можно рекомендовать пользователям не заморачиваться по этому поводу. Вопросами правильности составления этих документов должны заниматься специалисты-разработчики. Высшему руководству и персоналу следует пользоваться официальным изданием – ISO. При этом в нем однозначно сказано, что настоящий стандарт не предполагает необходимости:

- единообразия в структуре различных систем менеджмента качества;
- согласования документации со структурой разделов настоящего стандарта;
- использования специальной

терминологии настоящего стандарта в рамках организации [1; 2]; следует применять терминологию, свойственную организации.

Документированная информация (отчеты, инструкции, правила и др. документы) должна быть лаконичной понятной и соответствовать требованиям, которые устанавливает организация с учетом ISO 9001 и выполнения действующего законодательства.

И если высшее руководство усвоит все, о чем выше написано об ISO 9001, то оно поймет, что организация сама должна создавать «живые» Правила системного менеджмента производственной деятельности для своего предприятия, а не консультант – «под ключ». Консультант должен выполнять роль консультанта, а не специалиста, который устанавливает правила. При этом, данные правила должны быть «похожими» и способными обеспечивать выполнение требований международного стандарта ISO 9001:2015.

Особо следует отметить, что при разработке Правил управления организацией необходимо опираться на накопленный опыт, мастерство, профессиональную интуицию персонала (см. ISO 9000:2015) и существующие практики, а не полностью их заменять. Система менеджмента также требует обращать внимание на поощрение приверженности персонала к качеству на всех уровнях переделов производства. Таким образом, исходя из опыта следует придерживаться правил: СМК не должна быть сложной, но точно отражать потребности организации, обеспечивающие ее работу в современных условиях рынка; у каждой организации своя система менеджмента, которую со временем, опираясь на принцип многоуровневого развития, можно рассматривать как ноу-хау – секрет качества управления производственными процессами (объект интеллектуальной собственности) [3].

По сути, со зрелостью системного менеджмента, организация может осознать необходимость в интеграции новых инструментов, практик и культуры качества, способных улучшить ее конкурентоспособность (стандарты организации, управление проектами, Kaizen и др.) [4].

Правила должны обеспечивать качество управления производственными процессами, которые должны быть эффективными и обеспечивать требуемое качество продукции/услуги.

Если результаты системного управления неудовлетворительны – это сигнал к пересмотру управленческих процессов (правил) и культуры управления. Надо понимать, что результаты – отражение качества системного менеджмента, мастерства и культуры учреждения.

По сути, каждый работник организации должен понять принцип системного менеджмента: «Все, что мы имеем, является результатом качества системного менеджмента» [5].

Далее остановимся на основных и обобщенных причинах снижения у высшего руководства интереса и активности применения системного менеджмента в своих организациях:

1. Существенное ухудшение активности и низкая мотивация в ряде организаций со стороны высшего руководства к внедрению, в частности ISO 9001:2015, как инструмента повышения эффективности на основе международных стандартов управления и упущение системных подходов к планированию отраслевых министерств приводят к формальному и декларативному их применению или хуже - к «покупке сертификата»;

2. Стереотипы и недоверие; распространены ошибочные представления об ISO 9001 как о «бюрократическом бремени», а не как о средстве создания устойчивых управленческих процессов, что препятствует формированию культуры качества во всех сферах жизнедеятельности организации.

3. Авторитарные стили управления - преобладание административно-командного подхода, игнорирование принципов системного менеджмента и вовлеченности персонала, которые снижают потенциал к новым инициативам, изменениям и инновациям из-за пренебрежения к знаниям основ ISO 9001 и не умения применять их на практике в становлении конкурентоспособной организации на рынке труда.

4. Слабая пропаганда, недостаточная информационная поддержка и прекращение выпусков специализированных изданий, снижающих профессиональный интерес к данной теме для обладания необходимыми знаниями и навыками, а также приводящих к тормозу развития корпоративной управленческой культуры и становления организации «нового типа», сопровождающемуся кадровым дефицитом.

5. Неудовлетворительная подготовка специалистов в университетах; как правило, они

не имеют практических навыков, востребованных в реальной экономике.

6. Устаревшее и требующее актуализации с учетом накопленного национального и международного опыта законодательство по способам организации по реализации в практику системного менеджмента.

В этой связи предлагаем ряд инициатив, направленных на преодоление обозначенных барьеров и стимулирование внедрения/встраивания системного менеджмента в существующее управление организацией:

1. Обучение, базирующееся на принципе «всеобуча», позволяющего каждому работнику знать и применять «Правила системного менеджмента» (по аналогии с правилами дорожного движения); необходимо прививать понимание Первым руководителям - обязательно знать и уметь применять на практике правила системного менеджмента, частности ISO 9001; известно, как бы не хотел персонал работать в условиях системного менеджмента, ничего не произойдет в этом направлении, если первый руководитель не знает основ ISO 9001; основополагающими в обучении системному менеджменту должны стать знания о том, как эти правила применять на практике, какое они оказывают влияние на формирование коллектива единомышленников, в основе которого лежит идеология демократического образа жизнедеятельности, взаимопонимания, как они могут повысить конкурентоспособность любой организации (министерства, акимата, университета, школы, детского сада, завода, поликлиники, работников местных органов самоуправления, министерств и других производственных, образовательных и хозяйственных структур и др.).

2. Университеты должны учитывать необходимую актуализацию путей в подготовке специалистов, которые должны помимо всего прочего уметь переходить от линейного, причинно-следственного мышления к системному; это позволит им эффективно работать в рамках системного менеджмента и тем самым повысить свою востребованность на современном рынке труда.

3. Государственная поддержка: обновление законодательства с целью поощрения организаций, применяющих СМК, включая интеграцию этих требований в систему государственных закупок; возможно, учитывать продолжительность/опыт работы организации

(уровень управленческой зрелости) в рамках системного менеджмента.

4. Улучшение качества культуры управления, развитие и укрепление деловой идеологии, базирующейся на основных принципах системного менеджмента, включая нормы антикоррупционного поведения – ISO 37001.

5. Информационная политика; возобновление издания специализированного журнала, в котором освещались бы практические кейсы, опыт внедрения, инновации в области системного менеджмента, а также актуальные публикации от представителей государственных органов и бизнеса.

6. Создание программного документа; разработка национальной программы по системному внедрению/встраиванию ISO 9001, включающей координацию органов подтверждения соответствия, стимулирование консалтинговой и учебной деятельности, а также мониторинг результативности и эффективности в целом; важно увеличить число организаций, которые могут принять решение о переходе на управление по правилам системного менеджмента, до 50-80%; повсеместное внедрение требований ISO 9001 должно стать одним из национальных приоритетов Республики Казахстан, поскольку может существенно повысить конкурентоспособность нашей экономики на рынках различного уровня; все это также может способствовать улучшению инвестиционного климата; особо следует отметить, что не все организации должны проходить процедуру сертификации своей системы менеджмента; решение вопроса «сертифицировать или не сертифицировать» - прерогатива высшего руководства, а вот умение работать в рамках ISO 9001 должно стать нормой с учетом требований бизнес-среды; также можно поставить цель, чтобы все участники, независимо от сферы деятельности, знали и умели применять правила системного менеджмента (особенно в рамках своих компетенций) - не только на производстве, но и в повседневной жизни [5].

Заключение

Мы убеждены, что реализация этих шагов позволит модернизировать государственную систему управления качеством, улучшить деловой климат и укрепить доверие бизнеса и общества к национальной системе стандартизации, а также улучшить позицию

Казахстана в глобальных рейтингах конкурентоспособности (например, FDI, Doing Business и др.) и устойчивого развития.

Список источников

1. Соловьев В.И. ИСО 9001 — путь к созданию эффективных правил управления бизнесом // Стандарты и качество. — 2017. — № 8. — С. 50—53.
2. Соловьев В.И. Нужно ли применять ISO 9001 в организациях? // Стандарты и качество. — 2018. — № 7. — С. 68—71.
3. Соловьев В.И. «ИСО 9001 плюс» — инструмент многоуровневого развития организации // Стандарты и качество. — 2019. — № 9. — С. 82—84.
4. Белобрагин В.А. Стандарты организаций и современное производство // Стандарты и качество. — 2016. — № 2. — С. 36—39.
5. Соловьев В.И. Все, что мы имеем — результат качества системного менеджмента

ISO 9001 // Научно-технический журнал «SMART». — 2023. — № 3 (84). — С. 43—48..

References

1. Solovyev V.I. ISO 9001 — The Way to Create Effective Business Management Rules // Standarty i kachestvo. — 2017. — No. 8. — P. 50—53.
2. Solovyev V.I. Is It Necessary to Apply ISO 9001 in Organizations? // Standarty i kachestvo. — 2018. — No. 7. — P. 68—71.
3. Solovyev V.I. "ISO 9001 Plus" — A Tool for Multi-Level Organizational Development // Standarty i kachestvo. — 2019. — No. 9. — P. 82—84.
4. Belobragin V.A. Organizational Standards and Modern Production // Standarty i kachestvo. — 2016. — No. 2. — P. 36—39.
5. Solovyev V.I. Everything We Have Is the Result of the Quality of the ISO 9001 System Management // Scientific-Technical Journal "SMART". — 2023. — No. 3 (84). — P. 43—48.

В.И.Соловьев

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

ISO 9001 НЕГІЗІНДЕГІ ЖҮЙЕЛІК МЕНЕДЖМЕНТТІҢ ХАЛЫҚАРАЛЫҚ ТАЛАПТАРЫН ҚОЛДАНУҒА ҰЙЫМДАРДЫ ҢЫТАЛАНДЫРАТЫН ЖАҢА БАСТАМАЛАР ҚАЖЕТ

Аңдатпа

Аннотация. Мақалада ISO 9001 халықаралық стандартына сәйкес жүйелік менеджментті енгізуге қазақстандық ұйымдардың қызығушылығының төмендеу себептері зерттеледі. Негізгі кедергілер — басқарушылық стереотиптер, кадрларды даярлаудың жеткіліксіздігі, ақпараттық қолдаудың әлсіздігі және нормативтік базаның жетілмегендігі анықталды. Ұсынылатын бастамалар кешені: персоналды жаппай оқыту, ЖОО бағдарламаларын жаңарту, мемлекеттік ынталандыру, ISO 9001 және ISO 37001 қағидаттарында басқару мәдениетін дамыту, бейінді басылымдарды жаңарту, сондай-ақ стандартты кезең-кезеңімен енгізу жөніндегі ұлттық бағдарламаны әзірлеу. Ұсынылған шараларды іске асыру Қазақстан экономикасының бәсекеге қабілеттілігін арттыруға, инвестициялық ахуалды жақсартуға және Бизнесінің стандарттау жүйесіне деген сенімін нығайтуға бағытталған.

Түйінді сөздер: жүйелік менеджмент, ISO 9001, сапа мәдениеті, бәсекеге қабілеттілік, ұйымдардың тұрақты дамуы.

V.I. Solovyev

EUROASIA MS, Conformity Assessment Body for Management Systems, Astana, Republic of Kazakhstan

NEW INITIATIVES ARE NEEDED TO ENCOURAGE ORGANIZATIONS TO APPLY INTERNATIONAL SYSTEM MANAGEMENT STANDARDS BASED ON ISO 9001

Abstract

The article discusses the reasons for the declining interest of Kazakhstani organizations in the implementation of system management in accordance with the international standard ISO 9001. The key barriers identified are management stereotypes, insufficient staff training, weak information support, and an imperfect regulatory framework. A set of initiatives is proposed: comprehensive staff training, renewal of university programs, government incentives, development of a management culture based on the principles of ISO 9001 and ISO 37001, resumption of specialized publications, as well as the development of a national program for the phased implementation of the standard. The implementation of the proposed measures is aimed at increasing the competitiveness of the Kazakh economy, improving the investment climate and strengthening business confidence in the standardization system.

Key words: system management, ISO 9001, quality culture, competitiveness, sustainable development of organizations.

НОТИФИКАЦИЯ ЮРИДИЧЕСКИХ ЛИЦ НА ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ ПОВЕРКИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ - КАК ИНСТРУМЕНТ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Низамова Г.С.

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

Аннотация

В статье дано разъяснение понятий «нотификация» «уполномочивание» и «назначение на право осуществления поверки средств измерений», обоснована их эквивалентность по смыслу и правовым последствиям. Рассмотрены вопросы применения института нотификации юридических лиц на осуществление поверки средств измерений как современного инструмента обеспечения единства измерений. Проведен анализ механизма нотификации в Европейском союзе и различных странах, с выделением особенностей национальных моделей регулирования. На основе фактических данных выявлены основные проблемы, связанные с практикой проверок деятельности поверочных лабораторий, включая вопросы компетентности, ресурсного обеспечения и соблюдения требований нормативных документов. В заключение предложены пути решения существующих проблем, направленные на совершенствование механизма нотификации и повышение эффективности системы обеспечения единства измерений.

Ключевые слова: нотификация, назначение, уполномочивание, поверка, средства измерений

Введение

Обеспечение единства измерений является одной из ключевых составляющих национальной системы и играет важную роль в развитии экономики, науки, здравоохранения, охраны окружающей среды и обеспечения безопасности граждан. Надежность и сопоставимость результатов измерений напрямую зависят от установленного порядка поверки средств измерений и надлежащего регулирования этой деятельности.

В условиях реформирования государственного регулирования в Республике Казахстан особое значение приобретает институт нотификации юридических лиц на осуществление поверки средств измерений. Данный механизм выступает инструментом повышения прозрачности и конкурентности в сфере метрологических услуг, создавая условия для привлечения квалифицированных организаций, способных выполнять поверку на

высоком профессиональном уровне.

В условиях глобализации и интеграции в международное метрологическое сообщество актуальность темы обусловлена необходимостью гармонизации национальных процедур с международными и региональными требованиями, повышения доверия к результатам измерений как внутри страны, так и за её пределами. Эффективная система нотификации способствует развитию конкурентной среды и повышению качества предоставляемых услуг. Очень важно в данной статье раскрыть важность и необходимость данного регулирования, вывить преимущества и сравнить с текущей моделью.

Выбор темы исследования определяется возрастающей ролью поверочных организаций в поддержании доверия к результатам измерений, а также необходимостью анализа эффективности применения института нотификации как современного регуляторного инструмента обеспечения единства измерений.

При написании статьи применялся метод анализа имеющихся данных о проведенных проверках государственного метрологического контроля и анализа законодательства различных стран, в которых уже действует институт нотификации. В качестве литературных источников использованы действующие нормативные акты различных стран, в том числе Евразийского экономического союза, Казахстана и стандарты.

В первую очередь, необходимо разобраться, что такое нотификация и что она собой представляет. Нотификация — это официальное уведомление, с помощью которого государственный орган подтверждает, что юридическое лицо соответствует установленным требованиям и может осуществлять определённый вид деятельности.

Термины «нотификация», «уполномочивание» и «назначение» в нормативной практике фактически описывают один и тот же регуляторный механизм допуска юридических лиц к деятельности по поверке средств измерений и все термины направлены на достижение единой цели — официальное подтверждение компетентности юридического лица и предоставление ему права на осуществление поверки средств измерений в установленной сфере.

И нотификация, и назначение, и уполномочивание представляют собой форму государственного регулирования. Независимо от наименования, процедура предполагает проверку соответствия организации установленным критериям (наличие аккредитованной лаборатории, квалифицированного персонала, технической базы, системы менеджмента качества и др.), по итогам которой юридическое лицо включается в официальный реестр (перечень) организаций, имеющих право проводить поверку средств измерений.

Из этого можно сделать вывод, что различие только в терминологии, а именно: использование термина «нотификация» связано с гармонизацией национального законодательства с международной практикой (в частности, в рамках ЕС, где термин широко применяется для описания уведомительных процедур). Термин «назначение», используется преимущественно в национальных правовых актах как традиционное обозначение процедуры уполномочивания. Однако суть процедуры при этом не меняется.

Согласно Закона Республики Казахстан «Об обеспечении единства измерений», поверка средств измерений – совокупность операций,

выполняемых в целях подтверждения соответствия средств измерений обязательным метрологическим требованиям [1]. Поверка средств измерений представляет собой ключевой процесс, подтверждающий пригодность измерительных приборов к применению. Этот процесс устанавливает юридический статус средств измерений и требует строгого государственного контроля. Однако в настоящее время в Казахстане поверка осуществляется организациями, аккредитованными на соответствие ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий» (далее - ISO/IEC 17025), который охватывает калибровку и испытания, но не содержит прямых указаний для поверки. Такой подход противоречит международной практике, где поверка и калибровка рассматриваются как два отдельных процесса, требующих различных подходов к регулированию.

Обеспечение единства измерений является важнейшим элементом национальной инфраструктуры качества, направленным на защиту интересов государства, общества и потребителей. В этой связи, особое значение имеет анализ результатов государственного метрологического контроля, позволяющий выявлять системные проблемы в сфере поверки средств измерений и разрабатывать меры по их устранению.

По данным Комитета технического регулирования и метрологии и его территориальных подразделений результаты государственного метрологического контроля показывают многочисленные нарушения при проведении поверки средств измерений.

Так территориальными Департаментами Комитета технического регулирования и метрологии областей и городов Алматы, Астаны и Шымкент в 2024 году проведено 3744 контрольных мероприятий, из них в 2521 случаях установлены нарушения, что составляет более 67%.

Совместных проверок проведено - 1531, внеплановых - 408, профилактический контроль – 1858.

По результатам государственного контроля вынесено 580 постановлений/протоколов о наложении административных штрафов, на общую сумму 270 357,316 тыс.тенге, из них наложено судами 10 734,812 тыс. тенге.

Проверено 76 863 средств измерений и признаны непригодными к применению 13 595 средств измерений и подлежали отмене 3150 сертификата о поверке.

Выданы 1808 предписаний/рекомендаций, из них 552 субъектов не исполнившие рекомендации будут подлежать включению в список

профконтроля с посещением.

Проверкам (совместные, внеплановые проверки) были подвергнуты 2528 объекта, деятельность, которых связана:

- с обеспечением защиты жизни и здоровья граждан в области здравоохранения – 170;
- объектов образования – 1410;
- воинских частей и воинских формирований – 16;
- объекты автозаправочных станций и автогазозаправочных станций – 107;
- объектов транспорта – 111;
- объекты железнодорожного транспорта – 26;
- объекты электроэнергетики, тепла, воды, газа, связи, очистительные сооружения – 15.
- другое (объекты промышленности, центры досуга) – 673.

Штрафы на сумму свыше 270 млн.тг. (270 357, 316 тыс. тг) привлечены 482 субъектов.

Проверки показали:

- нарушение процесса поверки и требований методики поверки;
- нарушения в оформлении сертификатов о поверке;
- проводится поверка средств измерений, не имеющих в области аккредитации;
- поверка проводится лицами, не аттестованными в качестве поверителя;
- применяемые эталоны не соответствуют необходимым характеристикам;
- несоблюдение установленных сроков поверки (например, одновременная поверка нескольких средств измерений за один день).

Все вышеуказанные нарушения негативно сказываются на качестве измерений и, в конечном итоге, на безопасности потребителей. Кроме того, нарушение установленного порядка поверки снижает уровень доверия к национальной системе обеспечения единства измерений.

Также последние изменения в нормативные правовые акты касающиеся поверки средств измерений (Правила проведения поверки средств измерений, установления периодичности поверки средств измерений и формы сертификата о поверке средств измерений, Правила электронного учета данных о поверяемых средствах измерений и их передачи в государственный научный метрологический центр), показали, что поверка и выдача сертификатов производились поверочными лабораториями, у которых отсутствуют необходимые эталоны и которые не заинтересованы в обновлении парка средств измерений и эталонов.

Все эти нарушения подтверждают формальный подход к процессу поверки и использование «серых схем» при выдаче сертификатов, к тому же под сомнение попадают соответствие и пригодность приборов, применяемых при поверке.

Особенно тревожным является тот факт, что после приостановления срока действия аттестата аккредитации на 6 месяцев на его месте открывается новая поверочная лаборатория с теми же эталонами, продолжающая выдачу сертификатов. Это вызывает обоснованные сомнения в надежности таких приборов, что может негативно сказаться на безопасности жизни и здоровья граждан, а также нарушает права потребителей на получение качественных и безопасных услуг.

Исходя из выше приведенных фактов, становится очевидным, что на сегодняшний день система аккредитации поверочных лабораторий продемонстрировала свою неэффективность. Масштаб и характер выявленных нарушений указывают на системный кризис в области поверки, который невозможно решить без кардинальных изменений и усиления государственного контроля.

Поверка, являясь инструментом государственного контроля в международной практике осуществляется государственными организациями. К тому же, международные документы OIML (МОЗМ) D20 и D3 подчеркивают, что поверка должна проводиться организациями законодательной метрологии или уполномоченными государством органами [2]. В европейских странах и ряде стран СНГ поверка находится под усиленным контролем государственных органов, а поверители имеют статус инспекторов, что накладывает дополнительные требования к их квалификации и ответственности.

Рассмотрим практику нотификации в Европейском союзе (ЕС) с акцентом на ответственность поверителей, ее последствия и требования к квалификации. В Европейском союзе механизм нотификации реализуется через институцию notified bodies (нотифицированных органов), которым предоставляется право выполнять процедуры оценки соответствия, включая поверку в рамках соответствующих директив и регламентов [3].

В контексте измерительных приборов ключевым нормативом является Директива 2014/32/EU (MID) о гармонизации законов государств-членов, касающихся помещения на рынок и ввода в эксплуатацию средств измерений [4].

Ключевыми критериями для нотификации единства измерений. Они систематизированы в лаборатории в ЕС являются требования, таблице 1. установленные европейским законодательством в области оценки соответствия и обеспечения

Таблица 1.

Требование	Описание
Аккредитация	Наличие аккредитации по ISO/IEC 17025 или ISO/IEC 17065 (для органов по сертификации) от признанного национального органа по аккредитации (НАО).
Юридическая регистрация в ЕС	Лаборатория должна быть зарегистрирована и действовать на территории одной из стран – членов ЕС.
Компетентность и беспристрастность	Наличие компетентного персонала, квалифицированного для проведения поверки и испытаний, а также документированных процедур, гарантирующих независимость и беспристрастность деятельности.
Прослеживаемость измерений	Обеспечение метрологической прослеживаемости результатов поверки через эталоны и калибровки, признанные в международных системах взаимного признания
Процедуры оценки соответствия	Применение утвержденных процедур в соответствии с модулями оценки соответствия (например, модули F, F1 и др.).
Система качества	Наличие системы менеджмента качества, соответствующей требованиям директив ЕС и международных стандартов (ISO 9001, ISO/IEC 17025).

Процесс нотификации в ЕС является formalized и включает несколько последовательных этапов:

Получение аккредитации. Лаборатория должна пройти аккредитацию у уполномоченного национального органа по аккредитации в соответствии с ISO/IEC 17025 или ISO/IEC 17065.

Подача заявления. Юридическое лицо направляет заявление в компетентный государственный орган (например, министерство или национальный институт метрологии).

Проверка и утверждение. Уполномоченный орган проводит проверку представленных документов и подтверждает соответствие заявителя установленным критериям.

Официальное назначение. Лаборатория получает статус нотифицированного органа.

Внесение в реестр NANDO. Информация о лаборатории вносится в европейскую базу данных

NANDO (New Approach Notified and Designated Organisations).

Публикация информации. Публикуются номер нотификации и область деятельности лаборатории, что обеспечивает её признание на всей территории ЕС.

В ЕС применяются стандартизированные модули оценки соответствия, которые определяют порядок подтверждения соответствия продукции установленным законодательным требованиям. К таким модулям относятся, в частности, модули F и F1, регламентирующие процедуру проверки соответствия продукции перед её выпуском на рынок. Выбор модуля зависит от категории продукции и уровня риска, связанного с её использованием.

Модули оценки соответствия приведены в Таблице 2.

Таблица 2.

Модуль	Название	Суть процесса
F	Проверка продукции на соответствие	Поверка каждого изделия на соответствие утвержденному типу
F1	Проверка единичного изделия	Поверка каждой единицы без привязки к типу
D, D1	Производственный контроль + поверка	Надзор за системой качества производителя
H, H1	Полная проверка + система управления	Применяется к сложной измерительной технике

К примеру, в Германии поверка и калибровка средств измерений проводятся национальным и международным уровнях. специализированными организациями, Наиболее значимые из них приведены в таблице 3.

Таблица 3.

Название организации	Описание и специализация
TÜV SÜD (г. Мюнхен)	Осуществляет поверку и калибровку средств измерений давления, температуры, электротехнических приборов, а также инспекцию и сертификацию промышленной продукции.
TÜV Rheinland (г. Кёльн)	Проводит поверку и калибровку, технический контроль и испытания промышленного оборудования, включая средства измерений, применяемые в производстве и эксплуатации.
TÜV Nord (г. Ганновер)	Специализируется на поверке и проверке средств измерений, используемых в строительстве, энергетике и транспортной отрасли, а также на аудитах систем качества.
SGS Germany (г. Франкфурт, Гамбург, Берлин)	Представляет международную сеть лабораторий, выполняющих тестирование, поверку и инспекцию средств измерений в энергетике, фармацевтической промышленности и производственном секторе.

Таким образом, система поверки в Германии опирается на деятельность независимых технических инспекционных ассоциаций (TÜV) и международных лабораторий (SGS), что обеспечивает высокий уровень доверия к результатам поверок, их прослеживаемость и признание в международных системах взаимного признания (ILAC, EA).

В системах ЕС исполнение поверки находится под персональной ответственностью квалифицированных поверителей, действующих в роли экспертов в составе нотифицированного органа или под его контролем. В случае выявления нарушений процедура нотификации предусматривает меры воздействия как к самим нотифицированным органам, так и к ответственным лицам.

Типичные нарушения могут включать:

- несоблюдение процедур оценки (методики, калибровка, условия поверки и т.д.);
- недостаточный уровень компетенции персонала;
- конфликты интересов, давление со стороны производителей;
- подделка, манипуляции с результатами, искажение данных.

Когда компетентный орган (notifying authority) устанавливает, что нотифицированный орган или поверитель не соответствует требованиям (или не принял корректирующие меры), возможны следующие санкции: приостановка, ограничение, отзыв полномочий нотификации.

В частности, если нотифицированный орган не соответствует обязательствам, его деятельность может быть приостановлена, ограничен или отозван [5].

Практика ЕС предусматривает строгие меры воздействия, в том числе лишение права осуществлять поверку средств измерений сроком до 6 месяцев. Типовые процедуры в ЕС предусматривают, что после отзыва/приостановки нотификации лицо (или орган) должно выполнить ряд требований перед восстановлением своих прав:

Повторное обучение/повышение квалификации — персонал, допущенный к поверке, обязан пройти актуализированное обучение, соответствующее новым или уточнённым требованиям.

Сдача квалификационного экзамена/оценка компетенции - для подтверждения их способности выполнять поверку на должном уровне.

Процедура повторной нотификации/переоценки - в составление пакета документов входит проверка соответствия всем нормативам, возможно, аудит компетентным органом.

Восстановление допуска - после успешного прохождения всех этапов поверитель вновь допускается к поверкам, либо вновь включается в штат нотифицированного органа.

Такая практика направлена на поддержание высокого стандарта компетентности и ответственного подхода к метрологическому обеспечению, а также на недопущение продолжения деятельности в случае серьёзных нарушений.

Директива 2014/32/EU предусматривает, чтобы органы, выполняющие метрологические функции в рамках системы оценки соответствия, действовали на основе единых критериев компетентности и прозрачности.

В Российской Федерации ПЛ осуществляют свою деятельность в рамках приказа Министерства экономического развития от 26 октября 2020 г. № 707 «Об утверждении критериев аккредитации и перечня документов, подтверждающих соответствие заявителя, аккредитованного лица критериям аккредитации».

В Республике Беларусь действует Постановление Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь от 27 ноября 2020 г. №81 «Об утверждении Положения об уполномочивании юридических лиц».

В Австрии, Польше, Словакии, Германии и других странах Европейского союза поверка осуществляется уполномоченными органами поверки, за исключением средств измерений, предназначенных для целей обеспечения правопорядка, а также тех средств измерений, за которыми не закреплены/определены органы по поверке.

Так, в Австрии Федеральное ведомство по метрологии и геодезии (BEV) в настоящее время является уполномоченным органом. «BEV Metrology Service» состоит из Национального метрологического института и Национального поверочного органа. BEV, как Национальный метрологический институт, отвечает за поддержание и дальнейшее развитие национальных эталонов измерений. Задачи поверочного органа подразумевают меры по обеспечению соблюдения законодательной метрологии, которые должны гарантировать

необходимую точность измерений для защиты экономики и общества, а также законность этих измерений [6].

Администрация мер в Польше имеет двухуровневую структуру и состоит из Центрального управления мер (ГУМ) и 10 региональных управлений мер (с 50 местными отделениями). Первичная и последующая поверка средств измерений — проводится региональными поверочными офисами или уполномоченными сторонними компаниями (только для определенных видов измерительных приборов) [7].

В Китае насчитывается более 1000 официальных учреждений по поверке, уполномоченных законом, в том числе 79 учреждений национального уровня (4 уровня, включая национальный, провинциальный, муниципальный и окружной уровни). Метрологический административный департамент народного правительства уездного уровня или выше проводит обязательную поверку стандартных средств измерений для общественного пользования, средств измерений высочайшего качества, используемых ведомствами, предприятиями и учреждениями, а также рабочих средств измерений, включенных в перечень обязательных средств поверки для осуществления торговых расчетов, обеспечения безопасности, медицина и здравоохранение, а также мониторинг окружающей среды [8].

В Японии Закон об измерениях позволяет Министерству экономики, торговли и промышленности разрешать назначенным поверочным институтам, которые в основном являются некоммерческими частными организациями и производителями средств измерений, проводить поверки для некоторых категорий средств измерений. Среди таких институтов Японская организация по обеспечению качества (JQA) отвечает за поверку шумомеров, виброметров, рН-метров и приборов для измерения концентрации загрязняющих веществ в воздухе/воде. Помимо специализированных институтов по проверке, за поверку всех электросчетчиков в Японии отвечает Японская корпорация по поверке электросчетчиков (JEMIC), созданная в соответствии со специальным законом [9].

Назначение юридических лиц на право осуществления поверки — это инструмент государственного регулирования и реализовываться он должен через инструмент —

государственной услуги, который:

- позволит отбирать проверенные, надежные и подконтрольные организации;
- обеспечит региональный и отраслевой охват поверки;
- создаст механизм административной ответственности за нарушение законодательства;
- соответствует международной практике регулирования измерений в интересах безопасности и устойчивости экономики.

Заключение

Результаты исследования показали, что понятия «нотификация» и «назначение на право осуществления поверки средств измерений» являются равнозначными по содержанию и последствиям, отличаясь лишь терминологической формой, связанной с особенностями национального законодательства и гармонизацией с международной практикой. Анализ зарубежного опыта подтвердил эффективность применения нотификации как механизма прозрачного и объективного допуска организаций к выполнению поверки. Одновременно выявлены проблемы национальной практики, связанные с недостаточным техническим обеспечением и кадровым потенциалом части поверочных лабораторий, а также с рисками недобросовестного оказания услуг.

Основным выводом является необходимость совершенствования инструмента нотификации в Республике Казахстан, который должен обеспечить баланс между развитием конкурентной среды и строгим контролем компетентности поверочных лабораторий. Нотификация, выступая в качестве современного регуляторного инструмента, способна повысить доверие к результатам поверки и укрепить систему обеспечения единства измерений.

Перспективы применения предложенных изменений в законодательство заключаются в расширении возможностей для привлечения компетентных организаций, оптимизации государственных закупок услуг по поверке и интеграции национальной метрологической системы в международное пространство. Внедрение усовершенствованного механизма нотификации позволит не только минимизировать риски формального оказания услуг, но и повысить качество поверки, что, в свою очередь, укрепит экономическую и социальную значимость системы обеспечения единства измерений.

Список источников

1. Закон Республики Казахстан «Об обеспечении единства измерений» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/Z0000000053>.

2. Initial and subsequent verification of measuring instruments and processes [Электронный ресурс] // International Organization of Legal Metrology (OIML). – Режим доступа: https://www.oiml.org/en/publications/documents/publication_view?p_type=2&p_status=1.

3. REA PTB [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rea.ptb.de>.

4. Directive 2014/32/EU (MID) on the harmonisation of the laws of the Member States relating to the making available on the market of measuring instruments [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2014/32/oj/eng>.

5. AGME GmbH [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.agme.de>.

6. Приложение № 10 к Договору о Евразийском экономическом союзе от 29 мая 2014 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://eec.eaeunion.org/upload/medialibrary/222/bifmr5rkj91orf6wc3yg26olge6h0wej/Dogovor.pdf>.

7. Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen (BEV) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.bev.gv.at/en/The-BEV/Organisation.html>.

8. Główny Urząd Miary (GUM) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gum.gov.pl/>.

9. COOMET. Законодательная метрология в странах COOMET: Китай [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.coomet.net/ru/deyatelnost/zakonodatelnaja-metrologija/zm-v-stranakh-coomet/kitai/>.

10. Measurement Act [Электронный ресурс] // Japan Law Translation. – Режим доступа: <https://www.japaneselawtranslation.go.jp/en/laws/view/82/en>.

ication_view?p_type=2&p_status=1.

3. REA PTB [Electronic resource]. – Access mode: <http://www.rea.ptb.de>.

4. Directive 2014/32/EU (MID) on the harmonisation of the laws of the Member States relating to the making available on the market of measuring instruments [Electronic resource]. – Access mode: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2014/32/oj/eng>

5. AGME GmbH [Electronic resource]. – Access mode: <http://www.agme.de>.

6. Annex No. 10 to the Treaty on the Eurasian Economic Union of May 29, 2014 [Electronic resource]. – Access mode: <https://eec.eaeunion.org/upload/medialibrary/222/bifmr5rkj91orf6wc3yg26olge6h0wej/Dogovor.pdf>.

7. Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen (BEV) [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.bev.gv.at/en/The-BEV/Organisation.html>.

8. Główny Urząd Miary (GUM) [Electronic resource]. – Access mode: <https://gum.gov.pl/>.

9. COOMET. Legal Metrology in COOMET Member States: China [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.coomet.net/ru/deyatelnost/zakonodatelnaja-metrologija/zm-v-stranakh-coomet/kitai/>.

10. Measurement Act [Electronic resource] // Japan Law Translation. – Access mode: <https://www.japaneselawtranslation.go.jp/en/laws/view/82/en>.

References

1. Law of the Republic of Kazakhstan “On Ensuring the Uniformity of Measurements” [Electronic resource]. – Access mode: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/Z0000000053>.

2. Initial and subsequent verification of measuring instruments and processes [Electronic resource] // International Organization of Legal Metrology (OIML). – Access mode: https://www.oiml.org/en/publications/documents/publication_view?p_type=2&p_status=1.

Низамова Г.С.

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

НОТИФИКАЦИЯ ЮРИДИЧЕСКИХ ЛИЦ НА ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ ПОВЕРКИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ - КАК ИНСТРУМЕНТ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Аңдатпа

Мақалада «нотификация», «уәкілетті» және «өлшеу құралдарын тексеруді жүзеге асыру құқығына тағайындау» ұғымдары түсіндіріліп, олардың мағынасы мен құқықтық салдары бойынша баламалылығы негізделген. Өлшем бірлігін қамтамасыз етудің заманауи құралы ретінде өлшеу құралдарын тексеруді жүзеге асыруға заңды тұлғаларды нотификациялау институтын қолдану мәселелері қаралды. Реттеудің ұлттық модельдерінің ерекшеліктерін бөліп көрсете отырып, Еуропалық одақта және әртүрлі елдерде нотификация механизміне талдау жүргізілді. Нақты деректер негізінде құзыреттілік, ресурстық қамтамасыз ету және нормативтік құжаттардың талаптарын сақтау мәселелерін қоса алғанда, тексеру зертханаларының қызметін тексеру практикасына байланысты негізгі проблемалар анықталды. Қорытындылай келе, нотификация механизмін жетілдіруге және өлшем бірлігін қамтамасыз ету жүйесінің тиімділігін арттыруға бағытталған қолданыстағы мәселелерді шешу жолдары ұсынылды.

Түйінді сөздер: нотификациялау, тағайындау, уәкілеттік беру, тексеру, өлшеу құралдары.

Nizamova G.S.

«Kazakhstan Institute of Standardization and Metrology» RSE, Astana, Kazakhstan

NOTIFICATION OF LEGAL ENTITIES FOR PERFORMING VERIFICATION OF MEASURING INSTRUMENTS AS A TOOL FOR ENSURING MEASUREMENT UNIFORMITY

Abstract

The article explains the concepts of "notification", "authorization" and "assignment for the right to verify measuring instruments", and substantiates their equivalence in meaning and legal consequences. The issues of applying the institute of notification of legal entities to the verification of measuring instruments as a modern instrument for ensuring the uniformity of measurements are considered. The notification mechanism in the European Union and various countries is analyzed, highlighting the features of national regulatory models. Based on the evidence, the main problems associated with the practice of inspections of verification laboratories, including issues of competence, resource provision and compliance with regulatory requirements, have been identified. In conclusion, ways to solve existing problems are proposed, aimed at improving the notification mechanism and increasing the effectiveness of the measurement uniformity system.

Keywords: notification, appointment, authorization, verification, measuring instruments.

К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ МАССОВОЙ ДОЛИ БОРА В ФЕРРОСИЛИКОМАРГАНЦЕ ОПТИКО-ЭМИССИОННЫМ МЕТОДОМ

Дулатбекова С.А.¹, Роговова О.Н.², Кузнецова М.А.³

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

Аксууский завод ферросплавов АО «ТНХ «Казхром», Усть-Каменогорск, Казахстан³

Аннотация

Качество контроля входного сырья, готовой продукции, технологических процессов и конкурентоспособности являются ключевыми факторами продукции в производстве ферросплавов.

В условиях производства ферросплавов (контроля входного сырья, готовой продукции, технологических процессов) и обеспечение стабильного химического состава продукции является ключевым фактором ее качества и конкурентоспособности. Целью данного экспериментального исследования является оценка неопределенности измерения массовой доли бора в ферросиликомарганце при использовании оптико-эмиссионного метода с индукционно-связанной плазмой (ICP-OES). Основными задачами является анализ погрешности, расчет неопределенности по типам А и В, а также проверка соответствия показателей качества методики нормативным требованиям.

Научная и практическая значимость исследования заключается в повышении достоверности данных химического анализа, что важно для производственного контроля входного сырья, готовой продукции, технологических процессов и сертификации продукции Аксууского завода ферросплавов АО «ТНХ «Казхром». Работа основана на экспериментальных исследованиях, включающих подготовку растворов проб, анализ на спектрометре эмиссионном с индукционно-связанной плазмой Optima 8000 (далее - спектрометр), производства «Perkin Elmer Instruments», Сингапур, а также расчет неопределенности на основе данных паспортов оборудования, сертификатов калибровки и статистической обработки 20 повторных измерений.

Ключевые слова: ферросиликомарганец, бор, спектрометр эмиссионный с индукционно-связанной плазмой, неопределенность измерений, контроль качества.

Введение

Аксууский завод ферросплавов филиала АО «ТНХ «Казхром» - один из крупнейших производителей ферросплавов в Казахстане. Здесь ежегодно производится более 1 млн тонн продукции, большая часть которой экспортируется в страны дальнего зарубежья. Уникальность предприятия – в совмещении крупномасштабных производств хромистых, кремнистых и марганцевых сплавов, необходимых для выплавки сталей различных марок. Для определения примесей при хромистых, кремнистых и марганцевых сплавов на предприятии разработаны методики

определения. Одной из актуальных разработанных методик является методика выполнения измерений (далее - МВИ) «ФЕРРОСИЛИКОМАРГАНЕЦ. Оптический эмиссионный метод определения бора». Представление понятного для потребителя результата испытаний по данной методике является одним из важных направлений в работе метрологической службы предприятия. Ранее используемые в СССР, и как следствие, перешедшие в повседневную работу в РК, способы представления результатов на сегодняшний день являются невостребованными или непонятными потребителю. Поэтому остро встал вопрос о

необходимости описательной работы по расчету неопределенности примеси ферросиликомарганце для примесного элемента. Количественная оценка достоверности результата качественного анализа особенно полезна, когда более вероятны ошибочные результаты [1].

Метод

Согласно описанию процесса проведения испытаний, описанная в МВИ [2], работа по вычислению неопределенности основана на возбуждении атомов пробы в индукционно связанной плазме и измерении интенсивности

аналитической линий определяемого элемента при распылении раствора анализируемой пробы в аргоновую плазму. Связь интенсивности аналитических линий с концентрацией элемента в растворе устанавливают с помощью стандартных образцов.

В испытательную задачу входят подготовка растворов для проведения экспериментальных исследований путем растворения проб ферросиликомарганца и дальнейшей анализе на спектрометре [3].

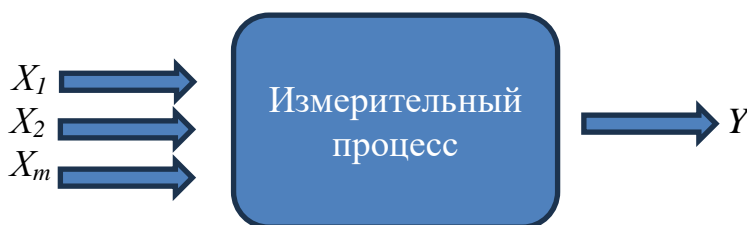


Рисунок 1 – Модель испытательной задачи

Для расчета оценки неопределенности применяются погрешности измерительного оборудования (весы лабораторные электронные класса не ниже специального (I), колбы мерные не ниже 2-го класса точности

[4]) и спектрометр. Данные для расчета неопределенности получены из сертификатов калибровки, руководства по эксплуатации и паспортов.

Оценивание параметров, выбранных из документов применяются для расчетов неопределенности по типу В (UB). Таким образом, это подразумевает - оценивание неопределенности иным способом, чем статистический анализ рядов наблюдений [5].

Статистические данные результатов, полученных в экспериментальных

исследованиях, привносят существенный вклад и рассчитываются по типу А (UA) [6, 7, 8, 9].

Входящие величины для расчета неопределенности по типу В (UB) рассчитываются по формулам прямоугольного и треугольного распределения:

неопределенность по типу В при прямоугольном распределении (UB) определяется в случаях, когда исходная информация о возможных значениях измеряемой величины ограничена известными верхним и нижним пределами, а вероятность нахождения истинного значения в пределах диапазона предполагается одинаковой.

Оценка стандартной неопределенности в этом случае рассчитывается по формуле (1)

$$u_B = \frac{a}{\sqrt{3}} \quad (1)$$

где, а — половина ширины интервала, в котором находится истинное значение величины.

Этот подход взят из документации на весы и спектрометр.

Неопределенность по типу В при треугольном распределении (UB) [10, 11, 12] используется, когда исходная информация о

значении измеряемой величины ограничена известным интервалом, но вероятность нахождения истинного значения выше вблизи середины интервала и уменьшается к его краям.

Стандартная неопределенность в этом случае рассчитывается по формуле (2):

$$u_B = \frac{a}{\sqrt{6}} \tag{2}$$

где, a — половина ширины интервала, в котором находится истинное значение величины.

Указанный подход применяется при расчете работы в мерной посуде (колбы).

Расчеты, полученные с применением данных распределенностей имеет следующие значения:

- весы с погрешностью $\pm 0,0002$ г имеют неопределенность равную 0,00012 в единицах массы, что составляет 0,0001 %;

- спектрометр с погрешностью $\pm 0,0001$ г/см³ имеют неопределенность равную 0,00006 в единицах объема, что составляет 0,00006 %. При других расчетах возможна использование для

данной величины результаты взятые из сертификата калибровки при доверительной вероятности $P=95$ %;

- колба мерная объемом 100 см³ $\pm 0,010$ см³ имеют неопределенность равную 0,0041 единицах объема, что составляет 0,0041 %.

Для расчета по типу А (UA) были взяты результаты экспериментальных исследований 20-ти замеров и полученная неопределенность составила 0,0035 %.

Итоговый бюджет неопределенности составил в результате экспериментальных исследований оценены показатели качества методики выполнения измерений МВИ [13, 14, 15], приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики

В процентах

Массовая доля бора	Расширенная неопределенность значения смещения, $U(\hat{\theta})$	Показатель точности $\pm A$	Расширенная неопределенность, $\pm U$
От 0,001 до 0,012	0,0024	0,0034	0,0035

Мы видим, что ранее применяемые понятия точности результата измерений, для применения в существующей действительности современного мира, заменяемая на неопределенности не теряет своих понятий и для традиционной работы лабораторий, и для понимания потребителей продукции в мире.

Заключение

В ходе проведенного исследования была выполнена оценка неопределенности измерения массовой доли бора в ферросиликомарганце с использованием спектрометра. Оценка неопределенности измерения массовой доли бора в ферросиликомарганце оптико-эмиссионным методом показала соответствие методики нормативным требованиям и пригодность её для производственного контроля. Наибольший вклад в суммарную неопределенность вносят результаты повторных измерений и характеристики применяемого оборудования. Полученные значения подтверждают достоверность и воспроизводимость результатов анализа, что обеспечивает стабильность химического состава продукции и повышение её

конкурентоспособности.

Список источников

1. Руководство Еврахим / СИТАК «Количественное описание неопределенности в аналитических измерениях» МВИ 02.13.01-13С-2024 «Ферросиликомарганец. Оптический эмиссионный метод определения бора».

2. ГОСТ 1770 «Посуда мерная лабораторная стеклянная. Цилиндры, мензурки, колбы, пробирки. Общие технические условия».

3. ГОСТ 34100.3-2017/ISO/IEC Guide 98-3:2008 «Руководство по выражению неопределенности в измерениях».

4. РМГ 29-2013 «Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Основные термины и определения».

5. РМГ 52-2002 «Государственная система обеспечения единства измерений. Общие методические рекомендации по применению положений ГОСТ 8.315-97 при разработке и применении стандартных образцов».

6. РМГ 61-2010 «ГСИ. Показатели точности, правильности, прецизионности методик количественного химического анализа».

Методы оценки».

7. РМГ 76-2004 «Государственная система обеспечения единства измерений. Внутренний контроль качества результатов количественного химического анализа».

8. ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий».

9. Захаров И.П. Неопределенность измерений для чайников и начальников.

10. DKD – 3 «Выражение неопределенности измерения при калибровках».

11. DKD-3E1 «Выражение неопределенности измерений при калибровке».

12. DKD-3E2 «Выражение неопределенности при калибровке».

13. ГОСТ Р ИСО 21748-2021 «Статистические методы. Руководство по использованию оценок повторяемости, воспроизводимости и правильности при оценке неопределенности измерений».

14. СТ РК 2.184-2010 «Оценка неопределенности при калибровке/поверке средств измерений».

15. СТ РК 2.317-2015 «Выражение неопределенности и достоверности результатов измерений».

References

1. Eurachem / CITAC Guide "Quantifying Uncertainty in Analytical Measurement" MVI 02.13.01-13C-2024 "Ferrosilicomanganese. Optical Emission Method for the Determination of Boron".
2. GOST 1770 "Glass Laboratory Volumetric Ware. Cylinders, Beakers, Flasks, Test Tubes. General Technical Specifications".
3. GOST 34100.3-2017 / ISO/IEC Guide 98-

3:2008 "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM)".

4. RMG 29-2013 "State System for Ensuring the Uniformity of Measurements. Metrology. Basic Terms and Definitions".

5. RMG 52-2002 "State System for Ensuring the Uniformity of Measurements. General Methodological Recommendations for the Application of GOST 8.315-97 in the Development and Use of Standard Samples".

6. RMG 61-2010 "State System for Ensuring the Uniformity of Measurements. Indicators of Accuracy, Trueness, and Precision of Quantitative Chemical Analysis Methods. Evaluation Methods".

7. RMG 76-2004 "State System for Ensuring the Uniformity of Measurements. Internal Quality Control of Quantitative Chemical Analysis Results".

8. GOST ISO/IEC 17025-2019 "General Requirements for the Competence of Testing and Calibration Laboratories".

9. Zakharov I.P. "Measurement Uncertainty for Dummies and Managers".

10. DKD-3 "Expression of Measurement Uncertainty in Calibrations".

11. DKD-3E1 "Expression of Measurement Uncertainty in Calibration".

12. DKD-3E2 "Expression of Uncertainty in Calibration".

13. GOST R ISO 21748-2021 "Statistical Methods. Guidance for the Use of Repeatability, Reproducibility, and Trueness Estimates in Measurement Uncertainty Assessment".

14. ST RK 2.184-2010 "Assessment of Uncertainty in Calibration/Verification of Measuring Instruments".

15. ST RK 2.317-2015 "Expression of Uncertainty and Reliability of Measurement Result"

Дулатбекова С.А.¹, Роготова О.Н.² Кузнецова М.А.³

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

«Қазхром» ТҰК» АҚ Ақсу ферроқорытпа зауыты, Өскемен, Қазақстан³

ОПТИКАЛЫҚ-ЭМИССИЯЛЫҚ ӘДІСПЕН ФЕРРОСИЛИКОМАРГАНЕЦТЕГІ БОРДЫҢ МАССАЛЫҚ ҮЛЕСІН ӨЛШЕУДІҢ БЕЛГІСІЗДІГІН БАҒАЛАУ

Аңдатпа

Кіріс шикізатын, дайын өнімді, технологиялық процестерді және бәсекеге қабілеттілікті бақылау сапасы ферроқорытпа өндірісіндегі өнімнің негізгі факторлары болып табылады.

Ферроқорытпалар өндірісі жағдайында (Кіріс шикізатын, дайын өнімді, технологиялық процестерді бақылау) және өнімнің тұрақты химиялық құрамын қамтамасыз ету оның сапасы мен бәсекеге қабілеттілігінің негізгі факторы болып табылады. Бұл эксперименттік Зерттеудің мақсаты индукциялық байланысқан плазмалық оптикалық-эмиссиялық әдісті (ICP-OES) пайдалану кезінде ферросиликомарганецтегі бордың массалық үлесін өлшеудің белгісіздігін бағалау болып табылады. Негізгі міндеттер қатені талдау, А және В типтері бойынша белгісіздікті есептеу, сондай-ақ Әдістеменің сапа көрсеткіштерінің нормативтік талаптарға сәйкестігін тексеру болып табылады.

Зерттеудің ғылыми және практикалық маңыздылығы химиялық талдау деректерінің дұрыстығын арттыру болып табылады, бұл Кіріс шикізатын, дайын өнімді, технологиялық процестерді өндірістік бақылау және "Қазхром" ТҰК" АҚ Ақсу ферроқорытпа зауытының өнімін сертификаттау үшін маңызды. Жұмыс сынама ерітінділерін дайындауды, Optima 8000 индукциялық байланысқан плазмамен эмиссиялық спектрометрде (бұдан әрі-спектрометр) талдауды, "Perkin Elmer Instruments", Сингапур өндірісін, сондай - ақ жабдық паспорттарының деректері, калибрлеу сертификаттары және 20 қайталама өлшеулерді статистикалық өңдеу негізінде белгісіздікті есептеуді қамтитын эксперименттік зерттеулерге негізделген.

Түйінді сөздер: ферросиликомарганец, бор, индукциялық байланысқан плазмамен эмиссиялық спектрометр, өлшеудің белгісіздігі, сапаны бақылау.

Dulatbekova S.A.¹, Rogotova O.N.², Kuznetsova M.A.³

«Kazakhstan Institute of Standardization and Metrology» RSE, Astana, Kazakhstan^{1,2}

Aksu Ferroalloy Plant, JSC "TNK Kazchrome"³

ON THE ISSUE OF ESTIMATING THE UNCERTAINTY OF MEASURING THE MASS FRACTION OF BORON IN FERROSILICON MANGANESE BY OPTICAL EMISSION METHOD

Abstract

The quality of control of input raw materials, finished products, technological processes and competitiveness are key factors of products in the production of ferroalloys.

In the conditions of ferroalloy production (control of input raw materials, finished products, technological processes) and ensuring a stable chemical composition of products is a key factor in their quality and competitiveness. The purpose of this experimental study is to assess the uncertainty of measuring the mass fraction of boron in ferrosilicon manganese using the induction-coupled plasma optical emission method (ICP-OES). The main tasks are error analysis, calculation of uncertainty according to types A and B, as well as

verification of compliance of the quality indicators of the methodology with regulatory requirements.

The scientific and practical significance of the research lies in increasing the reliability of chemical analysis data, which is important for the production control of input raw materials, finished products, technological processes and certification of products of the Aksu Ferroalloy Plant of TNK Kazchrome JSC. The work is based on experimental studies, including the preparation of sample solutions, analysis on an Optima 8000 induction plasma emission spectrometer (hereinafter referred to as the spectrometer) manufactured by Perkin Elmer Instruments, Singapore, as well as uncertainty calculation based on data from equipment passports, calibration certificates and statistical processing of 20 repeated measurements.

Keywords: ferrosilicon manganese, boron, emission spectrometer with induction-coupled plasma, measurement uncertainty, quality control.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ СИНХРОНИЗАЦИИ В СЕТЯХ СВЯЗИ И ИНФРАСТРУКТУРНЫХ ОБЪЕКТАХ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

С.Б. Смагулов

Томский политехнический университет, Томск, Россия

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

Аннотация

Современные телекоммуникационные сети и инфраструктурные объекты Республики Казахстан предъявляют всё более высокие требования к точности синхронизации времени и частоты в условиях цифровизации, внедрения сетей 5G/6G, интеллектуальных энергетических систем, транспорта и промышленного интернета вещей. Цель исследования – определить перспективы развития систем синхронизации в Казахстане, выявить направления модернизации и оценить их влияние на устойчивость критической инфраструктуры.

Методология базируется на анализе международных стандартов ITU-T и IEEE (включая G.827x, IEEE 1588 PTP, SyncE), научных публикаций, практик ведущих стран, а также сравнительном анализе текущего состояния телекоммуникационного сектора Казахстана. Рассматривались традиционные источники синхронизации (GNSS), волоконно-оптическая передача эталонных сигналов, атомные стандарты частоты, беспроводные методы (Over-the-Air) и перспективные технологии квантовой нелинейной синхронизации.

Результаты показывают, что переход к когерентным системам синхронизации, использующим многоуровневую архитектуру (PRTC/cnPRTC, оптические резервные каналы, PTP, SyncE, OTA), позволит существенно повысить отказоустойчивость и снизить зависимость от GNSS. Это особенно важно для энергетики, транспорта, финансового сектора и промышленных систем, где микросекундная точность критична для безопасности и стабильности работы.

Ценность исследования заключается в адаптации международного опыта к условиям Казахстана, формировании предложений по созданию национальной системы частотно-временного обеспечения и рекомендаций по нормативной базе. Практическое значение – возможность использования результатов при проектировании и модернизации телекоммуникационных и инфраструктурных систем страны.

Ключевые слова: синхронизация времени и частоты, GNSS, PTP, SyncE, White Rabbit, когерентная сеть, квантовая синхронизация, UTC(KZ).

Введение

В условиях цифровой трансформации экономики и стремительного внедрения передовых телекоммуникационных технологий синхронизация времени и частоты выступает одним из базовых факторов устойчивости информационной инфраструктуры [1, 2]. Развитие сетей связи нового поколения (5G/6G), интеллектуальных энергетических комплексов, транспорта и промышленного интернета вещей (IIoT) предъявляет к системам синхронизации беспрецедентно высокие требования – вплоть до

микросекундной и субмикросекундной точности.

Для Республики Казахстан данное направление приобретает особую актуальность. Это связано с необходимостью обеспечения бесперебойного функционирования критически важных инфраструктур, повышения уровня киберустойчивости экономики, а также интеграции в международные телекоммуникационные и метрологические системы [6, 7].

Несмотря на широкое использование глобальных навигационных спутниковых систем

(GNSS) в качестве источников эталонного времени, практика эксплуатации показывает уязвимость подобных решений к радиопомехам, влиянию космической погоды и преднамеренному вмешательству. В связи с этим в мировой практике развивается переход к когерентным системам синхронизации, которые опираются на многоуровневую архитектуру и включают атомные стандарты, волоконно-оптическую передачу эталонных сигналов и защищённые сетевые протоколы.

Целью данного исследования является анализ перспектив развития систем синхронизации в телекоммуникационных сетях и инфраструктурных объектах Республики Казахстан, выявление мировых тенденций и разработка предложений по их адаптации к национальным условиям.

Материалы и методы

Методологическая основа исследования включает анализ международных стандартов IEEE и ITU-T, определяющих параметры точности и стабильности синхронизации в современных телекоммуникационных системах [2, 8]. В качестве базы использованы научные публикации ведущих зарубежных и отечественных исследователей, а также нормативные документы Республики Казахстан, регламентирующие информационную безопасность и метрологическое обеспечение [7, 9, 19, 20].

Применённый подход основан на:

сравнительном анализе международных и национальных стандартов, применимых к сетям связи и объектам критической инфраструктуры; обзоре мировой практики внедрения когерентных сетей синхронизации и резервирования GNSS;

экспертной оценке применимости современных решений (PTP, SyncE, White Rabbit, Over-the-Air, атомные стандарты) в условиях Казахстана;

анализе рисков киберугроз и оценке протоколов защиты времени (NTP, PTP, NTS).

В качестве гипотезы была выдвинута необходимость перехода от традиционных методов синхронизации, основанных исключительно на глобальных навигационных спутниковых системах (GNSS), к когерентным сетям, использующим волоконно-оптические каналы передачи эталонных сигналов, протоколы точного времени и локальные атомные стандарты частоты.

Обзор литературы

Задача синхронизации времени и частоты является одним из центральных направлений развития телекоммуникаций. Переход от плезеохронных систем (PDH) к когерентным архитектурам сопровождался внедрением протоколов точного времени и новых стандартов, обеспечивающих субмикросекундную точность [11, 17].

Одним из ключевых направлений современных исследований является изучение процедур синхронизации в сетях нового поколения. Tuninato и соавт. (2023) проанализировали сигналы синхронизации 5G NR (PSS, SSS, PBCH), выявив ограничения, связанные с фазовыми смещениями и задержками в канале [11]. Для технологий URLLC и Time-Sensitive Networking (TSN) критична микросекундная и даже наносекундная точность [13-15].

В области беспроводной синхронизации значимый вклад внесли исследования Shi и соавт. (2021), экспериментально подтвердившие возможность реализации Over-the-Air синхронизации с точностью порядка 1 мкс, что соответствует требованиям промышленного интернета вещей (IIoT) [13]. Аналогично, Mahmood и коллеги (2018, 2019) показали потенциал беспроводной синхронизации в периферийных сегментах сетей 5G [14, 15].

В качестве резервных решений активно развивается направление передачи эталонных частотно-временных сигналов по оптоволоконным каналам. Wang и соавт. (2023) продемонстрировали, что такие методы обеспечивают стабильность даже при недоступности GNSS, что делает их перспективными для критической инфраструктуры [12].

Отдельное направление связано с интеграцией синхронизации и позиционирования. Koivisto и соавт. (2016) предложили метод объединённой оценки времени и координат на основе расширенного фильтра Калмана (EKF), обеспечивший субметровую точность и согласование сетевых часов в условиях ультраплотных сетей [4, 16].

Базовые характеристики систем синхронизации закреплены в рекомендациях ITU-T и IEEE. Так, Arai и Murakami (2016) систематизировали подходы к фазовой и временной синхронизации (PTP, SyncE), подчеркнув значимость серии G.827x [17]. Последние обновления, включая ITU-T G.8272.2 (2024), фиксируют требования к когерентным эталонным часам cnPRTC [8].

Особое внимание привлекают перспективные методы квантовой нелинейной синхронизации (QNS). Публикации в Nature Physics (2025) показывают, что данные технологии способны обеспечить фемтосекундную точность, формируя основу для сетей 6G и квантового интернета [18].

Исторически развитие синхронизации прошло путь от внедрения SONET/SDH и протокола IEEE 1588 (PTP), которые по-прежнему широко применяются в телекоммуникационных и финансовых системах [19]. Результаты и обсуждение

Анализ современного состояния показал, что операторы связи в Республике Казахстан преимущественно используют глобальные навигационные спутниковые системы GNSS (GPS, ГЛОНАСС, BeiDou, Galileo) в качестве основных источников эталонного времени и частоты [3]. Данный подход соответствует

мировой практике, однако он уязвим к радиопомехам, солнечной активности и преднамеренным атакам (спуфинг, джамминг). Это предопределяет необходимость внедрения резервных и когерентных систем синхронизации.

1. Сравнение протоколов синхронизации

Современные телекоммуникационные сети используют широкий спектр технологий для распределения эталонного времени и частоты. Наиболее распространёнными являются протоколы NTP (Network Time Protocol), PTP (Precision Time Protocol, IEEE 1588), а также перспективная технология White Rabbit (WR) – расширение PTP, обеспечивающее субнаносекундную точность.

На рисунке 1 показаны области применения различных технологий синхронизации, а сравнительные характеристики представленных технологий приведены в таблице 1

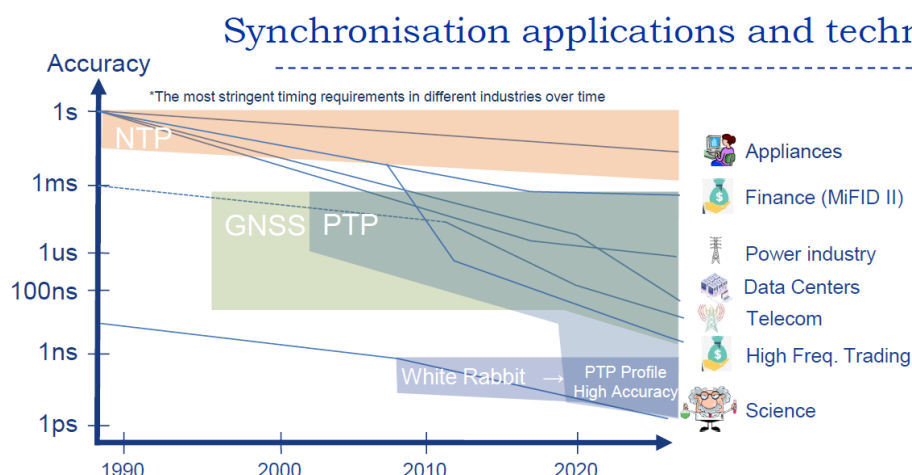


Рисунок 1 – Приложения и технологии для синхронизации

Таблица 1 – Сравнительные характеристики NTP, PTP и White Rabbit (WR)

Технология	Поддержка сети	Особенности	Надёжность и безопасность	Производительность
NTP (Network Time Protocol)	Не требует поддержки сети	Лёгкий в использовании, надёжный, фактически бесплатный	Ограниченные механизмы защиты; уязвим к задержкам в сети	Миллисекундный уровень
PTP (Precision Time Protocol)	Может работать без поддержки сети, но оптимален при полной поддержке	Поддержка множества отраслевых профилей; высокая гибкость	Резервирование и защита ограничены, реализация сложнее	От микросекунд до суб-микросекунд
WR (White Rabbit, расширение PTP)	Требует полной поддержки сети	Необходим канал 1 Gbps по двунаправленному оптоволокну; совместим с профилем PTP	Разрабатываются механизмы резервирования; повышенные требования к инфраструктуре	Субнаносекундный уровень

NTP является простым и широко применяемым решением для синхронизации серверов и инфраструктуры информационно-коммуникационных технологий (ИКТ-инфраструктуры). Его ключевым преимуществом является низкая стоимость и отсутствие необходимости в специализированном оборудовании. Однако производительность NTP ограничивается миллисекундным уровнем точности, что делает его непригодным для задач 5G/6G и критических инфраструктур [21].

Протокол PTP (IEEE 1588-2019) обеспечивает

существенно более высокую точность (от микросекунд до субмикросекунд).

Он активно используется в энергетике (Smart Grid), транспортных системах, финансовых транзакциях и телекоммуникациях. Его эффективность во многом зависит от качества сетевой инфраструктуры, наличия аппаратной поддержки и реализации механизмов защиты [22].

На рисунках 2 и 3 представлены базовые схемы работы протоколов NTP и PTP соответственно.

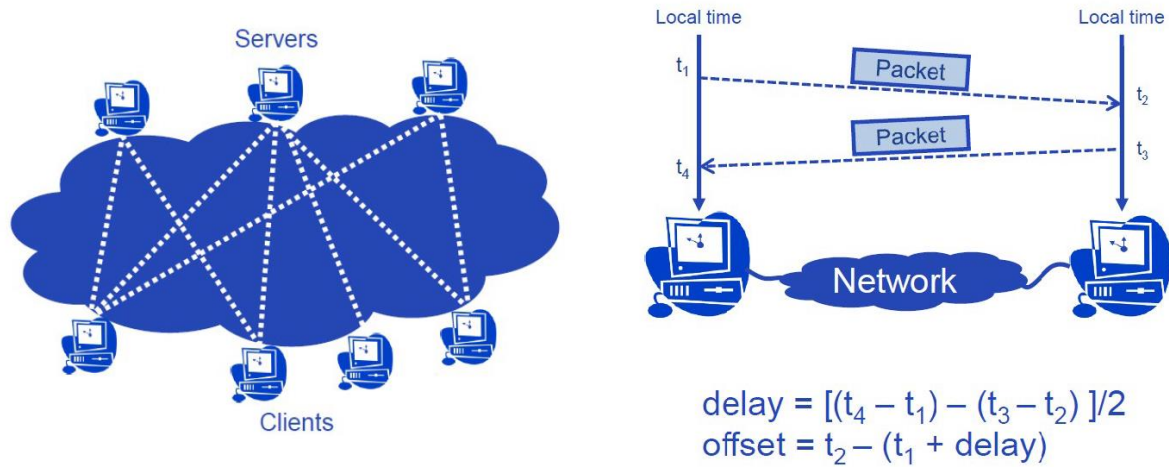


Рисунок 2 – Схема работы протокола NTP

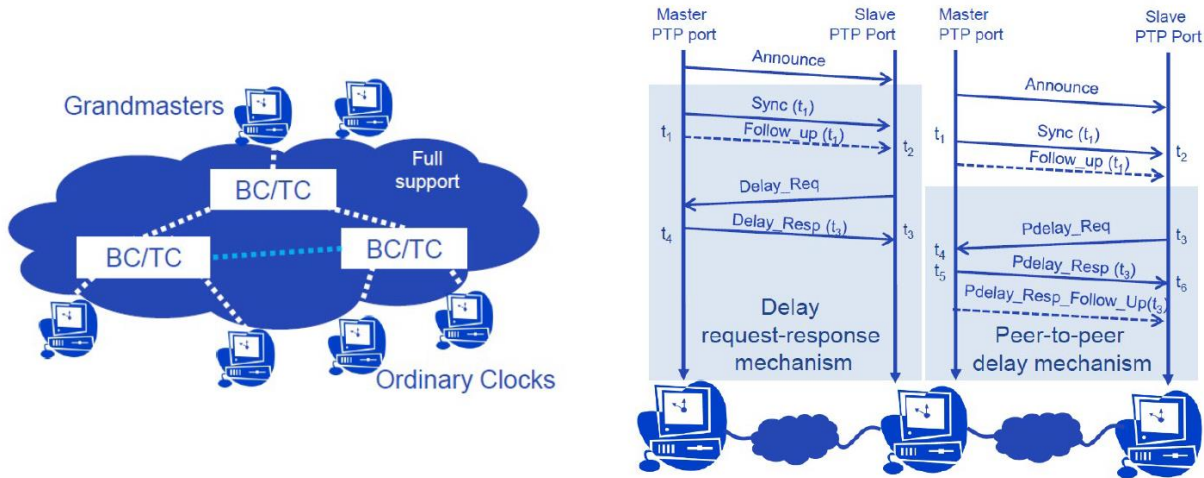


Рисунок 3 – Схема работы протокола PTP

Наиболее передовой технологией синхронизации является White Rabbit (WR), обеспечивающая точность на уровне единиц наносекунд. Достижение такой точности становится возможным благодаря использованию двунаправленного оптоволоконного канала со скоростью передачи данных 1 Gbps. Ограничением выступает

необходимость специализированной инфраструктуры, что снижает применимость WR в массовых телекоммуникационных сетях. Тем не менее, технология успешно используется в наукоёмких проектах (например, CERN) и в перспективе может стать оптимальным решением для создания когерентных телекоммуникационных сетей национального уровня, включая Казахстан

[17].

Для систем нового поколения также применяются профили синхронизации ITU-T (SyncE и telecom PTP), а перспективные

исследования касаются технологии White Rabbit (WR), обеспечивающей субнаносекундную точность (рисунки 4-5).

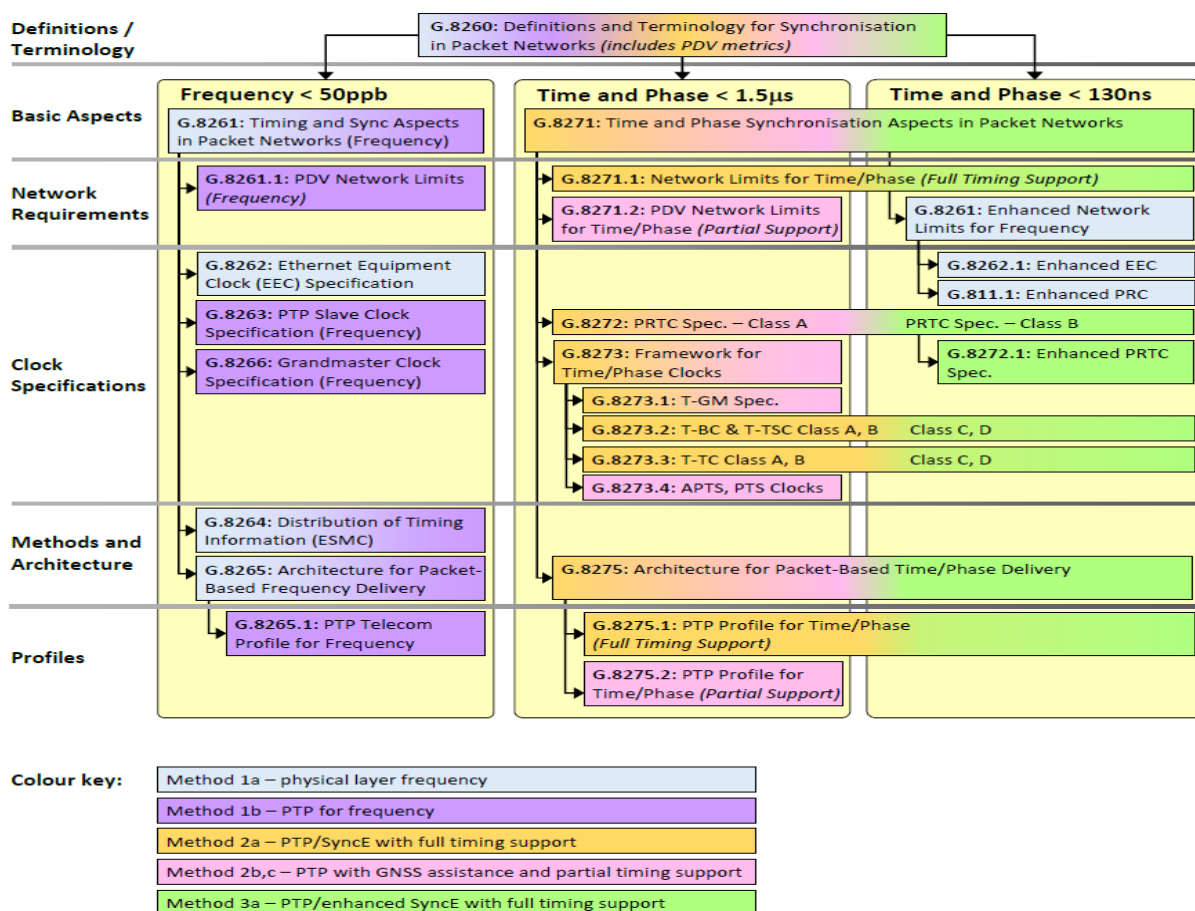


Рисунок 4 – Профили SyncE и ITU-T telecom PTP

White Rabbit = PTP + L1 syntonisation + phase detection + asymmetry correction

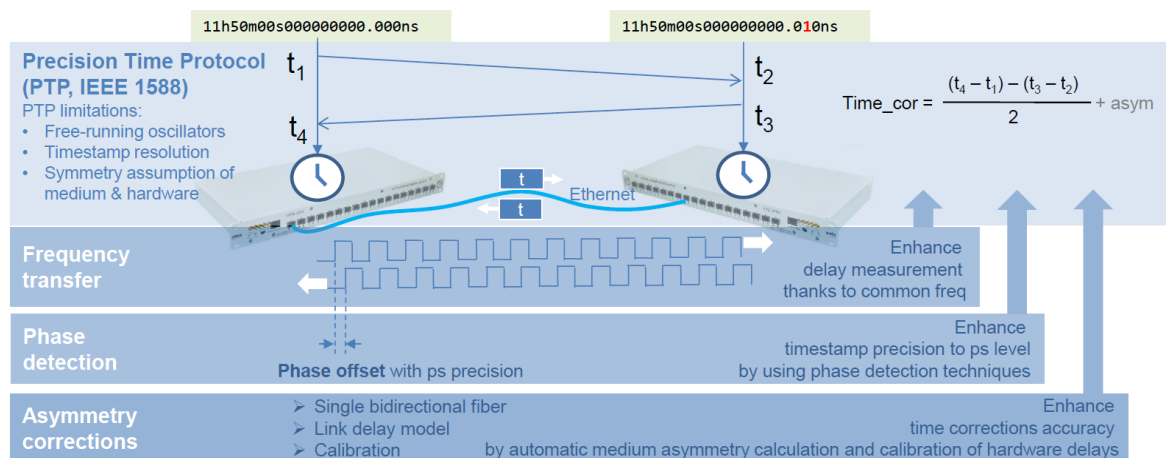


Рисунок 5 – Принципиальная схема White Rabbit

Производительность технологии White Rabbit в длинных цепочках показана на рисунке 6, а на рисунке 7 приведено сравнение синхронизации и синтонизации PTP L1.

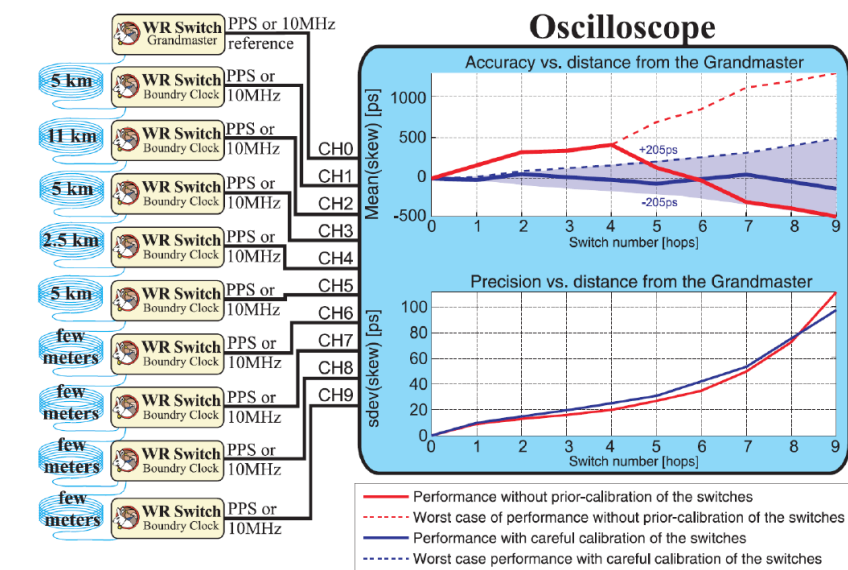


Рисунок 6 – Производительность технологии White Rabbit (WR) в длинной цепочке

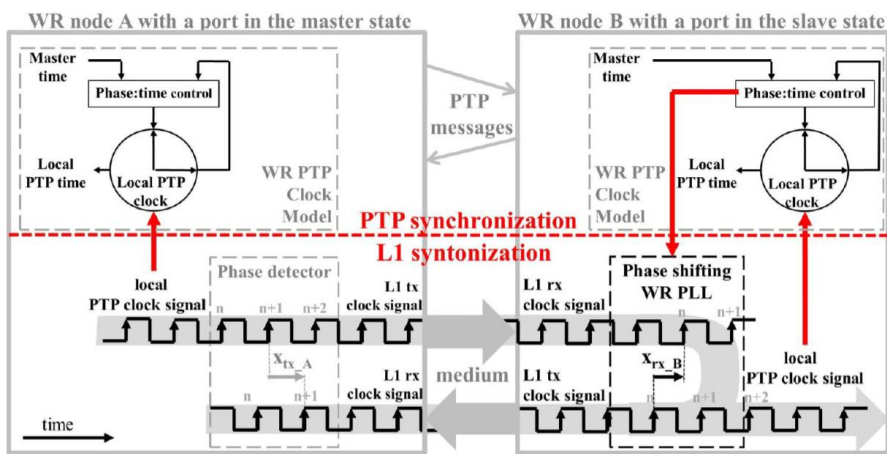


Рисунок 7 – Сравнение PTP синхронизации и синтонизации L1

2. Надежность и концепция альтернативных систем позиционирования, навигации и времени

Традиционно системы синхронизации строились на предположении, что сигналы GNSS являются достоверными и непрерывно доступными. Ведущие сетевые часы синхронизировались с

опорными сигналами GNSS и использовались для формирования шкалы времени сетевых часов (рисунок 8). Однако опыт эксплуатации показывает уязвимость такого подхода: GNSS-сигналы подвержены воздействию радиопомех, солнечной активности, а также преднамеренным атакам – спуфингу и джаммингу [25, 26].

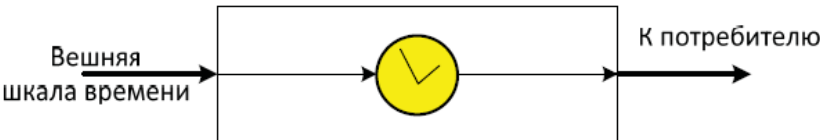


Рисунок 8 – Традиционная система формирования шкалы времени ведущих сетевых часов

Для решения этой проблемы в мировой практике активно развивается концепция APNT (**Assured Positioning, Navigation and Timing**), которая предполагает использование многоуровневых резервных источников времени. Ключевым элементом APNT является применение **высокостабильных хранителей времени** (цезиевых и водородных стандартов), способных поддерживать заданную точность синхронизации в условиях длительного отсутствия GNSS.

Общая архитектура APNT-систем включает (рисунок 9):

- приём сигналов от нескольких навигационных систем (GPS, ГЛОНАСС, Galileo, BeiDou) с контролем согласованности;
 - локальные атомные стандарты (водородные и цезиевые), обеспечивающие автономное хранение времени;
 - резервные каналы передачи эталонных сигналов (оптоволоконные линии, наземные радиосистемы);
- протоколы защиты и мониторинга целостности временных меток

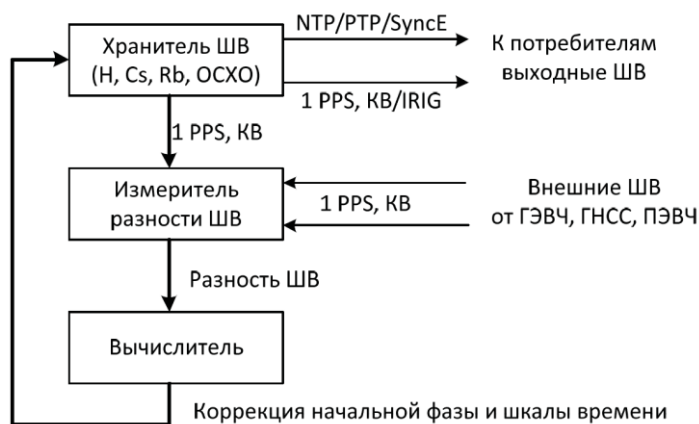


Рисунок 9 – Структура ведущих сетевых часов, основанных на технологии APNT

Применение концепции APNT позволяет повысить отказоустойчивость телекоммуникационных и инфраструктурных систем, а также обеспечивает выполнение международных требований к надёжности критических сетей.

3. Инфраструктурные объекты и телекоммуникационные комплексы

Для объектов критической инфраструктуры (энергосистемы, транспортные узлы, промышленные предприятия, банковский сектор) задачи синхронизации времени и частоты имеют особое значение. Точность временных меток

определяет безопасность технологических процессов, устойчивость распределённых вычислительных систем и корректность финансовых транзакций.

Системы единого и точного времени (CETB), внедряемые на таких объектах, обеспечивают формирование, хранение и распределение эталонных сигналов. Традиционно основным источником CETB выступают GNSS-сигналы (рисунок 10). Однако их уязвимость к внешним факторам – от атмосферных возмущений до намеренных атак – ограничивает надёжность подобных решений в условиях эксплуатации.

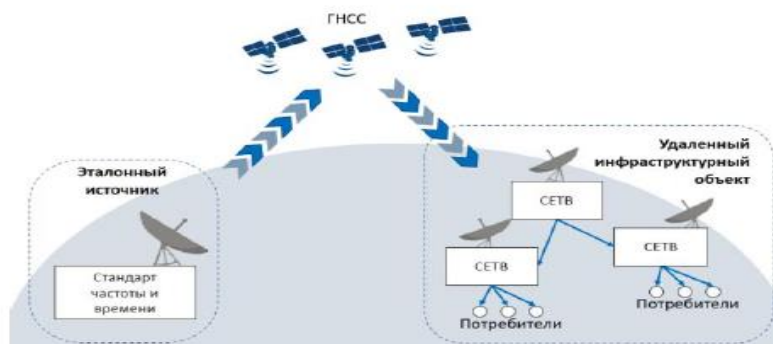


Рисунок 10 – Схема привязки местной ШВ к ШВ ГЭВЧ по сигналам ГНСС (прямой метод)

Современные инфраструктурные комплексы переходят к комбинированной архитектуре, включающей:

- GNSS как основной источник высокоточной синхронизации;
- локальные атомные стандарты частоты (цезиевые и водородные), обеспечивающие автономное хранение времени;

- оптоволоконные каналы передачи эталонных сигналов, выступающие резервом на случай потери спутниковой синхронизации;
- сетевые протоколы точного времени (PTP, SyncE) для распределения временной информации внутри корпоративных и отраслевых систем.

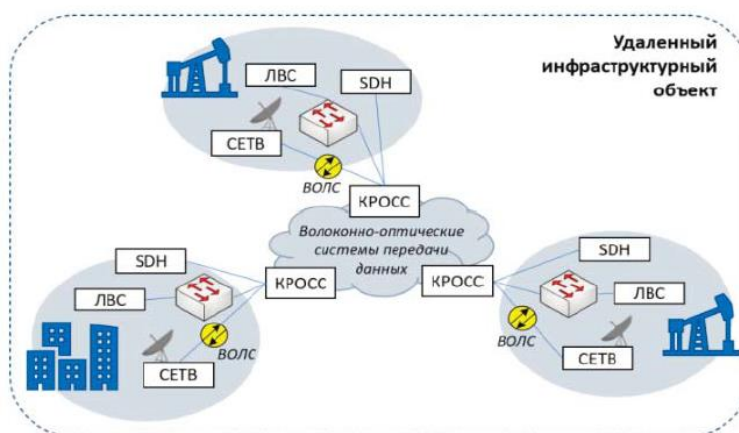


Рисунок 11 – Упрощенная схема сложного телекоммуникационного комплекса

На уровне региональных телекоммуникационных комплексов (рисунок 11) целесообразно строить многоуровневые системы, где магистральные узлы оснащаются когерентными первичными эталонными часами (снPRTC), а ведомственные сегменты получают синхронизацию через доверенные профили PTP и NTS.

Таким образом, для Казахстана приоритетным направлением является интеграция CETB в энергетике, транспорте и цифровой инфраструктуре, где микросекундная точность критична для обеспечения безопасности и киберустойчивости.

4. Перспективы когерентных сетей

Одним из ключевых направлений развития современных телекоммуникационных систем является внедрение когерентных сетей синхронизации, использующих волоконно-оптические каналы передачи эталонных сигналов. В отличие от традиционной архитектуры, полностью зависящей от GNSS, когерентные сети обеспечивают:

- повышенную устойчивость к внешним воздействиям и радиопомехам;
- возможность резервирования источников времени;
- масштабируемость и интеграцию в национальную систему частотно-временного обеспечения.

Сравнительный анализ показывает, что

волоконно-оптическая передача эталонных сигналов (FOT) и когерентные эталонные часы (снPRTC) способны гарантировать допустимые уровни фазовой синхронизации даже при длительном отсутствии GNSS [8]. Это делает их стратегически важным элементом для энергетики, финансовых центров и транспортных узлов.

Перспективные исследования в данной области включают:

- развитие технологии White Rabbit (WR), позволяющей достичь субнаносекундной точности и уже применяемой в научных проектах мирового уровня (например, CERN);
- интеграцию когерентных систем в сетевые инфраструктуры 5G/6G, где требуются минимальные задержки и высокая устойчивость синхронизации;
- разработку архитектур распределённых когерентных сетей, включающих пространственно разнесённые эталонные часы, соединённые оптоволоконными каналами.

В условиях Казахстана развитие когерентных сетей может стать основой для построения Национальной системы частотно-временного обеспечения, объединяющей государственный первичный эталон единиц времени, частоты и национальной шкалы времени (ГЭВЧ), ведомственные сети и региональные телекоммуникационные комплексы.

Таким образом, переход к когерентной

архитектуре позволит:

- снизить зависимость от GNSS;
- повысить отказоустойчивость критической инфраструктуры;

- создать условия для интеграции будущих технологий – квантовой синхронизации и сетей 6G.
- Сравнительная характеристика различных источников синхронизации представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Сравнительная характеристика источников синхронизации

Источник синхронизации	Обозначение	Преимущества	Ограничения / риски	Применимость в РК
Глобальные навигационные спутниковые системы (GNSS)	GNSS	Высокая точность, глобальная доступность	Уязвимость к помехам и спуфингу, зависимость от внешних систем	Используется большинством операторов связи
Волоконно-оптическая передача эталонного сигнала	FOT	Высокая стабильность, защита от помех, резерв GNSS	Требует развитой инфраструктуры	Перспективна для магистральных сетей
Атомные стандарты частоты	AF	Автономность, высокая надёжность	Высокая стоимость, обслуживание	Ключевые опорные узлы
Протокол точного времени (IEEE 1588 PTP)	PTP	Субмикросекундная точность	Требует качественной сетевой инфраструктуры	Рекомендуется для операторов связи
Синхронный Ethernet	SyncE	Стабильная передача частоты	Нужна поддержка оборудования	Перспективен для сетей 5G
Over-the-Air синхронизация	OTA	Синхронизация без кабельных каналов	Ограниченная точность	Перспективна в мобильных сетях

Информационная безопасность и киберустойчивость систем синхронизации

Зависимость современных телекоммуникационных и инфраструктурных систем от сигналов GNSS создаёт серьёзные риски киберугроз. Наиболее опасными факторами являются:

- джамминг – преднамеренное создание радиопомех, блокирующих приём сигналов GNSS;
- спуфинг – подмена навигационных сообщений с целью искажения временных меток;
- задержки и манипуляции в протоколах времени (NTP, PTP).

Эти угрозы уже неоднократно фиксировались в международной практике, включая инциденты, влияющие на авиацию, морскую навигацию и энергетические системы [25, 26].

Для повышения устойчивости систем синхронизации в Казахстане необходимо внедрение многоуровневой архитектуры

безопасности, включающей:

1. Протокольную защиту

- NTP: переход к стандарту NTS (Network Time Security, RFC 8915), обеспечивающему аутентификацию и защиту от подмены сообщений на базе TLS [22].
- PTP: использование профиля IEEE 1588-2019, в котором предусмотрены механизмы криптографической защиты (Security TLVs), аутентификация и контроль целостности сообщений [23].

• Когерентные сети: выполнение требований ITU-T G.8272.2 (2024), где cnPRTC гарантируют допустимые уровни фазовой синхронизации даже при длительной потере GNSS [8].

2. Многоуровневое резервирование

- приём сигналов от нескольких спутниковых систем (GPS, ГЛОНАСС, Galileo, BeiDou) с контролем согласованности;
- использование Galileo OSNMA, предоставляющего аутентифицированные навигационные сообщения (введено в эксплуатацию в 2023 г.) [21];

- внедрение локальных атомных стандартов частоты на ключевых узлах;
- передача эталонных сигналов по оптоволоконным каналам связи;
- системы мониторинга целостности времени (time integrity monitoring) с автоматическим переключением на резервные источники.

3. Архитектурный принцип «Trusted Time»

Согласно нормативным документам Республики Казахстан, государственные ИКТ-ресурсы должны синхронизироваться с ГЭВЧ, воспроизводящим национальную шкалу времени UTC(KZ) [19, 20]. Это означает, что все опорные источники времени должны иметь прямую привязку к ГЭВЧ и независимые каналы резервирования.

Таким образом, обеспечение киберустойчивости систем синхронизации требует комплексного подхода: от модернизации протоколов и внедрения аутентифицированных сообщений до создания резервных каналов передачи эталонного времени.

Дорожная карта для Казахстана

Анализ международного опыта и особенностей телекоммуникационного сектора Республики Казахстан показывает необходимость перехода от фрагментарных решений к национальной стратегии развития систем синхронизации. Предлагаемая дорожная карта включает несколько уровней:

1. Магистральный уровень

- внедрение когерентных эталонных часов (снPRTC) в узлах верхнего уровня;
- организация оптоволоконных резервных каналов для передачи эталонных сигналов, параллельно с использованием GNSS;
- распределение эталонного времени и частоты по протоколам SyncE и PTP.

2. Ведомственный уровень

- переход от традиционного NTP к его защищённой версии NTS;
- использование профилей PTP (IEEE 1588-2019) с криптографической защитой и сегментацией доменов времени;
- формирование «доверенных границ» для исключения влияния неконтролируемых источников синхронизации.

3. Периферийные сети (URLLC, TSN, PoT)

- внедрение аппаратных меток времени и синхронизации в рамках IEEE 1588-2019;

- применение политик быстрого failover при потере сигналов GNSS;

- использование локальных эталонных генераторов на базе цезиевых или рубидиевых стандартов частоты.

4. Мониторинг и управление

- внедрение систем сквозного контроля состояния эталонных часов (monitoring dashboard);
- анализ метрик PDV и асимметрии задержек (PDV-asymmetry);
- журналирование и аудит корректности временных меток в прикладных подсистемах (финансы, энергетика, транспорт).

Таким образом, дорожная карта предполагает многоуровневое резервирование с интеграцией магистральных, ведомственных и периферийных сегментов в единую архитектуру.

Для Республики Казахстан это позволит:

- повысить устойчивость цифровой инфраструктуры к внешним воздействиям;
- снизить зависимость от зарубежных спутниковых систем;
- обеспечить точность и надёжность времени в критически важных отраслях – энергетике, транспорте, оборонном секторе и финансах.

Практическая ситуация в Казахстане

По состоянию на август 2025 года к услуге сетевой синхронизации, предоставляемой РГП «КазСтандарт» (доступ к NTP-серверам через Интернет), подключено 14 организаций. Однако для критически важной инфраструктуры этого объёма недостаточно: подобная архитектура обеспечивает лишь базовый уровень синхронизации и не учитывает требования к киберустойчивости, фазовой синхронизации и резервированию источников времени.

Основные проблемы текущей ситуации:

- доминирование GNSS как единственного источника синхронизации, что повышает уязвимость к внешним воздействиям (спуфинг, джамминг, атмосферные помехи);
- ограниченное внедрение протоколов точного времени (PTP) и защищённых решений на базе NTS;
- отсутствие масштабируемой системы мониторинга и анализа временных меток;
- фрагментарное применение локальных эталонных генераторов и отсутствие единой политики по резервированию.

Для решения этих проблем необходимо:

1. расширить использование ведомственных каналов синхронизации, основанных на NTS и

РТР, с привязкой к национальной шкале времени UTC(KZ);

2. внедрить оптоволоконные резервные каналы передачи эталонных сигналов между основными телекоммуникационными узлами;

3. оснастить ключевые узлы локальными атомными стандартами частоты (водородные и цезиевые);

4. организовать централизованный мониторинг состояния эталонных часов и синхронизации на базе КазСтандарта.

В долгосрочной перспективе Республика Казахстан должна перейти к созданию Национальной когерентной сети синхронизации, объединяющей ГЭВЧ, отраслевые и региональные сети. Это позволит обеспечить устойчивую и защищённую работу цифровой инфраструктуры страны, снизить зависимость от GNSS и подготовить основу для внедрения технологий будущего – сетей 6G и квантового интернета.

Перспективы развития систем связи и синхронизации региональных сетей и инфраструктурных объектов

1. Архитектура когерентных сетей

Архитектура когерентных сетей связи общего пользования (КССОП) рассматривается как одно из стратегических направлений развития национальной инфраструктуры синхронизации. В отличие от традиционных систем, опирающихся исключительно на GNSS,

КССОП формируется на базе распределённых когерентных первичных эталонных часов (кгПЭВЧ), объединённых сетью волоконно-оптических линий.

Ключевая особенность КССОП заключается в многоисточниковой структуре, где временная шкала формируется на основе сигналов от:

- локальных атомных стандартов (цезиевых и водородных);
- сигналов GNSS с механизмами аутентификации (например, Galileo OSNMA);
- эталонных серверов времени (РТР, NTP/NTS);
- соседних когерентных узлов (кгПЭВЧ).

Такой подход обеспечивает:

- устойчивость к сбоям и помехам благодаря многоканальной обработке сигналов;
- отказоустойчивость за счёт автоматического исключения некорректных источников;
- масштабируемость и интеграцию в национальную систему частотно-временного обеспечения;
- возможность формирования единой шкалы времени на территории страны.

На рисунках 12 и 13 представлены упрощённая схема подключения инфраструктурного объекта к КССОП и структурная схема элемента транспортной сети с аппаратной поддержкой протокола РТР.

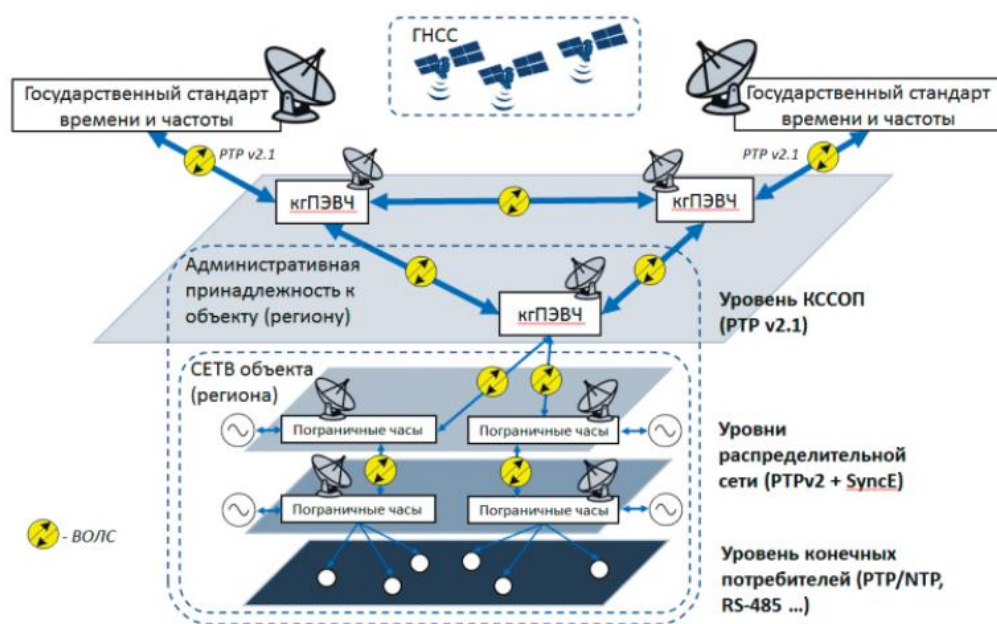


Рисунок 12 – Структурная схема включения инфраструктурного объекта в когерентную сеть связи общего пользования

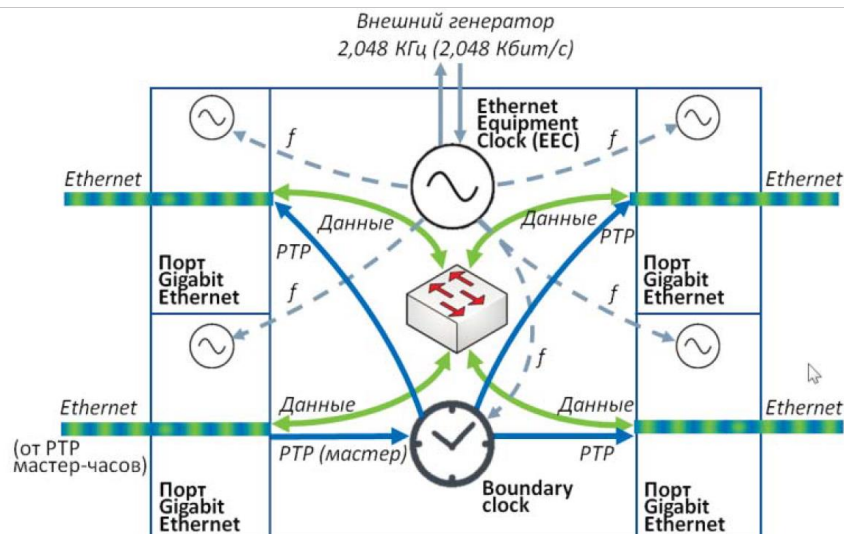


Рисунок 13 – Структурная схема элемента транспортной сети с аппаратной поддержкой протокола PTPv.2

В условиях Казахстана внедрение КССОП позволит интегрировать региональные и отраслевые сети в единую архитектуру, обеспечив привязку к национальной шкале времени UTC(KZ). Это создаст основу для:

- развития защищённой цифровой инфраструктуры;
- повышения устойчивости телекоммуникационных систем;
- подготовки к переходу на новые технологические уклады (5G/6G, квантовые сети).

2. Технические требования

Для эффективного функционирования когерентных сетей верхнего уровня (КСВУ) требуется реализация строгих технических требований, обеспечивающих как высокую точность синхронизации, так и её киберустойчивость.

Ключевые положения:

1. Аппаратная поддержка PTPv2.1 (IEEE 1588-2019)

Только при аппаратной обработке временных меток на уровне сетевого оборудования возможна синхронизация с точностью до единиц наносекунд.

2. Характеристики когерентных эталонных часов (кГПЭВЧ)

Каждый узел верхнего уровня должен включать:

- атомный стандарт частоты, соответствующий ITU-T G.811.1;
- приёмник GNSS-сигналов с возможностью аутентификации и встроенным сервером PTP;

- интерфейсы приёма эталонных сигналов от соседних когерентных узлов и Государственной службы времени и частоты (ГСВЧ);

- формирователь групповой шкалы времени (ensemble time scale);

- выходные интерфейсы: 1PPS, PTP, NTP/NTS, коды времени, эталонные частотные сигналы (например, ТСС 2,048 МГц).

3. Резервирование и отказоустойчивость

- обязательное наличие двух и более независимых источников GNSS;

- использование волоконно-оптических каналов для резервной передачи эталонного времени;

- локальное хранение времени на основе водородных или цезиевых стандартов с длительным удержанием точности.

Таким образом, когерентные эталонные часы (кГПЭВЧ) выполняют роль Telecom Grandmaster (T-GM) для нижестоящих сегментов сети, обеспечивая непрерывность, достоверность и высокую точность временной информации.

3. Перспективы для Казахстана

Применение когерентных технологий в национальных и региональных сетях Республики Казахстан открывает новые возможности для обеспечения устойчивости и безопасности критической инфраструктуры.

Ключевые направления развития включают:

1. Снижение зависимости от GNSS

Введение когерентных эталонных часов и оптоволоконных каналов позволит существенно снизить уязвимость телекоммуникационных систем к спуфингу, джаммингу и другим факторам.

2. Повышение надёжности инфраструктуры

Интеграция когерентных сетей в энергетику, транспорт, финансы и оборонный сектор создаст основу для отказоустойчивой синхронизации, обеспечивающей корректность операций и безопасность технологических процессов.

3. Интеграция с национальной системой частотно-временного обеспечения

Создание сети когерентных эталонных узлов (кгПЭВЧ) на базе существующих центров синхронизации позволит обеспечить единый стандарт времени UTC(KZ) во всех секторах экономики.

4. Подготовка к будущим технологическим укладам

КССОП станет базой для внедрения систем связи 6G, промышленного интернета следующего поколения и квантовых технологий, включая методы квантовой нелинейной синхронизации.

Развитие когерентной архитектуры может быть реализовано поэтапно:

- на первом этапе – интеграция опорных узлов на базе существующих ресурсов КазСтандарта и операторов связи;
- на втором – расширение сети с охватом ведомственных и отраслевых систем;
- на третьем – формирование Национальной когерентной сети синхронизации, обеспечивающей непрерывный контроль и мониторинг эталонных сигналов.

Таким образом, Казахстан получает уникальную возможность адаптировать международный опыт и создать собственную систему когерентной синхронизации, которая станет ключевым элементом цифровой и технологической независимости страны.

Заключение

Проведённое исследование подтвердило, что задачи синхронизации времени и частоты являются ключевыми для устойчивого функционирования телекоммуникационных сетей и критической инфраструктуры Республики Казахстан.

Основные выводы:

1. Действующая модель синхронизации в Казахстане базируется преимущественно на GNSS, что делает её уязвимой к внешним воздействиям (помехи, спуфинг, джамминг).

2. Необходим переход к многоуровневой системе синхронизации, включающей когерентные эталонные часы (PRTC/cnPRTC),

резервные оптоволоконные каналы и защищённые протоколы (PTP, SyncE, NTS).

3. Для критически важных отраслей (энергетика, транспорт, финансы) требуется обеспечение фазовой синхронизации с точностью до микросекунд, что невозможно при использовании только GNSS.

4. В долгосрочной перспективе перспективными являются методы квантовой нелинейной синхронизации, способные обеспечить фемтосекундную точность для сетей 6G и квантового интернета.

Практическая значимость работы заключается в разработке рекомендаций для операторов связи, государственных органов и предприятий инфраструктурного сектора. Полученные результаты могут быть использованы при:

- формировании национальной стратегии цифровизации;
- создании Национальной системы частотно-временного обеспечения (НСЧВО);
- обеспечении киберустойчивости критических отраслей экономики.

Рекомендуемые шаги:

- внедрение NTP и защищённых профилей PTP (IEEE 1588-2019) в ведомственных сетях;
- применение cnPRTC и оптоволоконных каналов в магистральных сегментах;
- организация многоуровневого резервирования источников синхронизации;
- развитие когерентных сетей как основы для интеграции будущих квантовых технологий.

Таким образом, адаптация международного опыта и его интеграция в национальные условия позволит Казахстану обеспечить устойчивость цифровой инфраструктуры, повысить технологическую независимость и соответствовать современным мировым требованиям к точности, надёжности и киберустойчивости систем синхронизации.

Благодарность

Автор выражает признательность коллегам из научных и технических организаций, чьи консультации способствовали формированию концепции исследования.

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов при подготовке данной работы.

Список источников

1. ITU-T. Recommendation G.8271/Y.1366.

- Timing and Synchronization aspects in packet networks. – Geneva: ITU, 2023.
2. IEEE. IEEE Std 1588-2019. Standard for a Precision Clock Synchronization Protocol for Networked Measurement and Control Systems. – New York: IEEE, 2019. – DOI: 10.1109/IEEESTD.2019.8766229.
3. Kaplan E., Hegarty C. Understanding GPS/GNSS: Principles and Applications. – 3rd ed. – Boston: Artech House, 2017. – 1064 с. – ISBN 978-1-63081-058-0.
4. Koivisto M., Costa M., Leppänen K., Valkama M. Joint positioning and synchronization in 5G ultra-dense networks using EKF // IEEE Transactions on Wireless Communications. – 2016. – Vol. 15, № 6. – С. 3956–3970. – DOI: 10.1109/TWC.2016.2537390.
5. Mahmood A., et al. Time synchronization in 5G wireless networks // IEEE Communications Magazine. – 2018. – Vol. 56, № 1. – С. 38–44. – DOI: 10.1109/MCOM.2017.1700238.
6. Mahmood A., et al. Wireless synchronization for ultra-reliable low-latency communication // IEEE Access. – 2019. – Vol. 7. – С. 18865–18879. – DOI: 10.1109/ACCESS.2019.2896194.
7. Смагулов С. Б. Государственный первичный эталон единиц времени, частоты и национальной шкалы времени Республики Казахстан // Альманах современной метрологии. – 2024. – № 2. – С. 15–22.
8. ITU-T. Recommendation G.8272.2. Characteristics of coherent network primary reference time clocks. – Geneva: ITU, 2024.
9. Смагулов С. Б., Мишагин К. Г. Ведение национальной шкалы времени UTC(KZ) на пассивных водородных стандартах // Измерительная техника. – 2024. – № 9. – С. 25–31. – DOI: 10.1007/s11018-024-02039-7.
10. Савельев А. В., Мещеряков С. В. Фазовая синхронизация в энергосистемах. – Москва: Энергия, 2019. – 248 с. – ISBN 978-5-906507-56-8.
11. Tuninato M., et al. Synchronization signals analysis in 5G NR networks // IEEE Access. – 2023. – Vol. 11. – С. 45123–45135. – DOI: 10.1109/ACCESS.2023.3278954.
12. Wang X., et al. Optical fiber dissemination of time and frequency for GNSS backup // Optics Express. – 2023. – Vol. 31, № 12. – С. 18922–18935. – DOI: 10.1364/OE.491510.
13. Shi Z., et al. Over-the-air time synchronization for industrial IoT // IEEE Internet of Things Journal. – 2021. – Vol. 8, № 15. – С. 12345–12356. – DOI: 10.1109/IJOT.2021.3065342.
14. Mahmood A., et al. 5G wireless network synchronization challenges // IEEE Communications Surveys & Tutorials. – 2018. – Vol. 20, № 4. – С. 2835–2858. – DOI: 10.1109/COMST.2018.2853950.
15. Arai H., Murakami T. Overview of PTP and SyncE synchronization // IEEE Communications Standards Magazine. – 2016. – Vol. 1, № 1. – С. 22–29. – DOI: 10.1109/MCOMSTD.2016.7508873.
16. Quantum nonlinear synchronization for future networks // Nature Physics. – 2025. – Vol. 21. – С. 145–152. – DOI: 10.1038/s41567-025-02014-y.
17. ITU-T. Recommendation G.8265.1. Timing characteristics of PTP telecom profile for frequency synchronization. – Geneva: ITU, 2023.
18. Единые требования в области информационно-коммуникационных технологий и обеспечения информационной безопасности: утв. Постановлением Правительства Республики Казахстан от 20.12.2016 № 832 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P1600000832>.
19. О создании Республиканского государственного предприятия "Казахстанский институт метрологии (КазИнМетр)": Постановление Правительства Республики Казахстан от 01.11.1996 № 1342 (с изм. и доп.) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P960001342>.
20. Franke D., Sibold D., Teichel K., Dansarie M., Malhotra A. Network Time Security for the Network Time Protocol (NTP). – IETF, 2020. – RFC 8915. – DOI: 10.17487/RFC8915.
21. European Commission. Galileo Open Service Navigation Message Authentication (OSNMA) — Service declaration and public launch [Электронный ресурс]. – Brussels, 2023. – Режим доступа: <https://ec.europa.eu/defence-industry-space/osnma>.
22. Royal United Services Institute. Why Russia's War is a PNT Wake-Up Call [Электронный ресурс]. – London: RUSI, 2024. – Режим доступа: <https://www.gps.gov/cgsic/meetings/2024/fernandez-hernandez.pdf>.
23. National Physical Laboratory (UK). Resilient time and frequency for critical national infrastructure. – Teddington: NPL, 2024.

References

1. ITU-T. *Recommendation G.8271/Y.1366: Timing and Synchronization Aspects in Packet Networks*. Geneva: ITU, 2023.
2. IEEE. *IEEE Std 1588-2019: Standard for a Precision Clock Synchronization Protocol for*

Networked Measurement and Control Systems. New York: IEEE, 2019. <https://doi.org/10.1109/IEEESTD.2019.8766229>.

3. Kaplan, E., and C. Hegarty. *Understanding GPS/GNSS: Principles and Applications*. 3rd ed. Boston: Artech House, 2017. ISBN 978-1-63081-058-0.

4. Koivisto, M., Costa, M., Leppänen, K., and Valkama, M. "Joint Positioning and Synchronization in 5G Ultra-Dense Networks Using EKF." *IEEE Transactions on Wireless Communications* 15, no. 6 (2016): 3956–3970. <https://doi.org/10.1109/TWC.2016.2537390>.

5. Mahmood, A., et al. "Time Synchronization in 5G Wireless Networks." *IEEE Communications Magazine* 56, no. 1 (2018): 38–44. <https://doi.org/10.1109/MCOM.2017.1700238>.

6. Mahmood, A., et al. "Wireless Synchronization for Ultra-Reliable Low-Latency Communication." *IEEE Access* 7 (2019): 18865–18879. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2896194>.

7. Smagulov, S. B. "State Primary Standard of Units of Time, Frequency, and the National Time Scale of the Republic of Kazakhstan." *Almanac of Modern Metrology*, no. 2 (2024): 15–22.

8. ITU-T. *Recommendation G.8272.2: Characteristics of Coherent Network Primary Reference Time Clocks*. Geneva: ITU, 2024.

9. Smagulov, S. B., and K. G. Mishagin. "Steering of the National Time Scale UTC(KZ) Based on Passive Hydrogen Masers According to the Rapid UTC Data." *Measurement Techniques* 67, no. 9 (2024): 684–692. <https://doi.org/10.1007/s11018-024-02039-7>.

10. Saveliev, A. V., and S. V. Meshcheryakov. *Phase Synchronization in Power Systems*. Moscow: Energiya, 2019. ISBN 978-5-906507-56-8.

11. Tuninato, M., et al. "Synchronization Signals Analysis in 5G NR Networks." *IEEE Access* 11 (2023): 45123–45135. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3278954>.

12. Wang, X., et al. "Optical Fiber Dissemination of Time and Frequency for GNSS Backup." *Optics Express* 31, no. 12 (2023): 18922–18935. <https://doi.org/10.1364/OE.491510>.

13. Shi, Z., et al. "Over-the-Air Time Synchronization for Industrial IoT." *IEEE Internet*

of Things Journal 8, no. 15 (2021): 12345–12356. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2021.3065342>.

14. Mahmood, A., et al. "5G Wireless Network Synchronization Challenges." *IEEE Communications Surveys & Tutorials* 20, no. 4 (2018): 2835–2858. <https://doi.org/10.1109/COMST.2018.2853950>.

15. Arai, H., and T. Murakami. "Overview of PTP and SyncE Synchronization." *IEEE Communications Standards Magazine* 1, no. 1 (2016): 22–29. <https://doi.org/10.1109/MCOMSTD.2016.7508873>.

16. "Quantum Nonlinear Synchronization for Future Networks." *Nature Physics* 21 (2025): 145–152. <https://doi.org/10.1038/s41567-025-02014-y>.

17. ITU-T. *Recommendation G.8265.1: Timing Characteristics of PTP Telecom Profile for Frequency Synchronization*. Geneva: ITU, 2023.

18. Government of the Republic of Kazakhstan. *Unified ICT and Cybersecurity Requirements: Approved by Government Resolution No. 832 of December 20, 2016* [Electronic resource]. Available at: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P1600000832>.

19. Government of the Republic of Kazakhstan. *On the Creation of the Republican State Enterprise "Kazakhstan Institute of Metrology (KazInMetr)": Government Resolution No. 1342 of November 1, 1996 (with amendments and additions)* [Electronic resource]. Available at: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P960001342>.

20. Franke, D., Sibold, D., Teichel, K., Dansarie, M., and Malhotra, A. *Network Time Security for the Network Time Protocol (NTP)*. RFC 8915. IETF, 2020. <https://doi.org/10.17487/RFC8915>.

21. European Commission. *Galileo Open Service Navigation Message Authentication (OSNMA) — Service Declaration and Public Launch* [Electronic resource]. Brussels, 2023. Available at: <https://ec.europa.eu/defence-industry-space/osnma>.

22. Royal United Services Institute. *Why Russia's War is a PNT Wake-Up Call* [Electronic resource]. London: RUSI, 2024. Available at: <https://www.gps.gov/cgsic/meetings/2024/fernandez-hernandez.pdf>.

23. National Physical Laboratory (UK). *Resilient Time and Frequency for Critical National Infrastructure*. Teddington: NPL, 2024.

С.Б. Смагулов

*Томск политехникалық университеті, Томск, Ресей
«Қазақстан стандарттау және метрология институты» РМК, Астана, Қазақстан*

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БАЙЛАНЫС ЖЕЛІЛЕРІНДЕ ЖӘНЕ ИНФРАҚҰРЫЛЫМДЫҚ НЫСАНДАРЫНДА СИНХРОНДАУ ЖҮЙЕЛЕРІН ДАМУДЫҢ ПЕРСПЕКТИВАЛАРЫ

Аңдатпа

Қазіргі заманғы телекоммуникациялық желілер мен Қазақстан Республикасының инфрақұрылымдық нысандары цифрландыру, 5G/6G желілерін енгізу, интеллектуалды энергетикалық жүйелер, көлік және өнеркәсіптік интернет заттары жағдайында уақыт пен жиілікті синхрондаудың дәлдігіне күн өткен сайын жоғары талаптар қояды. Зерттеудің мақсаты – Қазақстандағы синхрондау жүйелерін дамытудың перспективаларын анықтау, жаңғырту бағыттарын белгілеу және олардың маңызды инфрақұрылымның тұрақтылығына әсерін бағалау.

Әдістеме ITU-T және IEEE (G.827x, IEEE 1588 PTP, SyncE) халықаралық стандарттарын, ғылыми жарияланымдарды, жетекші елдердің тәжірибесін және Қазақстан телекоммуникация секторының қазіргі жағдайын салыстырмалы талдауды қамтиды. Зерттеуде дәстүрлі синхрондау көздері (GNSS), эталондық сигналдарды талшықты-оптикалық тарату, атомдық жиілік стандарттары, сымсыз әдістер (Over-the-Air) және кванттық бейжелілік синхрондау технологиялары қарастырылды.

Нәтижелер когерентті синхрондау жүйелеріне көшу (PRTC/cnPRTC, талшықты-оптикалық резервтік арналар, PTP, SyncE, OTA) желілердің ақауға төзімділігін айтарлықтай арттыратынын және GNSS-ке тәуелділікті төмендететінін көрсетті. Бұл энергетика, көлік, қаржы секторы және өнеркәсіптік жүйелер үшін аса маңызды, өйткені микросекундтық дәлдік олардың қауіпсіздігі мен тұрақтылығы үшін шешуші мәнге ие.

Зерттеудің құндылығы – халықаралық тәжірибені Қазақстан жағдайына бейімдеу, ұлттық уақыт-жиілік қамтамасыз ету жүйесін құру және нормативтік базаны жетілдіру бойынша ұсыныстар қалыптастыру. Практикалық маңызы – нәтижелерді байланыс желілерін, энергетикалық, көліктік және цифрлық инфрақұрылым жүйелерін жобалау мен жаңғыртуда қолдану мүмкіндігі.

Түйін сөздер: Уақыт пен жиілікті синхрондау, GNSS, PTP, SyncE, White Rabbit, когерентті желі, кванттық синхрондау, UTC(KZ).

S.B. Smagulov

*Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia
«Kazakhstan Institute of Standardization and Metrology» RSE, Astana, Kazakhstan*

PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF SYNCHRONIZATION SYSTEMS IN COMMUNICATION NETWORKS AND INFRASTRUCTURE FACILITIES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

Abstract

Modern telecommunication networks and infrastructure facilities of the Republic of Kazakhstan place increasingly high demands on the accuracy of time and frequency synchronization in the context of digitalization, the deployment of 5G/6G networks, intelligent energy systems, transportation, and the industrial Internet of Things. The aim of this study is to determine the prospects for the development of synchronization systems in Kazakhstan, identify key modernization directions, and assess their impact on the resilience of critical infrastructure.

The methodology is based on the analysis of international ITU-T and IEEE standards (including G.827x, IEEE 1588 PTP, SyncE), scientific publications, best practices of leading countries, and a comparative analysis of the current state of Kazakhstan's telecommunications sector. The study examines traditional synchronization

sources (GNSS), fiber-optic transfer of reference signals, atomic frequency standards, wireless methods (Over-the-Air), and advanced quantum nonlinear synchronization technologies.

The results demonstrate that transitioning to coherent synchronization systems using a multi-level architecture (PRTC/cnPRTC, optical backup channels, PTP, SyncE, OTA) can significantly enhance fault tolerance and reduce dependence on GNSS. This is particularly important for the energy, transport, and financial sectors, as well as industrial systems, where microsecond accuracy is critical for safety and operational stability.

The value of the study lies in adapting international experience to Kazakhstan's conditions, developing proposals for the creation of a national time-frequency reference system, and providing recommendations for the regulatory framework. The practical significance is the potential application of the results in the design and modernization of telecommunication and infrastructure systems of the country.

Key words: time and frequency synchronization, GNSS, PTP, SyncE, White Rabbit, coherent network, quantum synchronization, UTC(KZ).

ПРИМЕНЕНИЕ ДВОЙНОЙ АПЕРТУРЫ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ХАРАКТЕРИСТИК ПРЕЦИЗИОННЫХ СПЕКТРОФОТОМЕТРОВ

В. М. Белоусов¹, Н. М. Выродова²

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

Аннотация

Фотометрическая точность спектрофотометров ограничена погрешностями нелинейности. Обычно для установления таких системных ошибок используются калиброванные нейтральные светофильтры с различными уровнями пропускания, но расширенная неопределенность спектрального коэффициента направленного пропускания этих фильтров обычно составляет 0,003, и это больше, чем фотометрическая точность таких систем как Lambda 950 или Lambda 1050, что вносит существенный вклад в неопределенность при калибровке рабочих эталонов.

В случае использования современных прецизионных спектрофотометров, таких как Lambda 1050+, для получения наилучших результатов применим более точный метод, чем использование калиброванных светофильтров и это - метод двойной апертуры. Используя процедуру, описанную в этой статье, была получена точность определения коэффициента пропускания не более 0,002, в диапазоне длин волн UV/VIS/NIR от 200 нм до 2500 нм.

Ключевые слова: калибровка, неопределенность, коэффициент пропускания.

Принцип работы

Устройство двойной апертуры размещается в кюветное отделение спектрофотометра перпендикулярно световому потоку, как схематически показано на рисунке 1. Одна часть

луча проходит выше апертуры (а), а другая часть проходит ниже апертуры (b), и около 5% энергии луча блокируется тонкой перегородкой между двумя апертурами.

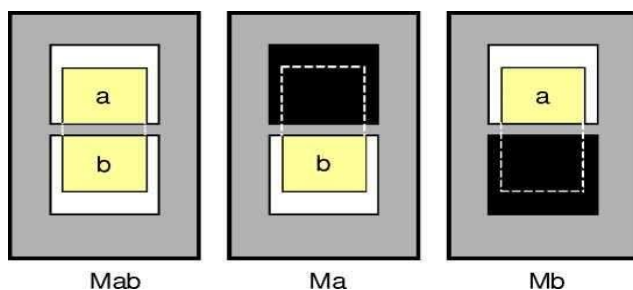


Рисунок 1 - Режимы измерений с помощью устройства двойной апертуры

В идеальном случае, оптический детектор с линейной характеристикой, который предоставляет показания “Ma” и “Mb” для соответствующих потоков излучения “a” и “b”, даст показания $M_{ab} = M_a + M_b$, когда некогерентно добавляются два потока “a” и “b” (обе апертуры открыты). Метод двойной апертуры основан на

принципе такого добавления.

В случае нелинейной работы детектора $M_{ab} \neq M_a + M_b$, это неравенство может быть использовано для количественной оценки ошибки нелинейности.

Так как ошибка нелинейности является системной, мы можем учитывать значение

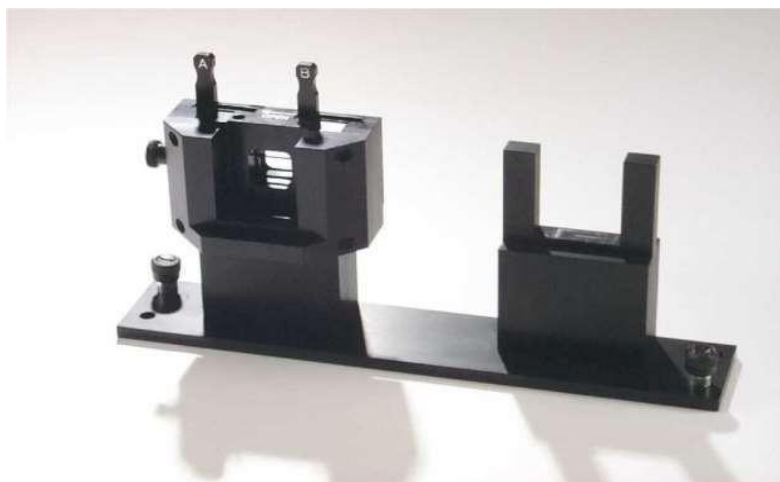


Рисунок 2 - Внешний вид устройства двойной апертуры

Процедура измерений

При определении нелинейности применялся предустановленный метод DA Precision method в программе UVWinlab Explorer.

Прецизионный метод выполняет групповые измерения спектрального коэффициента

направленного пропускания (СКНП), M_a , M_b , M_{ab} , шесть раз и два рассеянных D (нулевых) измерения. Измерения проводятся в соответствии с таблицей, приведенной на рисунке 3.

Расчет значения нелинейности проводится программой автоматически, по формуле 1

$$E = (M_{ab} - M_a - M_b + \langle D \rangle) / 2 \quad (1)$$

<div> <div>Copy Paste Report Send To CSV Start Stop Set A Autozero Align</div> <div>650.00 nm 0.0998 A Slit width 2.00 nm</div> </div>																																																																																							
<div> <div>Samples Graphs</div> <div>20 Samples</div> <table> <tr> <th>Sample ID</th><th>Sample Tag</th><th>Description</th><th>CSDep</th></tr> <tr><td>1 Sample1</td><td>D</td><td>D(1)</td><td>On</td></tr> <tr><td>2 Sample2</td><td>A</td><td>A(1)</td><td>On</td></tr> <tr><td>3 Sample3</td><td>AB</td><td>AB(1)</td><td>On</td></tr> <tr><td>4 Sample4</td><td>B</td><td>B(1)</td><td>On</td></tr> <tr><td>5 Sample5</td><td>A</td><td>A(2)</td><td>On</td></tr> <tr><td>6 Sample6</td><td>AB</td><td>AB(2)</td><td>On</td></tr> <tr><td>7 Sample7</td><td>B</td><td>B(2)</td><td>On</td></tr> <tr><td>8 Sample8</td><td>A</td><td>A(3)</td><td>On</td></tr> <tr><td>9 Sample9</td><td>AB</td><td>AB(3)</td><td>On</td></tr> <tr><td>10 Sample10</td><td>B</td><td>B(3)</td><td>On</td></tr> <tr><td>11 Sample11</td><td>A</td><td>A(4)</td><td>On</td></tr> <tr><td>12 Sample12</td><td>AB</td><td>AB(4)</td><td>On</td></tr> <tr><td>13 Sample13</td><td>B</td><td>B(4)</td><td>On</td></tr> <tr><td>14 Sample14</td><td>A</td><td>A(5)</td><td>On</td></tr> <tr><td>15 Sample15</td><td>AB</td><td>AB(5)</td><td>On</td></tr> <tr><td>16 Sample16</td><td>B</td><td>B(5)</td><td>On</td></tr> <tr><td>17 Sample17</td><td>A</td><td>A(6)</td><td>On</td></tr> <tr><td>18 Sample18</td><td>AB</td><td>AB(6)</td><td>On</td></tr> <tr><td>19 Sample19</td><td>B</td><td>B(6)</td><td>On</td></tr> <tr><td>20 Sample20</td><td>D</td><td>D(2)</td><td>On</td></tr> </table> </div>				Sample ID	Sample Tag	Description	CSDep	1 Sample1	D	D(1)	On	2 Sample2	A	A(1)	On	3 Sample3	AB	AB(1)	On	4 Sample4	B	B(1)	On	5 Sample5	A	A(2)	On	6 Sample6	AB	AB(2)	On	7 Sample7	B	B(2)	On	8 Sample8	A	A(3)	On	9 Sample9	AB	AB(3)	On	10 Sample10	B	B(3)	On	11 Sample11	A	A(4)	On	12 Sample12	AB	AB(4)	On	13 Sample13	B	B(4)	On	14 Sample14	A	A(5)	On	15 Sample15	AB	AB(5)	On	16 Sample16	B	B(5)	On	17 Sample17	A	A(6)	On	18 Sample18	AB	AB(6)	On	19 Sample19	B	B(6)	On	20 Sample20	D	D(2)	On
Sample ID	Sample Tag	Description	CSDep																																																																																				
1 Sample1	D	D(1)	On																																																																																				
2 Sample2	A	A(1)	On																																																																																				
3 Sample3	AB	AB(1)	On																																																																																				
4 Sample4	B	B(1)	On																																																																																				
5 Sample5	A	A(2)	On																																																																																				
6 Sample6	AB	AB(2)	On																																																																																				
7 Sample7	B	B(2)	On																																																																																				
8 Sample8	A	A(3)	On																																																																																				
9 Sample9	AB	AB(3)	On																																																																																				
10 Sample10	B	B(3)	On																																																																																				
11 Sample11	A	A(4)	On																																																																																				
12 Sample12	AB	AB(4)	On																																																																																				
13 Sample13	B	B(4)	On																																																																																				
14 Sample14	A	A(5)	On																																																																																				
15 Sample15	AB	AB(5)	On																																																																																				
16 Sample16	B	B(5)	On																																																																																				
17 Sample17	A	A(6)	On																																																																																				
18 Sample18	AB	AB(6)	On																																																																																				
19 Sample19	B	B(6)	On																																																																																				
20 Sample20	D	D(2)	On																																																																																				

Рисунок 3 – Порядок проведения измерений

Результаты

Пример выполненных измерений и расчета значения нелинейности, на длине волны 650 нм, приведен в таблице 1.

Таблица 1

Номинальные значения СКНП светофильтров, %	Измеренные значения СКНП, %				Значение нелинейности, E, %
	Mab	Ma	Mb	D	
100	100,010	53,362	46,586	-0,016	0,077
90	93,119	49,847	43,171	-0,005	0,107
50	47,357	25,215	22,052	-0,001	0,091
10	9,823	5,20	4,591	0,000	0,032

Аналогичные измерения проведены для длин волн с интервалом 10 нм, значения которых равномерно расположены во всем спектральном диапазоне работы спектрофотометра.

Линейность детекторов спектрофотометра Lambda 1050+ оценивалась в диапазонах измерений от дальнего ультрафиолета до ближнего инфракрасного (без сетчатый ФЭУ от

200 до 860 нм; высокочувствительный широкополосный InGaAs более 860 до 1800 нм; полупроводниковый детектор PbS более 1800 до 2500 нм), в точках фотометрического диапазона СКНП 0,1; 0,5, 0,9 и 1,0.

Результаты определения линейности приведены в таблице 2.

Таблица 2

Точки фотометрического диапазона, безразм. ед	Нелинейность детекторов спектрофотометра Lambda 1050+, безразм. ед		
	Спектральный диапазон в нм		
	от 200 до 860	более 860 до 1800	более 1800 до 2500
0,1	0,0004	0,0007	0,0008
0,5	0,0007	0,0011	0,0004
0,9	0,0014	0,0018	0,0003
1,0	0,0009	0,000	0,0020

Поскольку нелинейность носит систематический характер, она оценивается как составляющая неопределенности по типу В, что уменьшает вклад в неопределенность измерений от нелинейности детектора в сравнении с определением этого вклада методом калибровки с помощью нейтральных светофильтров.

Заключение

В данной работе изложен относительно простой метод, согласно которому вклад в неопределенность измерений СКНП спектрофотометром Lambda 1050+ уменьшена до уровня от 0,0004 до 0,0020 в зависимости от длины волны. Для фильтров нейтральной плотности, калиброванных на данном спектрофотометре, расширенная неопределенность калибровки составила от 0,0012 до 0,0025. Нейтральные фильтры применяются в качестве рабочих эталонов пропускания для калибровки или поверки рабочих спектрофотометров.

Список источников

1. van Nijnatten P. A. Calibration of neutral density glass filters to produce transmittance standards [Электронный ресурс] / P. A. van Nijnatten. – TNO Institute of Applied Physics, 1999. – Режим доступа: <https://omtsolutions.com/wp-content/uploads/2020/02/1999-proc-EGC-calibration-of-neutral-density-glass-filters-1.pdf>
2. Двойная апертура: руководство пользователя / OMT Solution BV. – 2010. – 24 с.

References

1. van Nijnatten P. A. Calibration of neutral density glass filters to produce transmittance standards [Electronic resource] / P. A. van Nijnatten. – TNO Institute of Applied Physics, 1999. – Mode of access: <https://omtsolutions.com/wp-content/uploads/2020/02/1999-proc-EGC-calibration-of-neutral-density-glass-filters-1.pdf> – Title from the screen.
2. OMT Solutions BV. Double Aperture: User Manual / OMT Solutions BV. – 2010. – 24 p.

В. М. Белоусов, Н. М. Выродова

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

ПРЕЦИН СПЕКТРОФОТОМЕТРЛЕРІНІҢ СИПАТТАМАЛАРЫН ЗЕРТТЕУДЕ ҚОС АПЕРТУРАНЫ ҚОЛДАНУ

Аңдатпа

Спектрофотометрлердің фотометриялық дәлдігі сызықтық емес қателіктермен шектеледі.

Әдетте мұндай жүйелік қателіктерді анықтау үшін әртүрлі өткізу қабілеттілігі бар калибрленген бейтарап жарық сүзгілері қолданылады, бірақ бұл сүзгілердің спектрлік бағыттағы өткізу қабілеттілігінің кеңейтілген белгісіздігі әдетте 0,003 құрайды және бұл Lambda 950 немесе Lambda 1050 сияқты жүйелердің фотометриялық дәлдігінен үлкен, бұл жұмыс стандарттарын калибрлеу кезінде белгісіздікке айтарлықтай үлес қосады.

Lambda 1050+ сияқты заманауи дәл спектрофотометрлерді қолданған жағдайда, жақсы нәтижеге қол жеткізу үшін калибрленген Жарық сүзгілерін қолданудан гөрі дәлірек әдіс қолданылады және бұл қос диафрагма әдісі. Осы мақалада сипатталған процедураны қолдана отырып, 200 нм-ден 2500 нм-ге дейінгі UV/VIS/NIR толқын ұзындығының диапазонында 0,002-ден аспайтын өткізу қабілеттілігін анықтау дәлдігі алынды.

Түйінді сөздер: калибрлеу, неопрелен, өткізу қабілеттілігі.

Beloousov V. M., Vyrodova N. M.

«Kazakhstan Institute of Standardization and Metrology» RSE, Astana, Kazakhstan

APPLICATION OF DOUBLE APERTURE IN THE STUDY OF CHARACTERISTICS OF PRECISION SPECTROPHOTOMETERS

Abstract

The photometric accuracy of spectrophotometers is limited by non-linearity errors.

Usually, calibrated neutral filters with different transmission levels are used to detect such system errors, but the extended uncertainty of the spectral coefficient of directional transmission of these filters is usually 0.003, and this is more than the photometric accuracy of systems such as Lambda 950 or Lambda 1050, which significantly contributes to the uncertainty when calibrating working standards.

In the case of modern precision spectrophotometers, such as the Lambda 1050+, a more accurate method is used to obtain the best results than using calibrated filters, and this is the double aperture method. Using the procedure described in this article, an accuracy of determining the transmission coefficient of no more than 0.002 was obtained in the UV/VIS/NIR wavelength range from 200 nm to 2500 nm.

Keywords: calibration, unreliability, transmission coefficient.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЫЛИ В ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЫБРОСАХ

Тагаева С.О.

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

Аннотация

Актуальность темы обусловлена тем, что загрязнение окружающей среды промышленными выбросами является одним из важнейших экологических проблем во всем мире.

Присутствие пыли в воздухе является результатом высоких темпов прогресса, промышленного производства и воздействия человека на окружающую среду.

Для эффективного решения данной проблемы важно иметь некоторые инструменты: средства измерений, испытательное оборудование, нормативные документы, в том числе методики выполнения измерений (МВИ).

В данной статье представлен алгоритм действий, направленных на определение пыли в промышленных выбросах, изложенных в МВИ, разработанной Казахстанским институтом стандартизации и метрологии путем проведения экспериментальных исследований, а также порядок определения метрологических характеристик.

Ключевые слова: промышленные выбросы, пылевой поток, охрана окружающей среды, измерение пыли, методы определения, методика и точность измерений.

Введение

Контроль концентрации пыли в промышленных выбросах является критически важной задачей для обеспечения экологической безопасности и соблюдения нормативов. В Республике Казахстан для этого законодательно установлен гравиметрический метод измерений, обеспечивающий высокую точность и надежность результатов в широком диапазоне концентраций – от 0,0001 до 500,0 г/м³, и не превышающий требований Перечней измерений, относящихся к государственному регулированию Республики Казахстан.

Данная статья освещает ключевые аспекты методики: применяемое оборудование, условия проведения измерений, процедуру отбора проб и расчет итоговой погрешности.

Основное оборудование и средства измерений

Для проведения измерений используется комплекс высокоточного оборудования, соответствующего национальным и международным стандартам:

- **весоизмерительное:** аналитические весы (II класс точности, НПВ 200 г) для взвешивания фильтров с точностью до 0,0001 г.;

- **пробоотборное:** аспираторы (электрические), набор пылезаборных трубок (внутренней и внешней фильтрации конструкции НИИОГАЗ), а также различные типы пылеуловителей (фильтры АФА-ВП, патроны ФП, патроны со стекловолокном);

- **контрольно-измерительное:** дифференциальный цифровой манометр (ДМЦ-01М) для измерения скорости газового потока, термометры, гигрометры, барометр-анероид для контроля параметров окружающей среды и газовой среды;

- **вспомогательное:** сушильный шкаф, эксикатор, секундомер, средства индивидуальной защиты и др.

Условия проведения измерений и требования безопасности

Измерения проводятся в строго регламентированных условиях:

- температура газового потока: до 600 °С;
- температура окружающего воздуха: 15 °С;
- относительная влажность: 65 %;
- атмосферное давление: 85 кПа;
- скорость газового потока: не менее 4 м/с (допускается от 1,0 м/с).

Особое внимание уделяется безопасности

персонала. Работы проводятся в соответствии с требованиями Трудового кодекса Республики Казахстан, Правил пожарной и электробезопасности, Экологического кодекса Республики Казахстан и других нормативных документов и нормативных правовых актов.

При выполнении измерений работники должны быть обеспечены спецодеждой, спецобувью, средствами индивидуальной защиты, необходимыми материалами и оборудованием в соответствии с требованиями безопасности проведения указанных работ на предприятии.

При работе на высоте работник должен пользоваться предохранительным поясом. Запрещается переносить электроприборы, подключенные к электросети.

К выполнению измерений и обработке их результатов допускают лиц, имеющих среднее специальное образование, владеющих методами

анализа, ознакомленных с эксплуатационной документацией на применяемые средства измерений, вспомогательное оборудование, настоящей МВИ, требованиями должностных инструкций организации.

Методы отбора проб: внутренняя и внешняя фильтрация

В зависимости от условий в газоходе применяется один из двух методов:

- метод внутренней фильтрации: пылеуловитель размещается непосредственно внутри газохода, применяется для влажных, высокотемпературных (до 600 °С) и агрессивных газов.

- метод внешней фильтрации: пылеуловитель вынесен за пределы газохода, применяется для менее агрессивных сред с температурой до 150-400 °С.

Рекомендации по выбору пылеуловителей

Тип осадителя пыли	Температура газа, °С, не более	Запыленность, г/м ³	Максимальный привес фильтра, г
Метод внутренней фильтрации			
Патрон со стекловолокном	400	0,01 - 15,0	До 2,0
Фильтры патронные ФП	600	0,01 - 15,0	Не более 2,0
Метод внешней фильтрации			
Аналитические аэрозольные фильтры типа АФА	60	1	Не более 0,1
Патроны с бумажной гильзой	150	0,01-10,0	До 1,0

Выбор типа фильтра (АФА, ФП, стекловолокно, бумажная гильза) зависит от температуры и запыленности газа, а также от выбранного метода. Все фильтры подготавливаются по строгому протоколу (сушка, взвешивание до постоянной массы).

Ключевые этапы проведения измерений

Подготовка: Выбор места отбора проб на прямом участке газохода (не менее 4-5 эквивалентных диаметров после возмущения потока), монтаж патрубков и рабочих площадок.

Определение поля скоростей: Предварительные замеры скорости газа в нескольких точках сечения для обеспечения репрезентативности пробы.

Изокинетический отбор пробы: Проба отбирается с такой скоростью, которая

соответствует скорости газового потока, чтобы избежать искажения концентрации частиц. Для этого рассчитывается диаметр наконечника и расход газа.

Отбор пробы: Установка пылезаборной трубки в точку замера, прогрев, включение аспиратора и отбор пробы в течение заданного времени (от 5 до 60 минут) с регистрацией всех параметров (температура, давление, расход).

Обработка пробы: Фильтр извлекается, консервируется для предотвращения потери пыли, и повторно взвешивается для определения массы уловленных частиц.

Расчет концентрации пыли и погрешности измерений

Массовая концентрация пыли (С, г/м³) рассчитывается по формуле:

$$C = \frac{(m_1 - m_2 - \Delta m) \times 1000}{V_{н.у.}}$$

где m_1 - масса фильтра после отбора проб, г;

m_2 - масса чистого фильтра, г;

Δm - поправка на изменение массы контрольных бумажных фильтров, г;

$V_{н.у.}$ - количество проаспираторованного газа при нормальных условиях, дм³.

Точность метода является его ключевым преимуществом. Суммарная погрешность при доверительной вероятности $P=0,95$ не превышает:

- $\pm 3 \%$ для диапазона $0.0001 - 10 \text{ г/м}^3$ и $100 - 500 \text{ г/м}^3$;

- $\pm 6 \%$ для диапазона $10 - 100 \text{ г/м}^3$.

Погрешность складывается из множества факторов: определение скорости газа, изокинетичность отбора, точность установки трубки, улавливание фильтром, точность весов и др. Большинство из этих погрешностей при соблюдении методики можно пренебречь или свести к минимуму.

Заклучение

Представленная методика является эталонным и высоконадежным способом определения концентрации пыли в промышленных выбросах.

МВИ предназначается для использования в лабораториях, выполняющих измерения в области мониторинга загрязнения окружающей среды, применение данного документа позволит проведение оперативного определения пыли в промышленных выбросах в стране и поможет повысить надежность оказываемых услуг с целью контроля качества воздуха окружающей среды.

Ее применение позволяет получать достоверные данные, необходимые для экологического мониторинга, контроля соблюдения нормативов и разработки природоохранных мероприятий. Стандартизация всех этапов процесса – от выбора оборудования до расчета погрешности обеспечивает воспроизводимость и точность результатов в лабораториях по всему Казахстану.

МВИ зарегистрирована в реестре государственной системы обеспечения единства измерений Республики Казахстан, доступна на главной странице Института.

Список источников

1. Перечень измерений, относящийся к государственному регулированию, утверждён

совместными приказами исполняющего обязанности Министра энергетики Республики Казахстан от 11 марта 2019 года № 81 и Министра индустрии и инфраструктурного развития Республики Казахстан от 18 марта 2019 года № 143. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 28 марта 2019 года № 18435.

2. ГОСТ OIML R 76-1-2011. Государственная система обеспечения единства измерений. Весы неавтоматического действия. Часть 1. Метрологические и технические требования. Испытания. – Введён в действие 2012-07-01. – Москва: Стандартинформ, 2012. – 78 с.

3. ТУ 4215-000-11696625-2003. Электрический аспиратор.

4. ГОСТ 2405-88. Манометры, вакуумметры, мановакуумметры, напорометры, тягомеры и тягонапорометры. Общие технические условия. – Введён в действие 1990-01-01. – Москва: Изд-во стандартов, 1989. – 24 с.

5. ТУ 4212-002-40001819-98. Манометр дифференциальный цифровой ДМЦ-01М- 1998.

6. ГОСТ 28498-90. Термометры жидкостные стеклянные. Общие технические требования. Методы испытаний. – Введён в действие 1992-01-01. – Москва: Изд-во стандартов, 1991. – 28 с.

7. ТУ 25-1894.003-90. Секундомер механический.

8. ГОСТ 17.2.6.01-86. Охрана природы. Атмосфера. Приборы для отбора проб воздуха населённых пунктов. Общие технические требования. – Введён в действие 1987-01-01. – Москва: Изд-во стандартов, 1986. – 16 с.

9. ГОСТ 17.0.0.02-79. Охрана природы. Метрологическое обеспечение контроля загрязнённости атмосферы, поверхностных вод и почвы. Основные положения. – Введён в действие 1980-01-01. – Москва: Изд-во стандартов, 1979. – 10 с.

10. ГОСТ 17.2.1.04-77 (СТ СЭВ 3403-81). Охрана природы. Атмосфера. Источники и

метеорологические факторы загрязнения, промышленные выбросы. Термины и определения. – Введён в действие 1978-01-01. – Москва: Изд-во стандартов, 1977. – 22 с.

References

1. List of measurements subject to state regulation, approved by Joint Orders of the Acting Minister of Energy of the Republic of Kazakhstan dated March 11, 2019 No. 81 and the Minister of Industry and Infrastructural Development of the Republic of Kazakhstan dated March 18, 2019 No. 143. Registered in the Ministry of Justice of the Republic of Kazakhstan on March 28, 2019 No. 18435.

2. GOST OIML R 76-1–2011. State System for Ensuring the Uniformity of Measurements. Non-automatic weighing instruments. Part 1. Metrological and technical requirements. Tests. – Introduced on July 1, 2012. – Moscow: Standartinform, 2012. – 78 p.

3. TU 4215-000-11696625–2003. Electric aspirator.

4. GOST 2405–88. Pressure gauges, vacuum gauges, combined pressure-vacuum gauges, draft gauges, and draft-pressure gauges. General technical specifications. – Introduced on January 1,

1990. – Moscow: Standards Publishing, 1989. – 24 p.

5. TU 4212-002-40001819–98. Differential digital pressure gauge DMC-01M.

6. GOST 28498–90. Liquid-in-glass thermometers. General technical requirements. Test methods. – Introduced on January 1, 1992. – Moscow: Standards Publishing, 1991. – 28 p.

7. TU 25-1894.003–90. Mechanical stopwatch.

8. GOST 17.2.6.01–86. Environmental protection. Atmosphere. Instruments for air sampling in populated areas. General technical requirements. – Introduced on January 1, 1987. – Moscow: Standards Publishing, 1986. – 16 p.

9. GOST 17.0.0.02–79. Environmental protection. Metrological support of pollution control of the atmosphere, surface waters and soil. Basic principles. – Introduced on January 1, 1980. – Moscow: Standards Publishing, 1979. – 10 p.

10. GOST 17.2.1.04–77 (ST SEV 3403–81). Environmental protection. Atmosphere. Sources and meteorological factors of pollution, industrial emissions. Terms and definitions. – Introduced on January 1, 1978. – Moscow: Standards Publishing, 1977. – 22 p.

.

Тағаева С.О.

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

ӨНЕРКӘСІПТІК ШЫҒАРЫНДЫЛАРДАҒЫ ШАҢДЫ АНЫҚТАУ

Аңдатпа

Тақырыптың өзектілігі қоршаған ортаның өнеркәсіптік шығарындылармен ластануы бүкіл әлемдегі ең маңызды экологиялық проблемалардың бірі болып табылатындығына байланысты.

Ауадағы шаңның болуы прогресстің, өнеркәсіптік өндірістің және адамның қоршаған ортаға әсерінің жоғары қарқынының нәтижесі болып табылады.

Бұл мәселені тиімді шешу үшін кейбір құралдардың болуы маңызды: өлшеу құралдары, сынақ жабдықтары, нормативтік құжаттар, соның ішінде өлшеу әдістері (ӨОӘ).

Бұл мақалада Қазақстан стандарттау және метрология институты эксперименттік зерттеулер жүргізу арқылы әзірлеген өнеркәсіптік шығарындылардағы шаңды анықтауға бағытталған іс-қимыл алгоритмі, сондай-ақ метрологиялық сипаттамаларды анықтау тәртібі ұсынылған.

Түйінді сөздер: өнеркәсіптік шығарындылар, шаң ағыны, қоршаған ортаны қорғау, шаңды өлшеу, анықтау әдістері, әдістеме және өлшеу дәлдігі.

C.O. Tagayeva

«Kazakhstan Institute of Standardization and Metrology» RSE, Astana, Kazakhstan

DETERMINATION OF DUST IN INDUSTRIAL EMISSIONS

Abstract

The relevance of the topic is due to the fact that environmental pollution from industrial emissions is one of the most important environmental problems worldwide.

The presence of dust in the air is the result of high rates of progress, industrial production and human impact on the environment.

To effectively solve this problem, it is important to have some tools: measuring instruments, test equipment, regulatory documents, including measurement methods (MRI). This article presents an algorithm for determining dust in industrial emissions, as described in the MVI developed by the Kazakhstan Institute of Standardization and Metrology through experimental research, as well as the procedure for determining metrological characteristics.

Keywords: industrial emissions, dust flow, environmental protection, dust measurement, determination methods, measurement techniques, and accuracy.

IMPACT OF TEMPERATURE AND HUMIDITY ON MOISTURE CONTENT DETERMINATION IN STORED GRAIN

Tolegen B.

«Kazakhstan Institute of Standardization and Metrology» RSE, Astana, Kazakhstan

Annotation

This study investigates the influence of environmental factors—specifically temperature and relative humidity—on the accuracy of moisture content determination in stored grain. Experimental data demonstrate that under elevated conditions (30°C and 75% relative humidity), electronic moisture meters exhibited deviations of up to 1.5% when compared to the gravimetric method. In contrast, under stable conditions (20°C and 60% relative humidity), discrepancies were minimal ($\leq 0.3\%$). The gravimetric method proved to be more reliable and consistent across all test conditions. A comprehensive literature review supports the hypothesis that environmental fluctuations can distort moisture readings, highlighting the importance of controlled storage environments and calibration adjustments in electronic devices. This research contributes to the optimization of grain storage strategies and enhances measurement accuracy in agricultural practice.

This work contributes to the improvement of quality control procedures and offers practical recommendations for grain storage standards.

Keywords: Grain moisture, relative humidity, storage conditions, temperature influence, gravimetric method

Introduction

Grain moisture content is a critical parameter affecting storage stability, quality, and economic value. Inaccurate moisture readings can lead to spoilage, microbial growth, and significant post-harvest losses. As grain is increasingly stored for long periods under variable climate conditions, understanding the impact of environmental factors on moisture measurement becomes crucial. Numerous studies have examined moisture determination methods, but few focus on how fluctuating storage conditions affect measurement accuracy.

The objective of this study is to evaluate how temperature and relative humidity affect the accuracy of grain moisture measurement, particularly comparing gravimetric and electronic methods. The hypothesis is that environmental fluctuations introduce systematic errors, especially in rapid electronic devices. The research aims to define critical thresholds and propose recommendations for minimizing measurement errors under varying storage conditions

Research Question: How do temperature and relative humidity affect the accuracy of grain moisture determination during storage?

Hypothesis: Changes in ambient temperature and humidity cause systematic deviations in grain moisture measurements, especially when using gravimetric and capacitance-based methods.

Materials: Wheat and barley samples were collected in the Akmola region (2024), each batch weighing 10 kg. Grains were cleaned and conditioned to an initial moisture level of ~14%.

Experimental Setup: Samples were stored in climate chambers at three temperatures (10°C, 20°C, 30°C) and three relative humidity levels (45%, 60%, 75%). Moisture content was measured every 48 hours over 14 days.

Methods:

Gravimetric method: Drying at 130°C for 2 hours, per GOST 13586.5-93.

Electronic method: Wile 55 moisture meter.

Materials and Methods

Comparative Table: Gravimetric vs. Electronic Method for Grain Moisture Determination

Condition (Temperature / RH)	Gravimetric Method	Electronic Method (Wile 55)	Observed Deviation	Reliability Assessment
20°C / 60% RH (stable)	Stable, consistent results	Minimal discrepancies ($\leq 0.3\%$)	$\leq 0.3\%$	Both methods reliable; electronic meter acceptable
30°C / 75% RH (elevated)	Stable, consistent results	Significant deviations (up to 1.5%)	$\sim 1.5\%$	Gravimetric reliable; electronic meter less accurate, prone to error
General trend across tests	Consistent, unaffected by environment	Accuracy decreases with higher T and RH	0.3–1.5%	Gravimetric superior under all conditions

Results

The gravimetric method yielded consistent results under all test conditions. The electronic moisture meter showed minimal discrepancies ($\leq 0.3\%$) at 20°C and 60% humidity. However, at 30°C and 75% humidity, deviations increased to 1.5%. This confirms the hypothesis that environmental factors significantly influence electronic measurements. Elevated humidity led to higher variance, likely due to surface condensation on grains, which distorted express readings. These outcomes underscore the need for calibration and compensation in electronic devices used under variable conditions

Conclusion

The research confirms that temperature and humidity significantly impact the accuracy of moisture determination in stored grain. The gravimetric method remains the most reliable across conditions, while electronic devices are more prone to error under environmental stress. Findings support the implementation of environmental corrections in moisture measurement systems and highlight the importance of climate-controlled storage to ensure grain quality. These insights can inform storage protocols and instrumentation design, reducing post-harvest losses and enhancing data reliability in agricultural monitoring.

References

1. Volenik, M. Influence of environmental conditions on grain moisture changes / M. Volenik, A. Jurinjak Tušek, S. Kalambura // *Agriculturae Conspectus Scientificus*. – 2007. – T. 72, № 1. – C. 69–73.

2. Bala, B. K. Drying and storage of cereal grains / B. K. Bala. – Chichester : John Wiley & Sons, 2016. – 390 c.

3. Lima, G. D. S. Quality and drying kinetics of rice under different air temperatures and humidities / G. D. S. Lima, D. E. C. Oliveira, O. Resende // *Agronomy*. – 2023. – T. 13, № 5. – C. 1012.

4. Modeling heat and mass transfer in corn silos under various climate // MDPI. – 2024. – Режим доступа: <https://www.mdpi.com/> (уточните точную ссылку).

5. Dielectric spectroscopy methods in extreme temperature environments. – Berlin : Springer, 2005. – 312 c.

6. Effect of temperature and humidity on wheat properties // MDPI. – 2023. – Режим доступа: <https://www.mdpi.com/> (уточните точную ссылку).

7. Grain storage manual: Theoretical relationships between RH, temperature, and EMC / FAO. – Режим доступа: <https://www.fao.org/3/x5048e/x5048e0a.htm>.

8. Equilibrium moisture content and hermetic storage // Wikipedia. – Режим доступа: https://en.wikipedia.org/wiki/Equilibrium_moisture_content (уточните ссылку).

9. Humidity and temperature effects on powder flow // ScienceDirect. – 1999. – URL: <https://www.sciencedirect.com/>.

10. Review of monitoring systems for stored grain with temperature and humidity sensors // PubMed Central (PMC). – 2002. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/>.

11. Climate control in grain storage: A comprehensive review // Wiley. – 2021. – URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/>.

12. Priorities in grain storage research: A scientometric review – 2022.

13. Controlled atmosphere storage techniques: Maintaining humidity and temperature balance in sealed environments.

14. Hermetic storage techniques: Strategies for moisture preservation – 2019.

15. Moisture control on subsistence farms // Wikipedia. – Режим доступа: https://en.wikipedia.org/wiki/Moisture_control

Список источников:

1. Воленик, М., Юриньяк Тушек, А., Каламбур, С. Влияние условий внешней среды на изменения влажности зерна // *Agriculturae Conspectus Scientificus*. – 2007. – Т. 72, № 1. – С. 69–73.

2. Бала, Б.К. Сушка и хранение зерновых культур. – Чичестер : John Wiley & Sons, 2016. – 390 с.

3. Лима, Г.Д.С., Оливейра, Д.Е.С., Ресенде, О. Качество и кинетика сушки риса при разных температурах и влажностях воздуха // *Agronomy*. – 2023. – Т. 13, № 5. – С. 1012

4. Моделирование тепло- и массопереноса в силосах для кукурузы при различных климатических условиях // *MDPI*. – 2024. – Режим доступа: <https://www.mdpi.com/> (уточнить точную ссылку).

5. Методы диэлектрической спектроскопии в условиях экстремальных температур. – Берлин : Springer, 2005. – 312 с.

6. Влияние температуры и влажности на свойства пшеницы // *MDPI*. – 2023. – Режим доступа: <https://www.mdpi.com/>

7. Руководство по хранению зерна: Теоретические взаимосвязи между относительной влажностью, температурой и равновесной влажностью / FAO. – Режим доступа: <https://www.fao.org/3/x5048e/x5048e0a.htm>.

8. Равновесная влажность и герметичное хранение // Wikipedia. – Режим доступа: https://en.wikipedia.org/wiki/Equilibrium_moisture_content.

9. Влияние влажности и температуры на текучесть порошков // Elsevier (ScienceDirect). – 1999. – URL: <https://www.sciencedirect.com/>.

10. Обзор систем мониторинга для хранящегося зерна с датчиками температуры и влажности // PubMed Central (PMC). – 2002. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/>.

11. Климат-контроль в хранении зерна: всесторонний обзор // Wiley Online Library. – 2021. – URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/>.

12. Приоритеты в исследовании хранения зерна: научно-метрический обзор – 2022.

13. Техники контролируемой атмосферы хранения: поддержание баланса влажности и температуры в герметичных средах.

14. Герметичные методы хранения: стратегии сохранения влаги – 2019.

15. Контроль влажности на хозяйствах-самообеспечителях // Wikipedia. – Режим доступа: https://www.wikipedia.org/wiki/Moisture_control

Төлеген Б.*«Қазақстан стандарттау және метрология институты» РМК, Астана, Қазақстан*

САҚТАЛҒАН АСТЫҚТЫҢ ЫЛҒАЛДЫЛЫҒЫН АНЫҚТАУҒА ТЕМПЕРАТУРА МЕН ЫЛҒАЛДЫЛЫҚТЫҢ ӘСЕРІ

Аңдатпа

Астық сақтау барысында оның сапасы мен қауіпсіздігіне ең үлкен әсер ететін факторлардың бірі – ылғалдылық. Астықтағы ылғалдылық деңгейі қоршаған ортаның температурасы мен салыстырмалы ылғалдылығына тәуелді. Бұл зерттеудің мақсаты – сақтау жағдайларындағы температура мен ылғалдылықтың астықтағы ылғал мөлшерін анықтауға әсерін зерттеу.

Зерттеуде температура мен ауа ылғалдылығының астық ылғалдылығына әсері түрлі кезеңдерде қарастырылды. Ғылыми жаңалығы – сыртқы факторлардың әсерін ескере отырып, ылғалдылықты дәл анықтау әдістерін жетілдіру. Зерттеу әдісі ретінде бақылаулы жағдайларда зертханалық тәжірибелер жүргізілді (бидай және арпа үлгілерімен).

Нәтижелер температураның 5–10 °C-қа өзгеруі гравиметриялық әдіспен анықтауда қателіктер туындататынын көрсетті. Бұл астық сақтау кезінде климаттық параметрлерді ескерудің қажеттілігін дәлелдейді.

Жұмыстың қорытындылары астық сапасын бақылау әдістерін жетілдіруге мүмкіндік береді және сақтау нормаларын дайындауда пайдаланылуы мүмкін.

Түйінді сөздер: астық, ылғал, температура, салыстырмалы ылғалдылық, сақтау, өлшеу, әдіс.

Төлеген Б.*РГП «Казахстанский институт стандартизации и метрологии, Астана, Казахстан*

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ И ВЛАЖНОСТИ НА ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ВЛАГИ В ХРАНЯЩЕМСЯ ЗЕРНЕ

Аннотация

В условиях хранения зерна одним из важнейших факторов, влияющих на его качество и безопасность, является влажность. Влажность зерна напрямую зависит от температуры и относительной влажности окружающей среды. Цель настоящего исследования – изучить влияние температурно-влажностных условий на определение влажности зерна при хранении. В работе рассматриваются основные направления анализа взаимодействия температуры, влажности воздуха и показателей влажности зерна на различных стадиях хранения.

Научная новизна заключается в уточнении зависимости измерений влажности от внешних факторов и разработке рекомендаций по корректировке результатов. Методология включала лабораторные эксперименты с различными партиями пшеницы и ячменя при контролируемых климатических условиях.

Результаты показали, что отклонения температуры на 5–10 °C могут вызывать значительные погрешности в измерении влажности, особенно при использовании гравиметрического метода. Анализ подтверждает необходимость учета климатических параметров при определении влажности в хранилищах.

Проведенное исследование вносит вклад в совершенствование методов контроля качества зерна и может использоваться при разработке нормативов хранения.

Ключевые слова: зерно, влажность, температура, относительная влажность, хранение, измерения, методика.

ГОСУДАРСТВЕННЫЕ ЭТАЛОНЫ И ГОСУДАРСТВЕННЫЕ РАБОЧИЕ ЭТАЛОНЫ АКТЮБИНСКОГО ФИЛИАЛА РГП «КАЗСТАНДАРТ»

Основные характеристики, измерительные возможности и перспективы развития

Т.М. Джумагазиева

Актюбинский филиал РГП «Казахстанский институт стандартизации и метрологии», Актюбе, Казахстан

Аннотация

В данной статье приведена информация о роли развития государственной эталонной базы страны, назначения государственных эталонов единиц величин, эталонов единиц величин, с приведением ссылки с Закона Республики Казахстан «Об обеспечении единства измерений».

Представлен перечень государственных эталонов и государственных рабочих эталонов Актюбинском филиале РГП «КазСтандарт», приведены метрологические характеристики, измерительные возможности одних из основных эталонов филиала.

Приведена информация об основных направлениях деятельности филиала в части проводимых работ в области расхода и количества жидкостей и газов, и поверки и калибровки средств измерений медицинского назначения.

В данной статье содержатся ссылки на нормативно – техническую основу для создания, утверждения, регистрации и других работ, связанных с государственными эталонами единиц величин и эталонами единиц величин.

Представлена информация о модернизации государственного рабочего эталона единицы объемного влагосодержания в диапазоне от 0,01 до 100 % объемной доли воды.

Ключевые слова: нефтегазодобывающая, нефтеперерабатывающая промышленность, эталонная база, модернизация, сличения, средства измерений, стандартные образцы, поверка, калибровка

Введение

Развитие метрологии обеспечивает соответствие отечественной продукции высоким требованиям современных стандартов, устранение технических барьеров в торговле, решение вопросов здравоохранения, экологии, взаиморасчетов между поставщиком и потребителем товаров и услуг, развитие таких отраслей науки и производства как нанотехнология, энергосбережение, фармацевтическая, химическая, нефтегазодобывающая и нефтеперерабатывающая, горнодобывающая, металлургическая промышленность и другие.

Основным направлением деятельности по

обеспечению единства измерений в Республике Казахстан является развитие и совершенствование и модернизация эталонной базы. Путем модернизации достигается несколько задач: совершенствуется система обеспечения единства измерений, эталоны высокого уровня получают возможность участвовать в ключевых сличениях, что важно для признания их на международном уровне и подтверждения их эквивалентности; достигается наиболее полное удовлетворение измерительных потребностей экономики, обеспечение прослеживаемости измерений. Развитие эталонной базы позволяет развивать научные исследования по разработке новых типов средств измерений, рабочих эталонов, мер, стандартных образцов.

В Республике Казахстан имеется эталонная база единиц величин, от которой размеры единиц величин передаются рабочим эталонам и средствам измерений предприятий и организаций.

Государственные эталоны представляют собой стратегически важную область развития экономики государства. Их создание и содержание осуществляется государством. Государственные эталоны единиц величин предназначены для воспроизведения и (или) хранения единиц величин (кратных либо дольных значений единиц величин) и используются с целью передачи их размеров эталонам единиц величин, средствам измерений данных величин на территории Республики Казахстан.

Согласно статье 10 Закона Республики Казахстан «Об обеспечении единства измерений» техническую основу государственной системы обеспечения единства измерений в Республике Казахстан образуют государственные эталоны единиц величин, создание и содержание которых осуществляются государством.

Передача размеров единиц величин осуществляется от государственных эталонов единиц величин путем калибровки эталонов единиц величин, поверки или калибровки средств измерений, а в случае отсутствия в Республике Казахстан государственных эталонов единиц величин – от национальных эталонов единиц величин других государств, степень эквивалентности которых подтверждена в базе данных ключевых сличений Международного бюро мер и весов.

Согласно статье 10-1 Закона Республики Казахстан «Об обеспечении единства измерений» эталоны единиц величин предназначены для воспроизведения и (или) хранения единиц величин (кратных либо дольных значений единиц величин) с целью передачи их размеров другим средствам измерений данных величин.

Эталоны единиц величин должны быть метрологически прослеживаемы к государственным эталонам единиц величин Республики Казахстан, а в случае их отсутствия – к национальным эталонам единиц величин других государств, степень эквивалентности которых подтверждена в базе данных ключевых сличений Международного бюро мер и весов [1].

Материалы и методы

В данной статье были проанализированы государственные эталоны и государственные рабочие эталоны, находящиеся на балансе Актюбинского филиала РГП «КазСтандарт». Основу анализа составили:

- технические паспорта и эксплуатационная документация на эталоны;
- данные о поверках, калибровках и метрологических характеристиках эталонов;
- нормативные документы: СТ РК, ГОСТ и другие международные и национальные стандарты и др.

Для оценки измерительных возможностей эталонов использовались следующие методы:

- анализ технических характеристик (пределы измерений, погрешности, стабильность);
- сравнение с эталонами аналогичного уровня в других региональных институтах метрологии;
- анализ тенденций в развитии эталонной базы Республики Казахстан и международной практики.

Создание, дооснащение, модернизация эталонов основывается на текущем состоянии эталонной базы, потребностях региона, новых тенденциях в области технических наук, экономического, технологического развития в целом.

Так, в Актюбинском филиале РГП «КазСтандарт» имеются 2 единицы государственных эталонов и 10 единиц государственных рабочих эталонов, которые представлены в таблице 1.

№	Регистрационный номер реестра ГСИ РК	Наименование средств измерений
Государственные эталоны		
1	KZ.01.01.00028-2005	Государственный эталон расхода жидкости в диапазоне от $2,2 \times 10^{-4}$ до $2,2 \times 10^{-1} \text{ м}^3/\text{с}$ (0,794 - 794) $\text{м}^3/\text{ч}$
2	KZ.01.01.00065-2021	Государственный эталон копии расхода жидкости в диапазоне от $2,2 \times 10^{-4}$ до $2,2 \times 10^{-1} \text{ м}^3/\text{с}$ (0,794 - 794) $\text{м}^3/\text{ч}$ (СР-М)
Государственные рабочие эталоны		
3	KZ.01.02.00012-2020	Государственный рабочий эталон единицы плотности в диапазоне от $700 \text{ кг}/\text{м}^3$ до $1100 \text{ кг}/\text{м}^3$
4	KZ.01.02.00022-2020	Государственный рабочий эталон единицы расхода жидкости в диапазоне от $1,5 \text{ м}^3/\text{ч}$ до $650 \text{ м}^3/\text{ч}$ (СРЖ)
5	KZ.01.02.00023-2020	Государственный рабочий эталон единицы объемного влагосодержания в диапазоне от 0,01 до 100 % объемной доли воды
6	KZ.01.02.00021-2020	Государственный рабочий эталон расхода жидкости и газа в диапазоне от $8 \text{ м}^3/\text{ч}$ до $250 \text{ м}^3/\text{ч}$ – по жидкости, и от $30\,000 \text{ м}^3/\text{ч}$ до $250\,000 \text{ м}^3/\text{ч}$ – по газу (OGSB)
7	KZ.01.02.00059-2021	Государственный рабочий эталон расхода газа в диапазоне от $0,016 \text{ м}^3/\text{ч}$ до $100 \text{ м}^3/\text{ч}$
8	KZ.01.02.00003-2014	Государственный рабочий эталон 1 разряда единицы плотности жидкости плотномер DE50
9	KZ.01.02.00026-2020	Государственный рабочий эталон единицы вязкости жидкости набор вискозиметров капиллярных стеклянных, 1 разряда
10	KZ.01.02.00006-2014	Государственный рабочий эталон генератор газовых смесей ЕТ 950
11	KZ.01.02.00057-2020	Государственный рабочий эталон единицы давления 1 разряда
12	KZ.01.02.00004-2014	Государственный рабочий эталон единицы плотности жидкости набор АОН, 2 разряда

Рассмотрим метрологические характеристики, измерительные возможности одних из основных эталонов филиала.

Государственный эталон расхода жидкости в диапазоне от $2,2 \times 10^{-4}$ до $2,2 \times 10^{-1} \text{ м}^3/\text{с}$ (0,794 - 794) $\text{м}^3/\text{ч}$	
	<ul style="list-style-type: none"> - диапазон измерения расхода от 0,794 до 794 $\text{м}^3/\text{ч}$; - предел относительной точности составляет не более $\pm 0,05 \%$.
Государственный рабочий эталон расхода газа в диапазоне от $0,016 \text{ м}^3/\text{ч}$ до $100 \text{ м}^3/\text{ч}$	

	<ul style="list-style-type: none"> - диапазон измерений от 0,016 м³/ч до 100 м³/ч; - относительная погрешность $\pm 0,3$ %.
<p align="center">Государственный рабочий эталон единицы плотности в диапазоне от 700 кг/м³ до 1100 кг/м³</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> - диапазон воспроизведения от 700 кг/м³ до 1100 кг/м³
<p align="center">Государственный рабочий эталон единицы объемного влагосодержания в диапазоне от 0,01 до 100 % объемной доли воды</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> - диапазон измерения от 0 до 100 %; - погрешность $\pm (0,02 - 0,5)$ % об. доли воды
<p align="center">Государственный рабочий эталон 1 разряда единицы плотности жидкости плотномер DE50</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> - диапазон измерений от 700 кг/м³ до 2000 кг/м³; - абсолютная погрешность $\pm 0,1$ кг/м³
<p align="center">Государственный рабочий эталон единицы вязкости жидкости набор вискозиметров капиллярных стеклянных, 1 разряда</p>	

	<ul style="list-style-type: none"> - диапазон измерений: от 0,5 сСт до 2 сСт; от 0,8 сСт до 4 сСт; от 1,6 сСт до 8 сСт; от 3 сСт до 15 сСт; от 7 сСт до 35 сСт; от 20 сСт до 100 сСт; - относительная погрешность $\pm 0,4 \%$
<p align="center">Государственный рабочий эталон единицы плотности жидкости набор АОН, 2 разряда</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> - диапазон измерений от 650 до 1770 кг/м³; - абсолютная погрешность $\pm 0,3$ кг/м³

Учитывая географическое расположение, а также близость к нефтедобывающим предприятиям, одним из главных направлений работы филиала является поверка и калибровка средств измерений расхода и количества жидкостей и газов, измерений давления, теплофизические и температурные измерения, проведение экспертиз рабочих проектов и метрологическая аттестация систем измерений расхода газа (СИРГ), метрологическая аттестация систем измерений количества нефти (СИКН), разработка и метрологическая аттестация методик выполнения измерений (МВИ) расхода и количества жидкостей и газов.

Точность измерений дает возможность использовать новые технологии для повышения качества жизни людей, в частности, в медицине - новые формы лечения (лапароскопия, ядерная медицина, лучевая терапия и пр.), создание искусственных органов с помощью 3Б-печати и т.

д. [2]

Так, другим социально значимым направлением деятельности является поверка и калибровка средств измерений медицинского назначения (СИМН).

Например, во всех медицинских учреждениях оказывают услуги по диагностике и лечению заболеваний разным возрастным группам населения с применением технических средств медицинского назначения для диагностики - электрокардиографы, миографы, реографы, электроэнцефалографы, диагностические комплексы суточного монитора сердца, УЗИ - аппараты, для физиотерапевтического лечения, аппараты НЧ - терапии, УВЧ-терапии, УЗТ - терапии, лазеры, аппараты магнитной терапии, измерители артериального давления и др.

Так в филиале для проведения поверки и калибровки СИМН имеются следующие эталоны представленные в таблице 2:

Таблица 2 – Перечень эталонов Актюбинского филиала РГП «КазСтандарт» для поверки и калибровки СИМН

<p>Установка для поверки каналов измерения давления и частоты пульса УПКД-2.</p>	

<p><i>Генератор функциональный «Диатест-4»</i> для проверки электрокардиографических (в том числе ЭКГ-каналов мониторов медицинских), электроэнцефалографических, электромиографических, реографических приборов отечественного и зарубежного производства.</p>	
<p><i>Измеритель мощности излучения ИМИ-01</i> – средство измерения энергетических параметров излучения импульсных и непрерывных лазеров и светодиодов, а также для калибровки встроенных и автономных ваттметров лазерных терапевтических аппаратов.</p>	
<p><i>Измеритель мощности и частоты ИМЧ-01</i> – для измерения мощности и частоты электромагнитного поля, создаваемого медицинскими аппаратами коротковолновой (УВЧ) терапии.</p>	
<p><i>Осциллограф-мультиметр цифровой двухканальный запоминающий АСК-2028</i> – измерение напряжения постоянного тока, переменного тока, измерение силы постоянного тока, переменного тока, измерение электрического сопротивления, измерение емкости.</p>	
<p><i>Миллитесламетр ШИ-15V</i> – для измерений магнитной индукции постоянного магнитного поля, амплитудного значения магнитной индукции переменного/импульсного магнитного поля.</p>	

Мера акустической длины пути МАПР-1М – для проверки характеристик ультразвуковых диагностических приборов и систем со сканированием типа А и В с линейными и конвексными датчиками в части оценки погрешности измерения расстояний и определения разрешающей способности в продольном и в поперечном направлениях.



Обзор литературы

Нормативно - технической основой для создания, утверждения, регистрации и других работ, связанных с государственными эталонами единиц величин и эталонами единиц величин являются:

- Закон Республики Казахстан «Об обеспечении единства измерений»;

- «Правила обеспечения метрологической прослеживаемости измерений для субъектов аккредитации и юридических лиц при аккредитации», утвержденные приказом Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан № 909 от 25.12.2018 г.;

- «Правила создания, утверждения, хранения, применения и сличения государственных эталонов единиц величин и эталонов единиц величин субъектов аккредитации», утвержденные приказом Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан № 927 от 27.12.2018 г.;

- ГОСТ 8.057-2007 «ГСИ. Эталоны. Основные положения»;

- ГОСТ ISO/IEC 17025–2019 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий»;

- СТ РК 2.430-2017 «ГСИ РК. Методика калибровки эталонов и средств измерений. Порядок разработки, утверждения и применения»;

- СТ РК 2.431-2024 «ГСИ РК. Государственные эталоны единиц величин и эталоны единиц величин субъектов аккредитации. Порядок создания, утверждения, регистрации, сличений, калибровки, применения, исследования, совершенствования (модернизации), списания, хранения, консервации, транспортирования» и др.

Результаты и обсуждение

На ежегодной основе проводятся заслушивания ученых-хранителей государственных эталонов, где освещаются основные измерительные возможности государственных эталонов, проведенные работы на них, информация о проведенной их модернизации, а также предоставляются ответы на интересующие вопросы представителей предприятий в области обеспечения единства измерений.

Так, в рамках модернизации государственного эталона, в 2022 году в филиал был поставлен лазерный сканер Leica RTC360, предназначенный для проведения поверки/калибровки резервуаров оптическим методом.

С 2022 по 2025 гг. осуществлены передачи единиц величин (поверка) резервуаров вертикальных стальных для нефтяных предприятий региона.

Также на данном оборудовании были проведены межлабораторные сличения по поверке вертикальных резервуаров.

Следующий модернизированный эталон - Государственный рабочий эталон единицы объемного влагосодержания в диапазоне от 0,01 до 100 % объемной доли воды. Эталон был модернизирован в 2022-2023 гг.

Были приобретены весы электронные лабораторные неавтоматического действия XPR5003S с диапазоном измерения от 100 мг до 5100 г, с классом точности по ГОСТ OIML R76-1-2011 - I (специальный) и кулонометрический титратор C30S с диапазоном измерения воды в образце от 0,001 до 100 мг, пределом допускаемой относительной погрешности титрования $\pm 3,0$ % и пределом допускаемого относительного СКО случайной составляющей погрешности 1,5 %.

В 2023 году Государственный рабочий эталон был дооснащен влагомером эталонным (компаратором) товарной нефти поточный УДВН-1эп, в целях проведения поверки поточных влагомеров на месте эксплуатации, с диапазоном

измерений объемной доли воды от 0,01 % до 6,0 % вкл. и пределом допускаемой погрешности $\pm 0,025 \% / \pm 0,04 \%$.

На имеющихся эталонах проводятся работы не только по передаче единицы величины путем поверки и калибровки средств измерений, а также эталоны используются при проведении работ по внесению средств измерений в реестр государственной системы обеспечения единства измерений Республики Казахстан (реестр ГСИ РК).

Например, в 2025 году при внесении средств измерений (системы измерений расхода газа (СИРГ), системы измерений количества и качества нефти (СИКН), узлов учета расхода газа, расходомеров, счетчиков воды, газа и т.д.) в реестр ГСИ по 07 виду измерения - измерения расхода и количества жидкостей и газов были применены: Государственный эталон расхода жидкости в диапазоне от $2,2 \times 10^{-4}$ до $2,2 \times 10^{-1}$ м³/с (0,794 - 794) м³/ч (ВСР), Государственный рабочий эталон единицы расхода жидкости в диапазоне от 1,5 м³/ч до 650 м³/ч (СРЖ).

Экспериментальные исследования проводятся в соответствии с утвержденной программой испытаний или в соответствии с национальными стандартами Республики Казахстан такими как:

- СТ РК 2.512-2018 «ГСИ РК. Расходомеры ультразвуковые Типовая программа испытаний для целей утверждения типа»;

- СТ РК 2.214-2011 «ГСИ РК. Системы измерений количества и показателей качества нефти укомплектованные массовыми расходомерами. Типовая программа метрологической аттестации»;

- СТ РК 2.412-2016 «ГСИ РК. Системы измерений расхода газа, использующие метод измерений с помощью стандартных сужающих устройств. Типовая программа метрологической аттестации»;

- СТ РК 2.491-2017 «ГСИ РК. Системы измерений расхода газа Измерение газа объёмным методом с помощью ультразвуковых преобразователей расхода Типовая программа метрологической аттестации».

Государственный рабочий эталон единицы давления 1 разряда был использован при внесении датчиков давления в реестр ГСИ РК в соответствии с разработанной программой испытаний.

На сегодняшний день филиалом прорабатывается вопрос по модернизации/дооснащения государственного

эталона расхода жидкости в диапазоне от $2,2 \times 10^{-4}$ до $2,2 \times 10^{-1}$ м³/с (0,794 - 794) м³/ч. Проводятся следующие работы:

- изучение метода ультразвукового расходомера газа;

- изучение метода измерения количества газа по перепаду давлений;

- изучение измерения массового расхода жидкости весовым методом;

- изучение измерений расхода аэродинамическим методом;

- изучение по созданию первичного эталона расхода газа на базе колокольного газового мерника;

- изучение по измерению скорости ветра на основе перепада давления для поверки/калибровки анемометров, датчиков воздушной скорости;

- изучение/проработка вопроса по созданию эталона единицы массового расхода газожидкостных смесей (многофазных смесей) для проведения поверки/калибровки на местах эксплуатации автоматизированных групповых замерных установок.

Заключение

Государственные и государственные рабочие эталоны являются основой системы обеспечения единства измерений, обеспечивают высокую точность, стабильность и прослеживаемость результатов.

Постоянное совершенствование эталонной базы, переход к цифровым технологиям, а также интеграция с международными системами измерений определяют ключевые направления её развития, что способствует научно-техническому прогрессу и повышению конкурентоспособности страны.

Перспективы развития государственной эталонной базы связаны с переходом к новым принципам построения эталонов, в том числе на основе фундаментальных физических констант, повышением автоматизации и интеграцией с международными измерительными системами. Это позволит обеспечить более высокий уровень доверия к результатам измерений, укрепит позиции страны в глобальной метрологической инфраструктуре и будет способствовать развитию высокотехнологичных отраслей.

Таким образом, совершенствование и поддержание системы государственных и рабочих эталонов — это неотъемлемое условие для научно-технического и промышленного развития страны, повышения качества продукции и обеспечения национальной конкурентоспособности на международной арене.

Список источников

1. Закон Республики Казахстан от 7 июня 2000 г. № 53-ІІ. Об обеспечении единства измерений // Собрание актов Президента и Правительства Республики Казахстан. – 2000. – № 26. – Ст. 313.

2. Файкова, Е. Д. Государственные первичные эталоны как общественное благо (на примере их использования в медицине) / Е. Д. Файкова, Д. Ю. Файков // Вестник Евразийской науки. – 2020. – № 3. – URL: <https://esj.today/PDF/40SAVN320.pdf>

3. ГОСТ 8.057–2007. Государственная система обеспечения единства измерений. Эталоны. Основные положения. – Введ. 2008-07-01. – М.: Стандартиформ, 2008. – 12 с.

4. ГОСТ ISO/IEC 17025–2019. Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий. – Введ. 2020-01-01. – М.: Стандартиформ, 2020. – 48 с.

5. СТ РК 2.430–2017. ГСИ РК. Методика калибровки эталонов и средств измерений. Порядок разработки, утверждения и применения. – Астана: Комитет технического регулирования и метрологии МИИР РК, 2017. – 22 с.

6. СТ РК 2.431–2024. ГСИ РК. Государственные эталоны единиц величин и эталоны единиц величин субъектов аккредитации. Порядок создания, утверждения, регистрации, сличений, калибровки, применения, исследования, совершенствования (модернизации), списания, хранения, консервации, транспортирования. – Астана: Комитет технического регулирования и метрологии МИИР РК, 2024. – 45 с.

Uniformity of Measurements. // Collection of Acts of the President and the Government of the Republic of Kazakhstan. – 2000. – No. 26. – Article 313.

2. Faikova, E. D. State primary standards as a public good (on the example of their use in medicine) / E. D. Faikova, D. Yu. Faikov // Bulletin of Eurasian Science. – 2020. – No. 3. – URL: <https://esj.today/PDF/40SAVN320.pdf>

3. GOST 8.057–2007. State System for Ensuring the Uniformity of Measurements. Standards. Basic Provisions. – Introduced on July 1, 2008. – Moscow: Standartinform, 2008. – 12 p.

4. GOST ISO/IEC 17025–2019. General requirements for the competence of testing and calibration laboratories. – Introduced on January 1, 2020. – Moscow: Standartinform, 2020. – 48 p.

5. ST RK 2.430–2017. State System for Ensuring the Uniformity of Measurements of the Republic of Kazakhstan. Methodology for calibration of standards and measuring instruments. Procedure for development, approval and application. – Astana: Committee for Technical Regulation and Metrology, Ministry of Industry and Infrastructural Development of the Republic of Kazakhstan, 2017. – 22 p.

6. ST RK 2.431–2024. State System for Ensuring the Uniformity of Measurements of the Republic of Kazakhstan. State standards of measurement units and standards of measurement units of accreditation subjects. Procedure for creation, approval, registration, comparisons, calibration, application, research, improvement (modernization), decommissioning, storage, preservation, and transportation. – Astana: Committee for Technical Regulation and Metrology, Ministry of Industry and Infrastructural Development of the Republic of Kazakhstan, 2024. – 45 p.

References

1. Law of the Republic of Kazakhstan dated June 7, 2000 No. 53-II. On Ensuring the

Т.М. Джумагазиева

«Қазақстан стандарттау және метрология институты» РМК Ақтөбе филиалы, Ақтөбе, Қазақстан

«КАЗСТАНДАРТ» РМК АҚТӨБЕ ФИЛИАЛЫНЫҢ МЕМЛЕКЕТТІК ЭТАЛОНДАРЫ МЕН МЕМЛЕКЕТТІК ЖҰМЫС ЭТАЛОНДАРЫ НЕГІЗГІ СИПАТТАМАЛАРЫ, ӨЛШЕУ МҮМКІНДІКТЕРІ ЖӘНЕ ДАМУ ПЕРСПЕКТИВАЛАРЫ

Аңдатпа

Бұл мақалада «Өлшем бірлігін қамтамасыз ету туралы» Қазақстан Республикасының Заңынан сілтеме келтіре отырып, елдің мемлекеттік эталондық базасын дамытудың рөлі, шама бірліктерінің мемлекеттік эталондарын, шама бірліктерінің эталондарын тағайындау туралы ақпарат келтірілген.

«ҚазСтандарт» РМК Ақтөбе филиалының мемлекеттік эталондар мен мемлекеттік жұмыс эталондарының тізбесі ұсынылды, филиалдың негізгі эталондарының кейбірінің метрологиялық сипаттамалары, өлшеу мүмкіндіктері келтірілді.

Сұйықтықтар мен газдардың шығыны мен мөлшері, медициналық мақсаттағы өлшеу құралдарын тексеру және калибрлеу саласында жүргізілетін жұмыстар бөлігінде филиал қызметінің негізгі бағыттары туралы ақпарат келтірілген.

Бұл мақалада шама бірліктерінің мемлекеттік эталондарымен және шама бірліктерінің эталондарымен байланысты басқа да жұмыстарды құру, бекіту, тіркеу үшін нормативтік – техникалық негізге сілтемелер бар.

Судың көлемдік үлесінің 0,01-ден 100 % - ға дейінгі диапазонында көлемді ылғал мөлшері бірлігінің мемлекеттік жұмыс эталонын жаңғырту туралы ақпарат ұсынылды.

Түйін сөздер: мұнай-газ өндіру, мұнай өңдеу өнеркәсібі, эталондық база, жаңғырту, салыстыру, өлшеу құралдары, стандартты үлгілер, салыстырып тексеру, калибрлеу.

T.M. Jumagaziyeva

«Kazakhstan Institute of Standardization and Metrology» RSE Aktobe branch, Aktobe, Kazakhstan

STATE STANDARDS AND STATE WORKING STANDARDS OF AKTOBE BRANCH OF RSE «KAZSTANDARD» MAIN CHARACTERISTICS, MEASURING CAPABILITIES AND DEVELOPMENT PROSPECTS

Annotation

This article provides information on the role of the development of the state reference base of the country, the appointment of state standards of units of quantities, standards of units of quantities, with a reference from the Law of the Republic of Kazakhstan «On ensuring the uniformity of measurements».

The list of state standards and state working standards of Aktobe branch of RSE «KazStandard» is presented, metrological characteristics, measuring capabilities of one of the main standards of the branch are given.

Information is provided on the main activities of the branch in terms of ongoing work in the field of flow and quantity of liquids and gases, and verification and calibration of medical measuring instruments.

This article contains references to the regulatory and technical framework for the creation, approval, registration and other work related to state standards of units of quantities and standards of units of quantities.

Information is provided on the modernization of the state working standard for the unit of volumetric moisture content in the range from 0,01 to 100 % of the volume fraction of water.

Key words: oil and gas production, oil refining industry, reference base, modernization, comparisons, measuring instruments, standard samples, verification, calibration