

S tandardization
M etrology
A ccreditation
R egulation
T rade

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

SMART

№ 2 (92), 2025 / ISSN 2522-1744

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ
АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ
ПОДХОДОВ К
ОЦЕНКЕ
НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ
РЕЗУЛЬТАТОВ
ИЗМЕРЕНИЙ**

СОДЕРЖАНИЕ

Исмаилова Г.Б. СООТВЕТСТВИЕ ФЕРМЕРСКИХ ТЕПЛИЦ НАЦИОНАЛЬНОМУ СТАНДАРТУ КАК КЛЮЧ К ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОДДЕРЖКЕ (СТ РК 3834-2023 «ТЕПЛИЦЫ ФЕРМЕРСКИЕ. ОБЩИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ»)	2
Ерханат А.Х., Шаихов Р.О., Калинин Е.А. УГЛЕРОДНЫЙ СЛЕД: КАК ИЗБЕЖАТЬ РИСКОВ И ИЗВЛЕЧЬ ВЫГОДУ? СТАНДАРТИЗАЦИЯ УГЛЕРОДНОГО СЛЕДА	6
Жаксылыкова И.Б. ОСОБЕННОСТИ ЭКСПОРТА ПРОДУКЦИИ В ТУРЦИЮ: ПИЩЕВАЯ ПРОДУКЦИЯ	18
Есентасов Б.К. НЕОПРЕДЕЛЁННОСТЬ ИЗМЕРЕНИЙ УРОВНЕМЕРОВ	27
Мергенова Ж. М. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ПОДХОДОВ К ОЦЕНКЕ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ	32
Рахадинова А.Б. ВЫПУСК В ОБРАЩЕНИЕ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ: ЗАКОНОДАТЕЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН	41
Ізбас С. Қ. ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ ПРИ ПОВЕРКЕ/КАЛИБРОВКЕ ИЗМЕРИТЕЛЕЙ СОДЕРЖАНИЯ ВОДЫ В НЕФТЕПРОДУКТАХ	46
Дуйсебаева К.К., Бекенова Д.С. ВЛИЯНИЕ ПЕРЕОПРЕДЕЛЕНИЯ КЕЛЬВИНА НА РАБОТУ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭТАЛОНА ЕДИНИЦЫ ТЕМПЕРАТУРЫ	53
Sattybaeva K.Z. THEORETICAL AND APPLIED ASPECTS OF DEVELOPING A METHODOLOGY FOR ANALYZING THE STATE OF MEASUREMENTS AND FORECASTING MEASUREMENT NEEDS FOR THE SECTORS OF THE ECONOMY OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN	58
Sattybaeva K.Z. DEVELOPMENT OF A METHODOLOGY FOR ANALYZING THE STATE OF MEASUREMENTS AND FORECASTING THE NEEDS FOR MEASUREMENTS FOR THE ECONOMIC SECTORS OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN, TAK-ING INTO ACCOUNT INTERNATIONAL EXPERIENCE	51

SMART – научно-технический журнал
Издается с мая 2001 г. / № 2 (92) 2025 г.
ISSN 2522-1744

Учредитель:

Республиканское государственное предприятие
«Казахстанский институт стандартизации и метрологии»

Состав редакционного совета

научно-технического журнала «SMART»

Председатель редакционного совета

Байхожаева Бахыткуль Узаковна

Заведующая кафедрой «Стандартизация сертификация и метрология» НАО «Евразийский Национальный университет имени Л.Н. Гумилева»

Члены редакционного совета

Абсеитов Ерболат Тлеусеитович

И.о. Доцента кафедры «Стандартизация сертификация и метрология» НАО «Евразийский Национальный университет имени Л.Н. Гумилева», кандидат технических наук (по согласованию)

Аймагамбетова Раушан Жанатовна

Заместитель руководителя Департамента стратегического развития и науки Казахстанского института стандартизации и метрологии, магистр технических наук, исследователь (по согласованию)

Ережеп Дархан Есейұлы

Кандидат технических наук, PhD, заведующий кафедры Стандартизации, сертификации и метрологии КазНИТУ им.К.И.Сатпаева (по согласованию)

Ибраев Марат Кирымбаевич

Декан химического Факультета Карагандинского Университета им.академика Е.А Букетова, профессор-исследователь доктор химических наук (по согласованию)

Конканов Марат Джуматаевич

НАО «Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева»

Мехтиев Али Джаваширович

Доцент кафедры «Эксплуатации электрооборудования» НАО «Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина», кандидат технических наук, ассоциированный профессор (по согласованию)

Ратушная Татьяна Юрьевна

Декан Факультета инженерии и цифровых технологий НАО «Северо-Казахстанский университет имени М. Козыбаева», доктор PHD, доцент (по согласованию)

Стукач Олег Владимирович

Московский институт электроники и математики НИУ ВШЭ, доктор технических наук (по согласованию)

Главный редактор

Әбілда Айдар Асқарұлы

Заместитель генерального директора РГП «Казахстанский институт стандартизации и метрологии»

Ответственный секретарь

Абубакирова Асель

Специалист Департамента научно-исследовательской работы и обучения РГП «Казахстанский институт стандартизации и метрологии»

Свидетельство о регистрации:

№ KZ70VPY00037472 от 8 июля 2021 года,
выданное Министерством информации
и общественного развития
Республики Казахстан

Адрес редакции:

Республика Казахстан,
010000, г. Астана, пр. Мәңгілік Ел, 11,
e-mail: info@ksm.kz
тел.: +7/7172/ 28-29-29

Перепечатка опубликованных в журнале материалов допускается только с разрешения редакции.

При использовании материалов ссылка на журнал обязательна. Корректорская версия статьи авторам не высылается.

Точка зрения автора может не совпадать с мнением редакции. Редакция не несет ответственности за достоверность рекламной информации.

Печать журнала по требованию.

Соответствие фермерских теплиц национальному стандарту как ключ к государственной поддержке (СТ РК 3834-2023 «Теплицы фермерские. Общие технические требования»)

Исмаилова Г.Б.

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

Аннотация

Развитие тепличного хозяйства в Казахстане требует единых технических ориентиров, обеспечивающих устойчивость, энергоэффективность и безопасность конструкций. Введение национального стандарта СТ РК 3834-2023 стало важным шагом в систематизации требований к фермерским теплицам. В статье рассматривается значение стандарта как инструмента повышения качества, экономической устойчивости и как необходимое условие для получения мер государственной поддержки. Приводятся данные по поддержке отрасли, рассматриваются примеры практических выгод для фермеров.

Ключевые слова: Теплицы, СТ РК 3834-2023, стандартизация, государственная поддержка, агропромышленный комплекс, энергоэффективность

Введение

В условиях глобальных вызовов – изменения климата, нарушения логистических цепочек поставок и инфляции на мировых рынках продовольствия – Казахстан, как и многие другие страны, усиливает акцент на внутренние источники продовольственной стабильности. Особую роль в этом процессе играют **фермерские теплицы**, которые позволяют обеспечивать круглогодичное производство свежих овощей и зелени, снижая сезонную зависимость от импорта.

В последние годы в Казахстане наблюдается устойчивый рост спроса на тепличную продукцию. Однако, несмотря на это, уровень технической оснащенности большей части теплиц остается недостаточным. По экспертным оценкам, до 70% малых и средних тепличных хозяйств (площадью от 200 до 3 000 м²) не соответствуют современным санитарным, инженерным и энергоэффективным требованиям. Это снижает их урожайность, повышает себестоимость продукции и ограничивает доступ к инвестициям и мерам государственной поддержки.

СТ РК 3834-2023: стандартизация как

точка роста

В ответ на необходимость систематизации и унификации технических подходов и повышения качества тепличных объектов в 2023 году был разработан национальный стандарт СТ РК 3834-2023 «Теплицы фермерские. Общие технические требования». Разработка стандарта велась с участием профильных научных институтов, Ассоциации тепличников Казахстана, экспертов в области тепличных технологий.

Стандарт вступил в силу с 1 мая 2023 года и стал обязательной технической основой для получения государственных субсидий в сфере тепличного овощеводства.

Стандарт охватывает полный жизненный цикл теплиц – от проектирования и строительства до эксплуатации и модернизации, включая требования к безопасности, энергоэффективности и устойчивости к внешним воздействиям.

Ключевые положения стандарта

- **Классификация теплиц** – по типу конструкции, материалам и назначению.

- **Технические требования к несущим конструкциям** – устойчивость к нормативным ветровым и снеговым нагрузкам, герметичность и теплоизоляция.

- **Инженерные системы** – вентиляция, искусственное освещение, полив и отопление в зависимости от климатической зоны.

- **Энергоэффективность и автоматизация** – использование современных покрытий, систем автоматизации, применение тепловых экранов, LED-освещение.

В 2024 году были внесены изменения в национальный стандарт. Эти изменения касаются расширения классификации фермерских теплиц по материалу покрытия и уточнения требований к проектированию пленочных теплиц с термоизоляционным полотном (покрывалом).

Целью данных изменений является повышение энергоэффективности теплиц, снижение теплопотерь и обеспечение устойчивого производства сельскохозяйственной продукции в межсезонный период.

Соответствие стандарту – условие для получения господдержки

Согласно механизмам государственной поддержки, утвержденным Министерством сельского хозяйства, приоритет при предоставлении субсидий, льготного финансирования и инвестиционных преференций отдается проектам, соответствующим национальным стандартам.

Основные меры поддержки включают:

- Инвестиционные субсидии – возмещение до 30% от капитальных затрат на строительство или модернизацию теплиц.
- Субсидирование коммунальных расходов – на оплату электроэнергии, газа и угля в межсезонный период.
- Льготное кредитование – снижение процентных ставок и форвардные закупки.

При этом ключевым критерием доступа к этим

мерам становится соответствие технической документации и построенных объектов требованиям национальных стандартов, в том числе СТ РК 3834-2023. Наличие соответствия может подтверждаться техническим отчетом или заключением о соответствии, выданным аккредитованной организацией.

По подсчетам экспертов, общий объем выплат фермерам, владеющим теплицами, в рамках государственных программ субсидирования в 2023 году превысил 900 млн тенге, при этом основная часть средств пришлась на южные регионы страны.

Практические выгоды для фермеров

Внедрение требований национального стандарта – это не только путь к господдержке, но и реальный инструмент повышения устойчивости хозяйства, позволяющий:

- Увеличить урожайность до 30% за счет оптимизации микроклимата;
- Сократить потери до 20% в результате улучшения теплоизоляции и вентиляции;
- Снизить расходы на энергоресурсы до 25% при использовании современных покрытий и автоматизированных систем;
- Упростить доступ к государственным программам;
- Повысить инвестиционную привлекательность тепличного хозяйства и выйти на экспорт.

По данным Бюро национальной статистики РК, валовой сбор овощей в закрытом грунте в организованных тепличных хозяйствах за прошлый год вырос на 7,3%, достигнув 166,9 тыс. тонн. Основной вклад внесли хозяйства Туркестанской области, на долю которых приходится около 70% всей площади теплиц в стране.



Заключение

СТ РК 3834-2023 – это не просто набор технических требований, а системный инструмент развития тепличного сектора. Он создает понятные и измеримые критерии качества, повышает устойчивость хозяйств и открывает доступ к государственным и частным инвестициям. В условиях продовольственной и климатической турбулентности – это основа технологического и экономического обновления всего направления фермерского тепличного производства.

Список источников

СТ РК 3834-2023 Теплицы фермерские. Общие технические требования.

References

ST RK 3834-2023 Farm greenhouses. General technical requirements.

Исмаилова Г.Б.

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

**МЕМЛЕКЕТТІК ҚОЛДАУДЫҢ КІЛТІ РЕТІНДЕ ФЕРМЕРЛІК ЖЫЛЫЖАЙЛАРДЫ
ҰЛТТЫҚ СТАНДАРТҚА СӘЙКЕСТЕНДІРУ (ҚР СТ 3834-2023 «ФЕРМЕРЛІК
ЖЫЛЫЖАЙЛАР. ЖАЛПЫ ТЕХНИКАЛЫҚ ТАЛАПТАР»)**

Аңдатпа

Қазақстанда жылыжай шаруашылығын дамыту құрылымдардың тұрақтылығын, энергия тиімділігін және қауіпсіздігін қамтамасыз ететін бірыңғай техникалық бағдарларды талап етеді. ҚР СТ 3834-2023 ұлттық стандартын енгізу фермерлік жылыжайларға қойылатын талаптарды жүйелеудегі маңызды қадам болды. Мақалада стандарттың сапасын арттыру құралы ретінде және мемлекеттік қолдау шараларын алудың негізі ретінде маңыздылығы қарастырылады. Саланы қолдау туралы мәліметтер келтірілген, фермерлер үшін практикалық артықшылықтардың мысалдары қарастырылған.

Түйінді сөздер: жылыжайлар, ҚР СТ 3834-2023, стандарттау, мемлекеттік қолдау, агроөнеркәсіптік кешен, энергия тиімділігі.

Ismailova G.B..

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

MEASUREMENT UNCERTAINTY OF LEVEL GAUGES

Abstract

The development of greenhouse farming in Kazakhstan requires common technical guidelines that ensure the sustainability, energy efficiency and safety of structures. The introduction of the national standard ST RK 3834-2023 has become an important step in systematizing the requirements for farm greenhouses. The article examines the importance of the standard as a quality improvement tool and as a basis for obtaining government support measures. Data on industry support is provided, and examples of practical benefits for farmers are considered.

Keywords: Greenhouses, ST RK 3834-2023, standardization, state support, agro-industrial complex, energy efficiency.

УГЛЕРОДНЫЙ СЛЕД: КАК ИЗБЕЖАТЬ РИСКОВ И ИЗВЛЕЧЬ ВЫГОДУ? СТАНДАРТИЗАЦИЯ УГЛЕРОДНОГО СЛЕДА

Ерханат А.Х., Шаихов Р.О., Калинин Е.А.

ОЮЛ «Союз Верификаторов «ETS KZ VERIFIERS», ТОО «ЭКО-Астана НР», Астана, Казахстан

Аннотация

В условиях усиливающегося международного и национального климатического регулирования расчёт углеродного следа продукции (УСП) приобретает стратегическое значение для компаний, стремящихся не только к соблюдению требований отчётности, но и к формированию устойчивых конкурентных преимуществ. Настоящее исследование посвящено анализу рисков и выгод, связанных с расчётом и стандартизацией УСП, а также оценке его потенциала как инструмента экологического и рыночного управления. Объектом исследования выступает углеродный след продукции, а предметом — его влияние на регуляторные и рыночные аспекты деятельности предприятий. В работе рассматриваются международные и национальные стандарты, а также эмпирические и теоретические исследования, посвящённые восприятию УСП со стороны потребителей, инвесторов и регуляторов. Выводы подтверждают, что корректный расчёт и прозрачная отчётность по УСП позволяют снизить регуляторные и репутационные риски, выявить углеродоёмкие стадии жизненного цикла продукции и повысить привлекательность компании в условиях ужесточения экологического регулирования (например, механизм трансграничного углеродного регулирования, СВАМ). Кроме того, УСП — это не только универсальный показатель экологичности, но и специализированный инструмент, эффективность которого зависит от цели применения, уровня стандартизации и способности к верификации. Результаты исследования могут быть использованы компаниями для интеграции УСП в климатическую и маркетинговую стратегию, а также в целях подготовки к новым требованиям международной торговли.

Ключевые слова: углеродный след продукции (УСП), парниковые газы, ISO 14067, климатическая отчётность, жизненный цикл продукции (LCA), экологическая маркировка.

Введение

В условиях ужесточения международных требований к раскрытию климатической информации, связанных с реализацией Парижского соглашения и механизмов трансграничного углеродного регулирования (СВАМ), учёт и снижение углеродного следа становятся стратегически важными задачами для компаний. Углеродный след (carbon footprint) может быть рассчитан как на уровне отдельной продукции, так и на уровне всей организации. Однако в данной статье мы ограничимся рассмотрением углеродного следа продукции (УСП), так как именно его стандартизация играет ключевую роль в обеспечении доступа товаров на международные рынки и формировании

конкурентных преимуществ.

Актуальность темы обусловлена прежде всего введением СВАМ в Европейском союзе, который предъявляет строгие требования к импортируемым товарам по раскрытию информации о выбросах парниковых газов, образующихся в процессе их производства. С 2026 года, согласно регламенту ЕС 2023/956, все компании, экспортирующие продукцию в ЕС, должны подтверждать точность расчёта и отчётности углеродного следа своей продукции, что напрямую влияет на возможность выхода и закрепления на европейском рынке. Аналогичные тенденции наблюдаются в США, Великобритании и других развитых странах, что подтверждает практическую значимость вопроса о стандартизации расчётов углеродного следа

продукции.

В Республике Казахстан, в рамках национальной климатической политики и цели достижения углеродной нейтральности к 2060 году, ужесточается регулирование выбросов парниковых газов. Ключевую роль здесь играет развитие национальной Системы торговли выбросами (СТВ), которая направлена на установление минимальной цены на углерод, совершенствование мониторинга и верификации выбросов, развитие рынка углеродных офсетов и запуск аукционов углеродных единиц. Важную поддержку Казахстану оказывает международное Партнерство по осуществлению рынка, помогающее внедрить эффективные механизмы ценообразования углеродных выбросов.

Несмотря на важность этой темы, казахстанские компании могут воспринимать расчёт углеродного следа продукции лишь как регуляторную обязанность, не используя его как возможность минимизировать риски и повысить свою уникальность.

Объектом исследования является углеродный след продукции как инструмент управления экологической и рыночной устойчивостью.

Предметом исследования выступают риски и выгоды, связанные с расчётом и стандартизацией углеродного следа продукции в условиях международного и национального климатического регулирования.

Цель исследования заключается в том, чтобы проанализировать, как расчёт углеродного следа влияет на риски и возможности компаний, и как его можно использовать не только для соблюдения требований, но и для получения рыночных преимуществ.

Гипотеза исследования состоит в том, что расчёт углеродного следа продукции при корректном выборе подхода и его интеграции в бизнес-стратегию позволяет снизить регуляторные и репутационные риски, а также повысить рыночную ценность и экспортный потенциал продукции.

Научная значимость работы заключается в уточнении роли углеродного следа продукции как инструмента оценки климатических рисков и стратегического позиционирования, а также в систематизации существующих подходов к его расчёту в международной и казахстанской практике.

Практическая значимость исследования заключается в формулировании рекомендаций

для казахстанских предприятий по использованию расчёта углеродного следа продукции в качестве инструмента управления климатическими рисками и усиления конкурентных позиций на внутреннем и внешнем рынке.

Материалы и методы

Материалами исследования послужили международные стандарты и методические документы (GHG Protocol, ISO 14067: 2018, ISO 14067: 2018), нормативно-правовая база Республики Казахстан, аналитические отчёты и доклады, научные статьи и публикации, посвящённые проблематике углеродного следа продукта и климатической отчётности. Исследование направлено на анализ рисков и выгод, связанных с расчётом углеродного следа продукции в условиях международного и национального климатического регулирования.

Вопрос исследования: какие риски и рыночные преимущества для предприятий создаёт расчёт углеродного следа продукции?

Гипотеза: корректное применение существующих методик расчёта углеродного следа позволяет не только соответствовать требованиям регулирования, но и повысить рыночную ценность продукции.

Этапы исследования включали:

- 1) Анализ терминов и структуры понятийного аппарата;
- 2) Обзор и сравнительный анализ нормативных и методических источников;
- 3) Обзор литературы;
- 4) Систематизация рисков и выгод, связанных с расчётом углеродного следа продукции.

Для исследования были использованные такие методы как сравнительно-аналитический метод, обзор научных публикаций, структурно-логический подход.

Результаты представлены в виде аналитического обобщения существующих рисков и выгод, с акцентом на возможности их применения в климатической и рыночной стратегии предприятий.

Обзор литературы

Finkbeiner, Matthias. 2009. “Carbon Footprinting—Opportunities and Threats.” *The International Journal of Life Cycle Assessment* 14(2): 91–94. <https://doi.org/10.1007/s11367-009-0064-x>.

В работе М. Finkbeiner (2009) рассматриваются ключевые аспекты концепции углеродного следа продукции (Carbon Footprint of Product, УСП) как инструмента климатической оценки и

коммуникации. Автор подчёркивает, что УСП по своей сути не является новым научным индикатором, поскольку представляет собой количественную характеристику категории глобального потепления (Global Warming Potential, GWP), применяемую в рамках анализа жизненного цикла (Life Cycle Assessment, LCA). Однако в последние годы УСП стал рассматриваться как самостоятельная и широко применяемая метрика в рыночной и управленческой практике.

Рост интереса к углеродному следу привёл к появлению различных инициатив и нормативных документов, включая стандарт ISO 14067, спецификацию PAS 2050, а также соответствующие стандарты в рамках GHG Protocol, разработанные Институтом мировых природных ресурсов (WRI) и Всемирным деловым советом по устойчивому развитию (WBCSD). Кроме того, были реализованы национальные проекты в ряде стран, включая Японию, Южную Корею, Германию и Новую Зеландию. Все перечисленные инициативы направлены на удовлетворение рыночного спроса на достоверную и сопоставимую информацию о климатических характеристиках продукции.

Несмотря на активное развитие практики расчёта УСП, автор подчёркивает наличие значительных методологических затруднений и неопределённостей. Среди ключевых вопросов, требующих разрешения, он выделяет: выбор перечня учитываемых парниковых газов (по протоколу Киото или IPCC), включение или исключение стадии использования продукции, установление системных границ и порогов значимости, порядок учёта компенсационных механизмов (offsets), выбор между процессно-ориентированными и финансовыми источниками данных, принципы распределения выбросов между совместно производимыми продуктами, а также учёт капитальных товаров, хранения углерода, изменения землепользования и потребления возобновляемой электроэнергии.

Особое внимание в статье уделяется рассмотрению углеродного следа как возможного упрощённого входного инструмента для продвижения жизненно-циклического мышления в деловой практике. Автор указывает, что хотя УСП охватывает лишь одну категорию экологического воздействия, его использование в корпоративной отчётности и маркетинговой коммуникации может способствовать популяризации принципов LCA. В то же время

подчеркивается, что УСП не следует воспринимать как полноценную альтернативу полному жизненному анализу, а его интерпретация требует предельной научной строгости и осведомлённости о методологических ограничениях.

Таким образом, работа Finkbeiner (2009) позволяет сделать вывод о том, что углеродный след продукции представляет собой перспективный, но ограниченный по охвату инструмент оценки климатической эффективности продукции. Его практическая значимость заключается в простоте и рыночной применимости, однако для обеспечения корректного использования необходима дальнейшая стандартизация, совершенствование методологии и соблюдение научной добросовестности при интерпретации полученных результатов.

Schmidt, Mario. 2009. "Carbon Accounting and Carbon Footprint – More Than Just Diced Results?" *International Journal of Climate Change Strategies and Management* 1(1): 19–30. <https://doi.org/10.1108/17568690910934372>.

В работе Schmidt (2009) рассматриваются основные подходы и проблемы, связанные с расчётом углеродного следа продукции и корпоративным учётом выбросов парниковых газов (carbon accounting). Автор подчёркивает, что интерес к этим инструментам усилился на фоне общественного запроса на климатически ответственное потребление и внедрение маркировки продукции по показателю углеродного следа. Статья направлена на критическое рассмотрение методологических и практических вопросов, возникающих при попытке количественно оценить климатическое воздействие продукции в рамках цепочек поставок.

Автор (2009) подчёркивает, что методологический подход к расчёту углеродного следа не может быть универсальным и должен выбираться в зависимости от целей применения результатов. Ключевой вопрос, который должен предшествовать выбору метода: для чьего решения предназначена информация и какие решения она должна поддерживать? От ответа на этот вопрос зависит допустимый уровень упрощения, точности и методологической строгости.

Для внутрикорпоративного управления автор рекомендует отойти от традиционного продуктового фокуса и сосредоточиться на анализе компании и её цепочек поставок. Такой подход может базироваться на регулярных оценках совокупной эмиссионной интенсивности как по

собственным операциям, так и по поставщикам. Этот формат позволяет компаниям отслеживать эффективность и целенаправленно реализовывать меры по сокращению эмиссий — с непосредственным влиянием на общие показатели.

В случае, если углеродный след предназначен для потребительской информации, например в формате экологической маркировки, необходимы детализированные расчёты с учётом стадий использования и утилизации продукта. Однако, такие подходы — как в LCA или детализированных УСП — являются ресурсоёмкими и слабо масштабируемыми. В качестве более эффективной альтернативы Schmidt предлагает использовать более понятные, проверяемые и значимые индикаторы, такие как:

- использование вторичных материалов;
- локальное производство (снижение транспортных выбросов);
- применение возобновляемой энергии.

Кроме того, в целях повышения информированности потребителей рекомендуется сообщать о фазах использования и утилизации продукта: сколько энергии потребляет изделие, и в какой мере это зависит от поведения пользователя. Такой сопроводительный контекст необходим для корректной интерпретации УСП.

Schmidt также рассматривает роль компенсационных механизмов. Он отмечает, что для задач компенсации (offsetting) вполне допустимо использовать упрощённые методы расчёта, основанные на средних показателях (аналогично практике расчётов выбросов в авиаперелётах). Такой подход позволяет устанавливать суммы компенсационных взносов, которые затем направляются на реализацию климатических проектов.

В итоге автор делает важный вывод: разные методологии расчёта углеродного следа имеют разные достоинства и ограничения, и потому должны применяться в соответствии с контекстом принятия решений. Перед выбором подхода необходимо определить не только цель, но и заинтересованных лиц, которые будут использовать полученную информацию. Только тогда расчёт углеродного следа сможет быть действительно полезным и достоверным инструментом — будь то в управлении выбросами, в коммуникации с потребителями или в поддержке климатических инициатив.

Rondoni, Agnese, and Simona Grasso. 2021. “Consumers’ Behaviour Towards Carbon Footprint Labels on Food: A Review of the Literature and Discussion of Industry Implications.” *Journal of Cleaner Production* 301: 127031. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127031>.

В данной обзорной статье анализируется поведение потребителей в отношении маркировки углеродного следа (carbon footprint labels, CF-labels) на продуктах питания. На основе 38 эмпирических исследований за период 2011–2020 гг. авторы систематизируют факторы, влияющие на восприятие, готовность платить и поведенческие установки потребителей, а также формулируют рекомендации для производителей и политиков.

Женщины, пожилые потребители, лица с более высоким уровнем образования и дохода демонстрируют более благоприятное отношение к УС-маркировке. Однако значительное различие наблюдается по странам: например, потребители из Великобритании и Германии показывают более высокий уровень осведомлённости, чем жители Испании или Польши. Положительное отношение к УС-этикеткам напрямую связано с уровнем экологической ответственности. Потребители, считающие, что их выбор может способствовать снижению воздействия на климат, проявляют готовность платить больше за продукты с низким углеродным следом. Регулярные покупатели органических, локальных или этически маркированных продуктов также чаще выбирают продукты с УС-маркировкой и готовы платить за них больше.

Статья демонстрирует, что УС-маркировка может приносить как риски, так и выгоды: с одной стороны, при недостаточной понятности она не влияет на поведение, с другой — при продуманной подаче она может стать мощным стимулом устойчивого потребления. Таким образом, эффективность расчёта и маркировки углеродного следа продукции в рыночном контексте зависит не только от достоверности данных, но и от того, насколько результаты расчёта адаптированы под конечного пользователя.

Augoye, Oghenerume, Titilayo P. Muiyiwa-Ajayi, and Adedamola Sobowale. 2024. “The Effectiveness of Carbon Accounting in Reducing Corporate Carbon Footprints.” *International Journal of Multidisciplinary Research and Growth Evaluation* 5(1): 1364–1371. <https://doi.org/10.54660/IJMRGE.2024.5.1.1364-1371>.

В статье рассматривается эффективность

углеродного учёта (carbon accounting) как инструмента снижения корпоративного углеродного следа. Авторы анализируют его роль в управлении выбросами парниковых газов (ПГ), формировании стратегий устойчивости, взаимодействии с нормативными механизмами и влиянии на поведение компаний. Особое внимание уделено эмпирическим исследованиям, охватывающим Score 1, 2 и 3, а также вызовам и выгодам от применения данного инструмента в разных отраслях.

Учет углеродного следа представляет собой механизм выявления зон высоких выбросов, постановки целевых задач по их снижению и отслеживания прогресса с течением времени. Такой подход способствует повышению прозрачности корпоративной отчётности и удовлетворяет растущие ожидания со стороны инвесторов, регулирующих органов и потребителей в части климатической ответственности.

Наибольший вклад в снижение корпоративного углеродного следа вносят компании, внедряющие всеобъемлющий учёт выбросов по трём уровням. Особенно подчёркивается важность Score 3, охватывающих косвенные выбросы по всей цепочке поставок. Несмотря на сложность контроля за такими источниками, именно их включение позволяет компаниям оказывать влияние на партнёров, поставщиков и клиентов, формируя системный эффект устойчивости.

Рост внимания к ESG-показателям и такие инициативы, как TUCD и европейское климатическое регулирование, превращают углеродный учет в неотъемлемый элемент рыночной устойчивости. Прозрачность и точность отчётности становятся не только вопросом соответствия требованиям, но и конкурентным преимуществом — в доступе к финансированию, повышении доверия и позиционировании компании как климатически ответственной.

Авторы подчёркивают, что эффективность углеродного учёта зависит от точности данных и строгости используемой методологии. В отсутствие надёжных, верифицированных и единообразных подходов существует риск гринвошинга — создания видимости экологической ответственности без фактического эффекта. Наилучшие результаты достигают компании, которые внедряют научно обоснованные цели (science-based targets),

независимую верификацию, цифровые технологии отслеживания выбросов.

Будущее учета углеродного следа связывается с технологическим прогрессом (включая блокчейн и ИИ), а также с ужесточением требований со стороны регуляторов и заинтересованных сторон. Его роль как инструмента трансформации бизнеса в сторону низкоуглеродной модели будет только усиливаться. Компании, активно использующие этот инструмент, смогут вносить осязаемый вклад в достижение международных климатических целей.

СТ РК ISO 14064-1–2019. Парниковые газы. Часть 1. Требования и руководство по количественной оценке и отчетности о выбросах и поглощении (удалении) парниковых газов на уровне организации. – Астана, 2020. – 50 с.

Настоящий стандарт устанавливает требования к оценке и отчетности по выбросам парниковых газов (ПГ) для организаций. Он применяется при разработке климатических стратегий, подготовке верифицируемой отчетности, а также участия в системах торговли квотами и корпоративных ESG-программах.

Документ опирается на ключевые принципы — уместность, полнота, точность и прозрачность, и требует от организаций определить:

- организационные и операционные границы учёта (включая Score 1, 2 и при необходимости 3),
- подходы к расчёту выбросов — с использованием измерений, расчётных моделей или коэффициентов (в том числе IPCC),
- обоснование допущений и неопределённостей, а также документирование исходных данных.

Отчётность по стандарту должна быть воспроизводимой, прозрачной и пригодной к верификации. При этом подчёркивается необходимость соотнесения расчётов с целью отчётности (регуляторной, инвестиционной, внутренней).

СТ РК ISO 14067–2019. Парниковые газы. Углеродный след продукции. Требования и руководящие указания по количественной оценке. – Астана, 2020. – 51 с.

СТ РК ISO 14067-2019 устанавливает методологические основы для расчёта углеродного следа продукции (УСП) на всех этапах её жизненного цикла — от производства до утилизации. Стандарт основан на принципах анализа жизненного цикла (LCA) и направлен на обеспечение прозрачности, воспроизводимости и

сопоставимости данных о выбросах парниковых газов, выраженных в CO₂-эквивалентах.

Документ определяет ключевые этапы оценки: формулировку цели, установление границ системы, выбор источников данных и коэффициентов, проведение расчётов, а также оформление отчётности. Особое внимание уделяется корректному определению границ жизненного цикла и использованию надежных эмиссионных факторов. Стандарт допускает как расчет полного УСП (включая использование и утилизацию), так и ограниченного (например, cradle-to-gate), в зависимости от цели применения.

УСП может применяться как для внутреннего экологического управления, так и для внешней отчётности, экологической маркировки, участия в программах устойчивого финансирования и климатических инициативах (например, СВМ). В условиях Казахстана стандарт играет важную роль в адаптации бизнеса к усиливающимся требованиям в области климатической отчётности и устойчивого позиционирования на рынках.

Roemer, Nils, et al. 2023. *Offset or Reduce: How Should Firms Implement Carbon Footprint Reduction Initiatives?* Production and Operations Management 32(9): 2940–2955. <https://doi.org/10.1111/poms.13957>

В статье (2023) рассматривается поведение потребителей в отношении различных стратегий снижения углеродного следа продукции — через внутреннее сокращение выбросов или внешнюю компенсацию (offsetting). В условиях стремительного роста интереса к корпоративной климатической ответственности, авторы анализируют, какой подход воспринимается потребителями как более ценный, и как это восприятие связано с типом выбросов и моральными установками.

Методологически исследование основано на дискретных выборочных экспериментах (discrete choice experiments), проведённых среди студентов в Германии. Участникам предлагались реальные сценарии, касающиеся выбора доставки товара с различными уровнями выбросов CO₂ и способами их компенсации. В дополнение были измерены экологическая установка (New Ecological Paradigm, NEP) и моральная идентичность (moral identity, MI) участников.

Авторы приходят к выводу, что потребители демонстрируют явное предпочтение

к внутреннему сокращению выбросов по сравнению с компенсацией через оффсеты, особенно если речь идёт о контролируемых выбросах (Score 1 и 2). В случае неконтролируемых выбросов (например, Score 3 в цепочке поставок), различие в восприятии между сокращением и компенсацией нивелируется. Это означает, что осознанный потребитель скорее готов поддержать компанию, инвестирующую в прямое снижение эмиссий, нежели ту, что только компенсирует выбросы внешними проектами.

Дополнительно подчеркивается роль моральных факторов. Индивиды с высокой внутренней моральной идентичностью (internalization) склонны предпочитать стратегии сокращения, в то время как те, кто акцентирует внешнюю демонстрацию морали (symbolization), более позитивно воспринимают комбинацию сокращения и компенсации. Таким образом, предпочтения зависят не только от характеристик выбросов, но и от характеристик самого потребителя.

Авторы подчёркивают, что внутренние меры по сокращению выбросов воспринимаются как более подлинные, в то время как оффсеты часто вызывают недоверие (из-за сомнений в «дополнительности» и долговременности таких проектов). В условиях растущего потребительского скепсиса по отношению к компенсациям, прозрачность и стратегический акцент на прямое снижение эмиссий становятся важнейшими факторами устойчивого позиционирования.

Таким образом, статья вносит важный вклад в понимание рыночных рисков и выгод, связанных с коммуникацией углеродного следа продукции. Даже при равных количественных показателях УСП, потребитель по-разному оценивает значение используемых стратегий снижения. Это подчёркивает, что в условиях добровольной и обязательной отчётности углеродный след — это не просто числовой результат, но и элемент бренда, влияющий на доверие, выбор и готовность платить.

Результаты и обсуждение

Анализ изученных источников позволяет сформировать комплексное представление о потенциале, ограничениях и стратегическом значении углеродного следа продукции (УСП) как инструмента управления климатическими рисками и устойчивого позиционирования на рынке. В отличие от организационного углеродного следа, УСП предлагает количественную оценку климатического воздействия на уровне отдельной единицы продукции, что делает его особенно

релевантным для внешней отчётности, потребительской коммуникации и адаптации к углеродным регуляторным механизмам. Ниже представлены ключевые выводы, основанные на обобщении академической литературы.

В ряде работ (Finkbeiner, 2009; Schmidt, 2009; Augoue и др., 2024) подчёркивается, что расчёт УСП способствует внедрению жизненно-циклического подхода в управленческую и рыночную практику для принятия эффективных управленческих и экологических решений. Несмотря на то, что УСП охватывает лишь один вид воздействия (глобальное потепление), он обладает высоким потенциалом интеграции в стратегическое планирование за счёт своей относительной простоты и количественной выразительности. Как отмечает Finkbeiner (2009), именно понятность и практическая применимость показателя УСП обеспечили его широкое распространение в корпоративной отчётности, особенно в сферах, где полный LCA является труднореализуемым.

С практической точки зрения, УСП позволяет компаниям выявлять источники наиболее углеродоёмких стадий производства, транспортировки и утилизации, и, тем самым, целенаправленно внедрять меры по декарбонизации. Augoue и др. (2024) подчёркивают, что системный углеродный учёт (включая Scope 3) приводит к более значительным сокращениям эмиссий по сравнению с подходами, ориентированными лишь на внутренние источники. Это делает УСП не только индикатором климатической ответственности, но и инструментом внутреннего совершенствования производственных и логистических процессов.

Существенное значение для эффективности УСП как рыночного инструмента имеют аспекты восприятия и доверия со стороны потребителей. Обзор Rondoni и Grasso (2021) показал, что УС-маркировка может оказывать значительное влияние на поведение потребителей, особенно при условии высокой экологической осведомлённости, доверия к источнику информации и простоты визуального восприятия метки. Тем не менее, авторы подчёркивают, что в условиях отсутствия единой стандартизированной системы маркировки и недостаточной информированности потребителей эффект от таких этикеток может быть нейтрализован. Это подтверждает необходимость гармонизации подходов к

отображению УСП на продукции и разработки просветительских инициатив.

Результаты исследования Roemer и др. (2023) дополняют эту перспективу, показывая, что не только сам факт снижения выбросов, но и способ достижения этого (внутренние меры или компенсация) критически важен для восприятия. Потребители отдают явное предпочтение товарам, углеродный след которых снижен за счёт внутренних усилий компании, особенно в случаях, когда речь идёт о контролируемых выбросах. Компенсация выбросов посредством оффсетов может рассматриваться с недоверием, особенно в силу трудностей верификации, а также не всегда ясно, действительно ли они приводят к дополнительному сокращению выбросов или же всё это произошло бы и без участия компании. Это подчёркивает необходимость верифицированной коммуникации и выбора стратегии снижения УСП в соответствии с типом выбросов и целевой аудиторией.

Несмотря на преимущества, большинство источников акцентируют внимание на значительных методологических вызовах, связанных с расчётом УСП. В первую очередь это касается определения границ системы, критериев отсечения, учёта стадий использования и конца жизненного цикла, а также включения или исключения оффсетов (Finkbeiner, 2009; Schmidt, 2009). Например, вопрос о включении Scope 3 выбросов остаётся методически сложным: хотя они могут составлять значительную долю общего УСП, сбор достоверных данных по всей цепочке поставок требует значительных ресурсов и высокого уровня координации.

Schmidt (2009) подчёркивает, что выбор методологии должен определяться не универсальной схемой, а конкретной целью: поддержкой внутренних управленческих решений, информированием потребителя или участием в углеродных рынках. В зависимости от этого, допустимый уровень агрегирования, точности и источник данных может различаться. Автор предлагает различать продуктовый и организационный уровни анализа, и при необходимости использовать агрегированные показатели (например, эмиссионную интенсивность поставщиков) вместо полноценного расчёта LCA, особенно в случае масштабных продуктовых портфелей.

Кроме того, как указывает Finkbeiner (2009), УСП не должен восприниматься как универсальный маркер устойчивости: из-за фокусировки

исключительно на климатическом воздействии он может игнорировать другие критически важные экологические параметры, такие как токсичность, ресурсоёмкость или воздействие на биоразнообразие. Следовательно, в контексте стратегий устойчивого развития он должен использоваться в дополнение к другим показателям, а не изолированно.

Стандарты, такие как ISO 14067:2018 (СТ РК ISO 14067-2019), обеспечивают необходимую методологическую базу для расчёта УСП и формируют основу для его применения в международной и национальной практике. Стандарт регламентирует этапы расчёта, установление границ системы, выбор источников данных и принципы составления отчётности. Он обеспечивает сопоставимость результатов, снижает риск методологических манипуляций и даёт основу для верификации углеродной отчётности. Наконец, важно разграничить УСП и корпоративного углеродного следа. Стандарт – ISO 14064-1:2018, описывает принципы учета выбросов на уровне организации (инвентаризация ПГ по принципу «Score 1-2-3»). Хотя оба подхода взаимосвязаны, их путать недопустимо. Корпоративный углеродный баланс оценивает суммарные выбросы компании, а УСП фокусируется на единице продукции, включая цепочку поставок. Например, компания может отчитаться о снижении своих корпоративных выбросов, если она передала углеродоёмкие стадии производства сторонним подрядчикам. Однако в этом случае углеродный след её продукции (CFP) может остаться неизменным или даже увеличиться, поскольку значительная часть выбросов сохраняется в цепочке поставок. Поэтому методологический вызов – корректно сочетать организационные и продуктовые метрики: избегать «двойного счёта» или лагун при агрегировании данных, а главное – применять нужный инструмент к соответствующей задаче.

Однако как подчёркивают исследователи, даже наличие стандарта не гарантирует однозначности: необходима институциональная поддержка, обучение пользователей методике, а также разработка вспомогательных инструментов — например, национальных коэффициентов выбросов, отраслевых баз данных и цифровых платформ мониторинга. Это особенно актуально для развивающихся стран, включая Казахстан, где только формируется инфраструктура климатической отчётности. В этих условиях УСП

может стать не только инструментом бизнес-анализа, но и основой для реализации механизмов трансграничного регулирования выбросов, таких как CBAM.

Таким образом, результаты анализа показывают, что УСП — это перспективный, но методически чувствительный инструмент, который при корректном применении позволяет не только управлять климатическими рисками, но и формировать устойчивое рыночное преимущество. Эффективность его внедрения зависит от осознанного выбора цели, прозрачности методики, способности к верификации и доверия со стороны потребителей. Расчёт УСП становится неотъемлемым элементом климатической трансформации бизнеса, но требует дальнейшего развития стандартов, повышения доступности данных и расширения институциональной поддержки на национальном уровне.

Заключение

Подводя итог, можно заключить, что углеродный след продукции (УСП) при использовании корректной методологии, служит важным инструментом снижения рисков и повышения конкурентоспособности бизнеса. Анализ подходов разных авторов и действующих стандартов позволяет выработать целостное понимание, как именно УСП интегрируется в стратегию устойчивого развития компании и приносит практическую пользу.

Управление климатическими рисками

Во-первых, УСП напрямую связан с управлением климатическими рисками. Регуляторные и рыночные тенденции однозначны: требования к сокращению выбросов ужесточаются, а заинтересованные стороны (потребители, инвесторы, партнёры) ожидают от компаний прозрачности и действий в климатической повестке. В этих условиях продукция с неопределённым или высоким углеродным следом становится либо уязвимой к новым регуляциям (например, углеродным налогам, стандартам эмиссий), либо менее привлекательной для информированных покупателей.

Расчёт УСП позволяет заранее выявить проблемные позиции в ассортименте и принять меры по их декарбонизации, предотвращая финансовые и репутационные потери в будущем. Например, если 80–90 % совокупных выбросов компании лежат в области Scope 3 (поставки, материалы), то анализ углеродного следа продукции

высвечивает эти скрытые риски и даёт возможность поработать с цепочкой поставок (поменять поставщика на более «зелёного», пересмотреть рецептуру или логистику). Тем самым снижается зависимость от углеродоёмных источников, что важно и с точки зрения потенциального роста цен на углерод (введение платы за выбросы сделает такие материалы дороже).

Более того, прозрачное декларирование УСП (например, через экологические Product Carbon Footprint - отчёты или маркировку) снижает репутационные риски. Компания демонстрирует открытость и готовность нести ответственность за свой климатический вклад, что положительно воспринимается обществом и регулирующими органами. В случае же, если конкурентная среда изменится (скажем, крупные ретейлеры начнут требовать от поставщиков предоставлять УСП товаров или учитывать его при выборе ассортимента), первопроходцы УСП окажутся в выигрышном положении, уже имея необходимые данные и улучшения.

Как отмечает М. Finkbeiner (2009), профессиональному сообществу важно признать: Carbon Footprint – хоть и не идеальный, но вполне осмысленный инструмент для смягчения климатических изменений, и следует концентрироваться на решении его методических проблем, а не отрицать его пользу. Иначе говоря, если своевременно «обезопасить» методологию УСП (стандартизировать, учесть ограничения), то он станет надёжным индикатором для управления рисками.

УСП как рыночное преимущество

УСП открывает компании ряд рыночных возможностей. В условиях формирования мировой «зелёной» экономики низкоуглеродные товары получают всё больше конкурентных преимуществ. Выигрыш носит как количественный, так и имиджевый характер.

К количественным выгодам можно отнести рост эффективности: мероприятия по снижению УСП (энергосбережение, уменьшение материалоёмкости, сокращение потерь) зачастую ведут к снижению себестоимости продукции. Таким образом, фирма, системно работающая над углеродным следом, может предложить рынку более экономичный продукт или повысить свою маржу за счёт оптимизированных процессов.

Качественные (имиджевые) выгоды проявляются через маркетинг и лояльность:

бренд ассоциируется с инновациями и экологичностью, что привлекает сегмент потребителей, для которых важны ценности устойчивого развития. Согласно обзору Rondoni & Grasso (2021), если внедрить понятную схему маркировки и просветительские меры, производители с действительно низким УСП смогут эффективнее информировать об этом покупателей и склонять выбор в свою пользу.

Иными словами, УСП превращается в рыночный сигнал качества продукта. Уже сегодня существуют программы сертификации и этикетки, использование которых помогает товарам выделиться на полке. Потребители, знакомые с климатическими проблемами, скорее выберут товар с пометкой о меньшем углеродном следе, особенно если цена сопоставима. Более того, корпоративные клиенты и крупные сети также включают УСП в критерии отбора поставщиков, стремясь уменьшить углеродный след своей продукцией линейки (эффект «давления по цепочке»). Таким образом, расчёт и снижение УСП усиливают экспортный и партнерский потенциал компании: она соответствует экологическим ожиданиям международных контрагентов, избегает торговых барьеров и может участвовать в «зелёных» тендерах, где требуют раскрытия информации о выбросах.

Условия эффективного применения УСП

Важное условие реализации этих преимуществ – следование лучшим практикам и стандартам при работе с УСП. Здесь сходятся мнения всех рассмотренных источников. Стандартизация (ISO 14067 и др.) и прозрачность методики необходимы, чтобы уверенно использовать УСП в коммуникациях и управлении.

Кроме того, УСП следует применять взвешенно, в комплексе с другими инструментами. В рамках устойчивого развития углеродный след – не панацея, а часть системы показателей. Как образно выразился М. Finkbeiner (2009), «УСП слишком плох, чтобы влюбиться в него, но и слишком хорош, чтобы отбросить – поэтому давайте его улучшить». Это подразумевает:

- 1) признавать ценность УСП для борьбы с изменением климата и активно внедрять его;
- 2) одновременно продолжать работу над методическими улучшениями (повышать точность, доступность данных, учитывать специфические проблемы – от биогенных выбросов до пересчёта на функциональную единицу);
- 3) помнить о прочих аспектах устойчивости, не позволяя углеродному

индикатору полностью определять экологичность продукта.

В заключение следует отметить, что углеродный след продукции (УСП) представляет собой как вызов, так и стратегическую возможность для компаний, функционирующих в условиях ужесточающегося климатического регулирования. Его значение выходит за рамки исключительно экологической метрики, становясь инструментом адаптации бизнеса к трансформации глобальных рынков в сторону устойчивого развития.

К основным рискам, связанным с расчётом и применением УСП, относятся:

- высокая чувствительность результатов к методологическим допущениям и неопределённостям (включая выбор системных границ, источников данных и учёт стадий жизненного цикла);

- сложности охвата косвенных выбросов (Scope 3), требующие вовлечения всей цепочки поставок;

- риск гринвошинга — распространения недостоверной или вводящей в заблуждение климатической информации, при которой компания заявляет о климатической ответственности без фактического подтверждения снижения выбросов;

- возможные дополнительные финансовые и операционные затраты на внедрение систем учёта.

К основным преимуществам УСП можно отнести:

- возможность выявления и устранения углеродоёмких стадий жизненного цикла продукции, что способствует стратегическому управлению климатическими рисками;

- повышение прозрачности и доверия со стороны потребителей, инвесторов и регулирующих органов;

- укрепление позиций компании на экспортных рынках, особенно в условиях трансграничного регулирования выбросов (например, CBAM);

- формирование позитивного экологического имиджа и рыночной дифференциации продукции;

- оптимизация процессов и снижение издержек через повышение энерго- и ресурсной эффективности.

Таким образом, реализация потенциала углеродного следа продукции требует комплексного, научно обоснованного и

стандартизированного подхода, сочетающего корректные методики расчёта, прозрачную отчётность и интеграцию в корпоративную стратегию устойчивого развития. Только в этом случае УСП может служить не просто индикатором климатической ответственности, но и действенным инструментом повышения конкурентоспособности в условиях глобального перехода к низкоуглеродной экономике.

Благодарность

Автор выражает благодарность ОЮЛ «Союзу верификаторов «ETS KZ VERIFIERS» и ТОО «ЭКО-Астана НР» за предоставленную информацию, экспертные комментарии и содействие в проведении исследования.

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов в рамках данного исследования.

Список источников

1. СТ РК ISO 14064-1-2019. Парниковые газы. Часть 1. Требования и руководство по количественной оценке и отчетности о выбросах и поглощении (удалении) парниковых газов на уровне организации // Приказ Председателя Комитета технического регулирования и метрологии Министерства торговли и интеграции Республики Казахстан от 09.10.2019 года № 373-од. — Астана, 2020. — 50 с.
2. СТ РК ISO 14067-2019. Парниковые газы. Углеродный след продукции. Требования и руководящие указания по количественной оценке // Приказ Председателя Комитета технического регулирования и метрологии Министерства торговли и интеграции Республики Казахстан от 11 ноября 2019 года № 417-од. — Астана, 2020. — 51 с.
3. Augoye, Oghenerume, Muyiwa-Ajayi, Titilayo P., Sobowale, Adedamola. The Effectiveness of Carbon Accounting in Reducing Corporate Carbon Footprints // *International Journal of Multidisciplinary Research and Growth Evaluation*. — 2024. — Vol. 5, № 1. — P. 1364–1371. — <https://doi.org/10.54660/IJMRGE.2024.5.1.13641371>
4. Finkbeiner, Matthias. Carbon Footprinting—Opportunities and Threats // *The International Journal of Life Cycle Assessment*. — 2009. — Vol. 14, № 2. — P. 91–94. — <https://doi.org/10.1007/s11367-009-0064-x>.
5. Roemer, Nils, et al. Offset or Reduce:

How Should Firms Implement Carbon Footprint Reduction Initiatives? // *Production and Operations Management*. — 2023. — Vol. 32, № 9. — P. 2940–2955. — <https://doi.org/10.1111/poms.13957>.

6. Rondoni, Agnese, Grasso, Simona. Consumers' Behaviour Towards Carbon Footprint Labels on Food: A Review of the Literature and Discussion of Industry Implications // *Journal of Cleaner Production*. — 2021. — Vol. 301. — Article 127031. — <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127031>.

7. Schmidt, Mario. Carbon Accounting and Carbon Footprint – More Than Just Diced Results? // *International Journal of Climate Change Strategies and Management*. — 2009. — Vol. 1, № 1. — P. 19–30. — <https://doi.org/10.1108/17568690910934372>.

Footprint Reduction Initiatives? // *Production and Operations Management*. — 2023. — Vol. 32, No. 9. — P. 2940–2955. — <https://doi.org/10.1111/poms.13957>.

6. Rondoni, Agnese, Grasso, Simona. Consumers' Behaviour Towards Carbon Footprint Labels on Food: A Review of the Literature and Discussion of Industry Implications // *Journal of Cleaner Production*. — 2021. — Vol. 301. — Article 127031. — <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127031>.

7. Schmidt, Mario. Carbon Accounting and Carbon Footprint – More Than Just Diced Results? // *International Journal of Climate Change Strategies and Management*. — 2009. — Vol. 1, No. 1. — P. 19–30. — <https://doi.org/10.1108/17568690910934372>.

References

1. ST RK ISO 14064-1-2019. Greenhouse gases. Part 1. Requirements and guidance for the quantitative assessment and reporting of greenhouse gas emissions and removals at the organizational level // Order of the Chairman of the Technical Regulation and Metrology Committee of the Ministry of Trade and Integration of the Republic of Kazakhstan from 09.10.2019 No. 373-od. — Astana, 2020. — 50 p.

2. ST RK ISO 14067-2019. Greenhouse gases. Carbon footprint of products. Requirements and guidance for the quantitative assessment // Order of the Chairman of the Technical Regulation and Metrology Committee of the Ministry of Trade and Integration of the Republic of Kazakhstan from 11 November 2019 No. 417-od. — Astana, 2020. — 51 p.

3. Augoye, Oghenerume, Muiyiwa-Ajayi, Titilayo P., Sobowale, Adedamola. The Effectiveness of Carbon Accounting in Reducing Corporate Carbon Footprints // *International Journal of Multidisciplinary Research and Growth Evaluation*. — 2024. — Vol. 5, No. 1. — P. 1364–1371. <https://doi.org/10.54660/IJMRGE.2024.5.1.1364-1371>.

4. Finkbeiner, Matthias. Carbon Footprinting—Opportunities and Threats // *The International Journal of Life Cycle Assessment*. — 2009. — Vol. 14, No. 2. — P. 91–94. — <https://doi.org/10.1007/s11367-009-0064-x>.

5. Roemer, Nils, et al. Offset or Reduce: How Should Firms Implement Carbon

Ерханат А.Х., Шаихов Р.О., Калинин Е.А.

ЗТБ «Верификаторлар одағы «ETS KZ VERIFIERS», ЖШС «ЭКО-Астана НР», Астана, Қазақстан

Көміртек ізі: Қауіптерді болдырмай қалай пайда алуға болады? Көміртек ізін стандарттау

Аңдатпа

Халықаралық және ұлттық климаттық реттеулердің қатаюы жағдайында өнімнің көміртек ізі (ӨКІ) - компаниялар үшін стратегиялық маңызға ие көрсеткішке айналуға, сондай-ақ оны экологиялық және нарықтық басқару құралы ретінде бағалауға арналған. Зерттеудің объектісі — өнімнің көміртек ізі, ал пәні — оның кәсіпорындардың нарықтық және реттеуші қызметіне ықпалы. Жұмыста халықаралық және ұлттық стандарттар, сондай-ақ тұтынушылардың, инвесторлардың және реттеушілердің ӨКІ-ге деген көзқарасына арналған эмпирикалық және теориялық зерттеулер қарастырылады. Зерттеу нәтижелері ӨКІ-ні дұрыс есептеу мен ашық есептілік жүргізу компанияларға реттеушілік және беделдік тәуекелдерді төмендетуге, өнімнің өмірлік цикліндегі жоғары көміртек кезеңдерді анықтауға және экологиялық талаптардың күшеюі жағдайында (мысалы, CBAM) нарықтық тартымдылығын арттыруға мүмкіндік беретінін көрсетеді. Сонымен қатар, ӨКІ — бұл жай ғана экологиялық таза өнімнің көрсеткіші емес, сонымен қатар қолдану мақсатына, стандарттау деңгейіне және тексеру мүмкіндігіне байланысты тиімділігі айқындалатын арнайы құрал. Зерттеу нәтижелерін компаниялар климаттық және маркетингтік стратегияға КІӨ-ні енгізу, сондай-ақ халықаралық саудадағы жаңа талаптарға дайындалу үшін пайдалана алады.

Түйін сөздер: Өнімнің көміртек ізі (ӨКІ), парниктік газдар, ISO 14067, климаттық есептілік, өнімнің өмірлік циклі (LCA), экологиялық таңбалау. **Түйінді сөздер:** метрология, өлшеу күйі, өлшеу инфрақұрылымы, болжау

Yerkhanat A.K., Shaihov R.O., Kalinich E.A.

ECO-Astana NR LLP, ALE “Union of Verifiers “ETS KZ VERIFIERS”, Astana, Kazakhstan

Carbon footprint: how to avoid risks and get benefits? Carbon footprint standardization

Annotation

In the context of growing international and national climate regulation, the calculation of product carbon footprint (CFP) is of strategic importance for companies seeking not only to comply with reporting requirements, but also to build sustainable competitive advantage. This study is devoted to the analysis of risks and benefits associated with the calculation and standardization of SCP, as well as the assessment of its potential as a tool for environmental and market management. The object of the study is the carbon footprint of products, and the subject is its impact on the regulatory and market aspects of enterprises. The paper reviews international and national standards, as well as empirical and theoretical studies on the perception of CFP by consumers, investors and regulators. The findings confirm that correct calculation and transparent reporting of CFP can reduce regulatory and reputational risks, identify carbon-intensive stages of the product life cycle and increase the attractiveness of the company in the face of stricter environmental regulation (e.g. CBAM). In addition, CFP is not only a universal indicator of environmental performance, but also a specialized tool, the effectiveness of which depends on the purpose of application, the level of standardization and the ability to verify. The results of the study can be used by companies to integrate CFP into climate and marketing strategies and to prepare for new international trade requirements.

Key words: carbon footprint of product (CFP), greenhouse gases, ISO 14067, climate reporting, product life cycle (LCA), eco-labeling.

ОСОБЕННОСТИ ЭКСПОРТА ПРОДУКЦИИ В ТУРЦИЮ: ПИЩЕВАЯ ПРОДУКЦИЯ

Жаксылыкова И.Б.

РГП «Казахстанский институт стандартизации и метрологии», Республика Казахстан, г. Астана

Аннотация

Настоящая статья раскрывает ключевые аспекты, необходимые для успешного выхода на рынок Турции: нормативно-правовую базу (включая Закон № 5996, Турецкий продовольственный кодекс и коммюнике Министерства сельского и лесного хозяйства), фитосанитарные и ветеринарные требования, порядок сертификации и необходимость предварительного одобрения экспортёров. Особое внимание уделяется функционированию системы TAREKS и роли гармонизации с европейским законодательством.

Материал будет полезен экспортёрам, торговым агентам, регуляторным органам и всем заинтересованным сторонам, планирующим экспорт продукции в Турецкую Республику.

Ключевые слова: Turkish Food Codex, SMPC стандарты, санитарные требования, ветеринарный контроль, пищевые добавки, продукция животного происхождения, продукция растительного происхождения, гигиенические требования, HACCP, MAF (Министерство сельского и лесного хозяйства Турции)

Экспорт пищевой продукции в Турцию представляет собой перспективное направление для казахстанских и международных производителей, заинтересованных в расширении своего присутствия на Ближневосточном и средиземноморском рынках. Однако успешный выход на турецкий рынок требует детального понимания местного регулирования, процедур сертификации и особенностей потребительского спроса.

Для стран и компаний, желающих выйти на турецкий рынок, необходимо учитывать особенности спроса, регуляторные требования и логистику. В данной статье рассматриваются ключевые аспекты экспорта пищевой продукции в Турецкую Республику.

На 2025 год население Турции приближается к 86 миллиону человек. Рост городского населения, развитие розничной торговли и увеличение доходов способствуют росту спроса на упакованные, переработанные и импортные продукты питания.

Основные группы импортируемых продуктов:

- Тропические фрукты (бананы, ананасы,

авокадо).

- Какаосодержащая продукция и шоколад.
- Кофе и напитки на его основе.
- Рыба и морепродукты, в том числе переработанные.
- Детское питание и специализированные пищевые продукты.

Нормативно-правовое регулирование

В Турции требования к пищевой продукции регулируются следующими основными документами:

- Закон № 5996 "О ветеринарных услугах, санитарии растений, продовольственной безопасности и кормлении животных" (2010 г.) – ключевой документ, регулирующий СФС меры и продовольственную безопасность.

- Технические регламенты и Коммюнике, издаваемые Министерством сельского и лесного хозяйства Турции (Tarım ve Orman Bakanlığı), в соответствии с нормами ЕС.

- Турецкий продовольственный кодекс (Türk Gıda Kodeksi) – свод правил, регулирующий качество, безопасность и маркировку пищевой продукции.

- Обязательные сертификаты и ветеринарные /

фитосанитарные разрешения, оформляемые в рамках импортных процедур.

Согласно Решению № 2/97 Совета Ассоциации ЕС-Турция от 4 июня 1997 года, утвержден Перечень инструментов ЕС по устранению технических барьеров в торговле между этими странами (Директива 97/438/ЕС). Данное решение включает 33 вида продуктов, включая пищевые продукты.

Пищевые продукты, размещенные на рынке Турции, должны соответствовать требованиям Турецкого Кодекса по пищевой продукции (Turkish Food Codex). Согласно Закону «О ветеринарных услугах, здоровье растений, пищевой продукции и кормах» № 5996, MAF разрабатывает и публикует Кодекс. Данный Кодекс устанавливает необходимые минимальные технические и гигиенические критерии к пищевым продуктам и материалам, контактирующим с пищевыми продуктами, средствам защиты растений и ветеринарным лекарственным остаткам, добавкам, загрязняющим веществам, принципам отбора проб, упаковке, маркировке, транспортировке, хранению и методам анализа.

Контроль за минимальными технико-гигиеническими условиями и особыми гигиеническими условиями предприятий пищевых продуктов, пищевыми добавками, за рынком продуктов питания, материалами, контактирующими с пищевыми продуктами и кормовыми добавками осуществляет государственный орган GDSC при MAF.

Также Турция является членом SMIC, поэтому стандарты SMIC по Халал продукции могут напрямую применяться в Турции. Перечень стандартов SMIC по Халал указан в Приложении 3, часть которых находится в разработке. Данные стандарты являются добровольными.

Ввоз пищевых продуктов в Турцию разрешен только в том случае, если они соответствуют правилам контроля за импортом и Турецкому Кодексу по пищевым продуктам. Турция гармонизирует свои правила ввоза пищевых продуктов и Кодекс по пищевым продуктам с правилами ЕС. В случае, отсутствия стандартов на пищевой продукт, то могут применяться международные стандарты ISO, SAC или соответствующие директивы ЕС, если такие стандарты еще не гармонизированы, в зависимости от конкретного случая.

Требования к безопасности и качеству

продукции

Перед ввозом на территорию Турции пищевая продукция должна соответствовать следующим требованиям:

- Соответствие техническим регламентам – продукция должна соответствовать действующим нормативам по микробиологическим показателям, содержанию пестицидов, тяжёлых металлов, пищевых добавок и т.д.

- Фитосанитарный и ветеринарный контроль – особенно актуален для свежих овощей, фруктов, продуктов животного происхождения (мясо, молоко, мёд).

- Сертификаты анализа и происхождения (Gıda Güvenliği Sertifikası) – обязательны для большинства категорий продуктов, подтверждают безопасность и легальность происхождения.

Ветеринарные (ветеринарно-санитарные) меры применяются в отношении живых животных (включая пчелопакеты, которые содержат живые пчелы), пищевой продукции животного происхождения и продукции, содержащей или имеющей отношение к животным. В приложении 4 указан Перечень животных и продуктов, подлежащих ветеринарному контролю в Турции. Данный Перечень утвержден Коммюнике по контролю за импортом продукции, которые находятся под контролем MAF, № 2019/5.

Перечень пищевой продукции, в экспорте которых заинтересован Казахстан, подлежащей ветеринарному контролю указан в Приложении 1. В частности, ветеринарные требования при ввозе в Турцию предъявляются к пчелопакетам, мясным продуктам, молочным продуктам, продуктам птицеводства и меду.

При ввозе пищевой продукции, подлежащей ветеринарному контролю, необходимо направить предварительное уведомление в MAF, согласно Правилам предварительного уведомления и ветеринарного контроля при въезде животных и продуктов в страну, опубликованным от 17.12.2011 № 28145.

В целях проверки соответствия продукции до ввоза в страну, кроме наличия ветеринарного сертификата (сертификата здоровья), требуется наличие контрольного сертификата на пищевую продукцию, подлежащей ветеринарному контролю (Приложение 5). Сертификат контроля должен запрашиваться перед импортом для выпуска Письма о (не)соответствии для импорта продукции (Приложение 6). Информация и документы, требуемые в заявлении на Письмо о соответствии, должны быть представлены в MAF.

Для ввоза пищевой продукции в Турцию, зарубежное предприятие пищевой продукции, подлежащей ветеринарному контролю, должно пройти процедуру одобрения, и включено в Список предприятий Турции.

На сегодня в Списке предприятий пищевой продукции, имеющих разрешение на ввоз своей продукции в Турцию, вошли три категории пищевой продукции из Казахстана. Информация по Спискам размещена на официальном интернет ресурсе МАФ и ЕС. Это 17 предприятий рыбной продукции на 11.03.2019 года, 5 перерабатывающих предприятий на 07.06.2017 года и 1 предприятие по сбору и обработки субпродуктов на 20.03.2019 года.

В связи с действующим таможенным союзом между Турцией и ЕС, пищевые продукты, разрешенные для экспорта в ЕС, могут получить доступ для экспорта в Турцию на основании требований для экспорта в ЕС. Список казахстанских предприятий, одобренных для экспорта на территорию ЕС, размещен на официальном интернет ресурсе ЕС. В частности, в данный Список включены в основном рыбоперерабатывающие предприятия, а также предприятия, производящие мясные субпродукты (категория 3).

Детальные требования к продуктам животного происхождения, подлежащие ветеринарному контролю, указаны в образцах ветеринарных сертификатов (сертификат здоровья) по группам продукции на турецком и английском языках. В частности, общие образцы ветеринарных сертификатов по видам продуктов для импорта в Турцию размещены на официальном интернет ресурсе МАФ, в которых содержатся ветеринарные требования.

Например, в ветеринарном сертификате на свежую, охлажденную и замороженную говядину указаны требования ЕС. В частности, необходимо соблюдение положений Директив ЕС №178/2002, 852/2004, 853/2004, 854/2004 и 999/2001. А, в ветеринарном сертификате на молочную продукцию, предназначенную для потребления человеком, указаны требования Директивы 2002/99/ ЕС и Регламента ЕС 853/2004.

В Приложениях 7 и 8 указаны Перечень ветеринарных пограничных пунктов пропуска Турции и Перечень таможенных и ветеринарных пограничных пунктов пропуска Турции в разрезе пищевой продукции по целевому назначению соответственно. Поэтому ввоз пищевых продуктов, подлежащих ветеринарному контролю, в Турцию должен осуществлять только через указанные пункты пропуска в зависимости от вида и назначения продукта.

Основные фитосанитарные и карантинные меры, предъявляемые к пищевой продукции растительного происхождения, при ввозе в Турцию, предусмотрены в Положении по карантину растений №28131 от 03.12.2011 года. В частности, данным Положением утверждены:

Список вредных организмов, которые подлежат карантину и запрещены к ввозу в Турцию (Приложение-1 к Положению №28131), который подразделяется на:

Список А – Вредные организмы, известные как не присутствующие на территории Турции. Включает наименования инсектицидов, прокариотов (бактерий и фитоплазмы), фунгицидов, вирусов, сорняков;

Список В – Вредные организмы, имеющие ограниченное распространение на территории Турции. Включает наименования инсектицидов, клещей, нематодов, прокариотов (бактерий и фитоплазмы), фунгицидов, и вирусов;

Список вредных организмов, которые подлежат карантину и запрещены к ввозу в Турцию в случае обнаружения их в продуктах растительного происхождения (Приложение-2 к Положению №28131), который подразделяется на:

Список А – Вредные организмы, известные как не присутствующие на территории Турции и подлежащие карантину;

Список В – Вредные организмы, имеющие ограниченное распространение на территории Турции и подлежащие карантину;

Перечень специальных требований для ввоза растений и продуктов растительного происхождения (Приложение-4 к Положению №28131), который содержит требования в разрезе стран. Например:.

Растения, продукты растительные и другие субстанции	Специальные фитосанитарные требования
Древесина хвойных (Coniferales), за исключением: - щепок, частиц, опилок, стружек, древесных отходов и ломов, полученных полностью или частично из этих хвойных пород; - древесной упаковочный материал, сделанный в форме упаковочных коробок, коробок, ящиков, бочек и аналогичных упаковок, поддонов, ящиков-поддонов и других грузовых плат, хомутов и поддонов для поддонов, которые фактически используются или не используются при перевозке предметов всех видов, которая соответствует фитосанитарным требованиям, предъявляемым к упаковочным материалам в Турции, но включая то, что не сохранило свою естественную круглую поверхность, происходящую из России, Казахстана и Украины.	В фитосанитарном сертификате должно быть указано, что древесина: a) не имеет коры и отсутствуют сквозные отверстия, вызванные личинками видов <i>Monochamus</i> spp., ширина которых превышает 3 мм, а также происходит из районов, свободных от: b) <i>Monochamus</i> spp., <i>Pissodes nemorensis</i>, <i>P. strobi</i>, <i>P. terminalis</i>, <i>P. castaneus</i> и <i>Scolytus morawitzii</i> и место происхождения должно быть указано в Фитосанитарном сертификате, - Либо, c) проведена сушка в печи до содержания влаги ниже 20%, выраженного в процентах от сухого вещества, достигнутого по соответствующему графику времени/ температуры, и это должно быть подтверждено знаком «kiln dried (высушена в печи)» или «K.D.» или другой отметкой, признанной на международном уровне, нанесенная на древесину, - Либо, d) на древесине или упаковке и в фитосанитарном сертификате должно быть указано, что древесина подверглась термообработке для достижения минимальной температуры в ядре 56°C на всей поверхности древесины, включая ядро, в течение не менее 30 минут, это должна быть подтверждено знаком HT (High Temperature), - Либо, e) была подвергнута согласованной фумигации, и это должно быть подтверждено указанием в фитосанитарном сертификате активного ингредиента, минимальной температуры древесины, расхода (г/м³) и времени выдержки (h), - Либо, f) была подвергнута под давлением химической пропитке одобренным средством, и это должно быть подтверждено указанием в фитосанитарном сертификате активного ингредиента, давления (psi or kPa) и концентрации (%)

При ввозе подконтрольная продукция проверяется в пунктах пропуска Турции. В частности, осуществляется документарной проверка, проверка идентичности продукции, фитосанитарное состояние продукции, отбор проб для инспекции либо лабораторного анализа, осмотр транспортных средств на отсутствие вредных организмов. Например, продукция с высоким фитосанитарным риском включают репродуктивный материал, такие как черенки, семена, семенной картофель, растения *in vitro*, меристемный растительный материал и другие растения, предназначенные для посадки.

Для пищевых добавок требуется одобрение продукта для импорта в Турцию. Требования к пищевым добавкам в Турции также были гармонизированы с законодательством ЕС. Обновленное Положение о пищевых добавках Турции было опубликовано в Официальной газете от 30.06.2013.

Вышеуказанное Положение определяет общие условия для включения в Список пищевых добавок и их использования. Также установлены функциональные группы пищевых добавок, наименования пищевых добавок, определены категории пищевых продуктов и перечислены

максимальные количества и условия добавок, разрешенных в определенных категориях пищевых продуктов, а также исключения и ограничения.

В Положении также указаны пищевые продукты, в которых нельзя использовать пищевые добавки, а также перечислены некоторые пищевые добавки, которые нельзя использовать для определенных традиционных продуктов, таких как ферментированный сукук (традиционная острая говяжья колбаса), термообработанный сукук, куриный донер, донер, кофте, пастирма, пекмез, пиде, базлама и чи кофте. Например, E-620-625 (глутаминовая кислота-глутаматы) и E-626-635 (рибонуклеотиды), которые являются усилителями вкуса, запрещены для использования в мясных копченых продуктах, таких как пастирма, сукук, термообработанный сукук, куриный донер и кофте.

Причина такого запрета заключается в защите традиционного характера этих продуктов и предотвращении ненужного использования добавок. Кроме того, нитраты запрещены в следующих традиционных мясных продуктах: донер, куриный донер и кофта. Ферменты не входят в данную категорию пищевых продуктов.

Перечень растительных пищевых продуктов и материалов, используемых в пищевой и кормовой промышленности, которые подлежат контролю при ввозе в Турцию, указан в Приложении 16. Данный вид контроля также осуществляется МАФ, согласно коммюнике 2019/5.

В Турции внедрение HACCP является обязательным требованием для производителей пищевой продукции, согласно Правилам гигиены пищевой продукции, опубликованным от 17.11.2011 года № 28145.

Страны-экспортеры и предприятия должны быть одобрены Турцией

- Экспорт определенных категорий (например, мясо, молоко, яйца, мед) возможен только из стран и предприятий, включенных в реестры, признанные Турцией.

- Проверка осуществляется через списки Министерства сельского и лесного хозяйства Турции.

Техническое регулирование импорта продуктов питания в Турцию

Турецкий продовольственный кодекс

Продовольственный кодекс Турции (Türk Gıda Kodeksi) во многом гармонизирован с

законодательством Европейского Союза. Ввозимая продукция должна соответствовать требованиям по маркировке, упаковке, пищевым добавкам, гигиене, остатков пестицидов и т.д.

Онлайн-платформа для ввоза продукции (TAREKS)

Все импортные продукты питания проходят предварительный контроль через систему TAREKS (Risk-Based Trade Control System), которую администрирует Министерство торговли Турции. На основе оценки риска система направляет продукцию на документарный и физический контроль.

Что такое TAREKS?

TAREKS — это электронная система, разработанная Министерством торговли Турции с целью проведения предварительных проверок импорта и экспорта определенных видов товаров, включая пищевую продукцию, на соответствие техническим регламентам и санитарным/ветеринарным требованиям.

TAREKS функционирует на основе оценки рисков, что позволяет ускорить оформление безопасной продукции и усилить контроль за потенциально опасной.

Цель и функции TAREKS

- Контроль качества и безопасности продукции до её ввоза на территорию Турции;
- Снижение административной нагрузки за счёт цифровизации процедур;
- Борьба с фальсифицированной и небезопасной продукцией;
- Обеспечение прозрачности и отслеживаемости поставок;
- Сокращение времени и затрат на таможенное оформление.

Как работает TAREKS?

Процесс выглядит следующим образом:

Шаг 1: Импортёр регистрируется и подает заявку через TAREKS

Подача заявления осуществляется турецкой стороной — компанией-импортёром или её таможенным представителем.

Шаг 2: Система автоматически оценивает риск

- Продукция с низким риском может быть освобождена от дополнительной экспертизы;
- Продукция с потенциальным риском направляется на лабораторные испытания, экспертную проверку, запрос дополнительной документации.

Шаг 3: Решение о допуске

- После проверки, TAREKS формирует

электронное разрешение для ввоза;

- Без такого разрешения таможенное оформление не производится.

Для каких товаров используется TAREKS?

В системе регистрируются:

- Пищевая продукция;
- Продукция сельского хозяйства;
- Химические вещества;
- Игрушки и детская продукция;
- Электроника и бытовая техника;
- Косметика и БАДы;
- Другие товары, подпадающие под техрегламенты или СФС-контроль.

Особенности использования TAREKS при ввозе пищевой продукции

- Импортёр обязан загрузить:

Все сертификаты соответствия, санитарные или фитосанитарные документы;

Описание продукта, код ТН ВЭД, состав, страна происхождения;

Информацию об упаковке и маркировке.

При необходимости, Министерство сельского и лесного хозяйства может:

Назначить лабораторное исследование образцов;

Запросить оригиналы международных сертификатов;

- Провести проверку на месте.

Доступ к системе

Сайт: <https://www.tareks.gov.tr>

(полноценная работа только на турецком языке, вход через систему e-Devlet для зарегистрированных участников)

Доступен только турецким компаниям и их уполномоченным таможенным представителям.

Рекомендации экспортерам

До начала поставок важно:

Согласовать с турецким импортером все документы, нужные для регистрации в TAREKS;

Удостовериться, что ваш товар входит в список продукции, подлежащей предварительному контролю;

Подготовить правильную маркировку, состав, сертификаты и санитарные документы;

Уточнить у импортера — есть ли у него доступ к системе TAREKS и опыт работы с ней.

Обязательная маркировка

Продукция, поставляемая на турецкий рынок, должна быть промаркирована на турецком языке с указанием:

- наименования продукции;
- состава;
- даты производства и срока годности;

- условий хранения;

- информации о производителе и импортере;

- наличия аллергенов;
- сертификатов (например, органик, халал).

Упаковка

- Упаковка должна обеспечивать сохранность, герметичность и безопасность продукта.

- Используемые материалы должны быть разрешены для контакта с пищей.

Сертификация и специальные разрешения

Некоторые категории пищевой продукции требуют дополнительной сертификации:

Халал-сертификация — обязательна для продуктов животного происхождения (включая мясо и мясные изделия), если они предназначены для мусульманского сегмента потребителей. Турция признает сертификаты, выданные аккредитованными органами, соответствующими требованиям SMPC (Института стандартов и метрологии исламских стран).

Органическая продукция — должна быть сертифицирована в соответствии с турецким Законом об органическом сельском хозяйстве и соответствующими регламентами.

Генетически модифицированные организмы (ГМО) — ввоз продуктов, содержащих ГМО, запрещен или строго ограничен.

Таможенное оформление и тарифы

Ввоз пищевой продукции подлежит таможенному оформлению с предоставлением следующих документов:

- экспортная декларация;
- инвойс и упаковочный лист;
- ветеринарный/фитосанитарный сертификат;

- сертификат происхождения (например, форма A.TR — в случае экспорта из ЕС, или СЕРТ РСТ — для подтверждения происхождения из третьих стран).

Турция применяет импортные пошлины в соответствии с Гармонизированной системой кодирования, при этом для ряда продуктов возможны квоты и тарифные льготы в рамках соглашений о свободной торговле (например, с Казахстаном — в рамках ЗСТ ЕАЭС–Турция).

Логистика и транспортировка

Наиболее часто используемые маршруты:

- автомобильный (через Грузию и Азербайджан);

- железнодорожный транзит через Каспий и далее по коридору Баку–Тбилиси–Карс;
- морской путь через Каспийское море с выходом на черноморские порты Турции.

Необходимо учитывать требования по температурному режиму транспортировки, особенно для скоропортящихся товаров.

Рыночные и культурные особенности

Потребители в Турции традиционно отдают предпочтение:

- свежей продукции;
- продуктам с минимальной переработкой;
- товарам с маркировкой «халал»;
- продукции, не содержащей свинины, спирта и ГМО.

Особое внимание уделяется визуальной привлекательности упаковки, её соответствию религиозным и культурным нормам.

Для экспорта пищевой продукции в Турцию потребуется подготовить ряд обязательных документов, которые гарантируют соответствие товара турецким стандартам и требованиям таможенных и санитарных служб. Вот основные документы, необходимые для экспортных поставок:

Основной список документов для экспорта пищевой продукции в Турцию:

1. Экспортная таможенная декларация (ТД) — подтверждение прохождения таможенного оформления в стране экспорта.
2. Сертификат происхождения — подтверждает, что продукция произведена в вашей стране.
3. Сертификат соответствия (санитарный, гигиенический сертификат) — подтверждает, что продукция соответствует турецким санитарным и гигиеническим требованиям.
4. Сертификат качества — если требуется по характеристикам продукции или по требованиям покупателя.
5. Ветеринарное свидетельство / фитосанитарный сертификат — для мясных, молочных, растительных и других продуктов, требующих ветеринарного или фитосанитарного контроля.
6. Декларация соответствия — по необходимости, подтверждающая соответствие продукции техническим стандартам.
7. Лицензии и разрешения — в случае определенных видов продукции или при наличии специальных требований (например, для продуктов с добавками, алкоголя и др.).

8. Технический паспорт или маркировка — сведения о продукции, упаковке, сроках годности и условиях хранения.

Дополнительные моменты:

Необходимо уточнить у турецких партнеров или таможенных органов конкретные требования по продукции и документации, так как требования могут варьироваться в зависимости от вида продукта.

Важно также учитывать особенности упаковки, маркировки и этикетирования, соответствующие турецким стандартам и правилам.

Рекомендация:

Перед отправкой рекомендуется связаться с таможенно-экспортными агентствами или профессиональными консультантами, специализирующимися на международной торговле с Турцией, чтобы подготовить все необходимые документы и избежать задержек.

Выход на рынок Турции требует тщательной подготовки и соответствия широкому спектру нормативных требований. Однако, учитывая размер и динамику турецкого продовольственного рынка, а также стратегическое положение страны как «моста» между Европой и Азией, экспорт пищевой продукции в Турцию может стать ключевым направлением для производителей, стремящихся к международной экспансии.

Список источников

1. Официальный портал нормативно-правовых актов Турецкой Республики T.C. Resmî Gazete ve Mevzuat Bilgi Sistemi [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.mevzuat.gov.tr/> (дата обращения: 28.06.2025).
2. Министерство сельского и лесного хозяйства Турецкой Республики. Импорт и экспорт ветеринарной продукции [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Veteriner-Hizmetleri/Ihracat-Ithalat> (дата обращения: 28.06.2025).
3. Европейская комиссия – TRACES (Trade Control and Expert System) [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://webgate.ec.europa.eu/sanco/traces/output/non_eu_listsPerCountry_en.htm (дата обращения: 28.06.2025).

References

1. Official portal of legal and regulatory acts of the Republic of Turkey – T.C. Resmî Gazete ve Mevzuat Bilgi Sistemi [Electronic resource]. – Available at: <http://www.mevzuat.gov.tr/> (accessed: 28.06.2025).

2. Ministry of Agriculture and Forestry of the Republic of Turkey. Import and export of veterinary products [Electronic resource]. – Available at: <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Veteriner-Hizmetleri/Ihracat-Ithalat> (accessed: 28.06.2025).

3. European Commission – TRACES (Trade Control and Expert System) [Electronic resource]. – Available at: https://webgate.ec.europa.eu/sanco/traces/output/non_eu_listsPerCountry_en.htm (accessed: 28.06.2025).

Жаксылыкова И.Б.

«Қазақстан стандарттау және метрология институты» РМК Астана, Қазақстан

ТҮРКИЯҒА ӨНІМДІ ЭКСПОРТТАУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ: ТАМАҚ ӨНІМДЕРІ

Аңдатпа

Бұл мақала Түркия нарығына табысты шығу үшін қажетті негізгі аспектілерді ашады: нормативтік-құқықтық база (№ 5996 Заң, Түркия азық-түлік кодексі және Ауыл және орман шаруашылығы министрлігінің коммюникелері), фитосанитарлық және ветеринариялық талаптар, сертификаттау тәртібі және экспорттаушылардың алдын ала мақұлдану қажеттілігі. Сонымен қатар, TAREKS электрондық жүйесінің жұмыс істеу механизмі мен Еуропалық Одақ заңнамасымен үйлестіру мәселелеріне ерекше назар аударылған.

Материал Түркия Республикасына өнім экспорттауды жоспарлап отырған экспорттаушыларға, сауда агенттеріне, реттеуші органдарға және басқа да мүдделі тараптарға пайдалы болады.

Түйін сөздер: Түркия азық-түлік кодексі, СМПС стандарттары, санитариялық талаптар, ветеринариялық бақылау, тағамдық қоспалар, жануар тектес өнімдер, өсімдік тектес өнімдер, гигиеналық талаптар, HACCP жүйесі, Түркия Ауыл және орман шаруашылығы министрлігі (MAF).

I.B. Zhaksylykova

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

FEATURES OF EXPORTING PRODUCTS TO TURKIYE: FOOD PRODUCTS

Abstract

This article outlines the key aspects necessary for a successful entry into the Turkish market: the legal and regulatory framework (including Law No. 5996, the Turkish Food Codex, and communiqués of the Ministry of Agriculture and Forestry), phytosanitary and veterinary requirements, certification procedures, and the need for prior approval of exporters. Special attention is given to the operation of the TAREKS system and the harmonization with European legislation.

Specific requirements for individual categories of products are also examined, including meat, dairy products, honey, fish, as well as wood and plant-based goods. The article highlights the importance of compliance with packaging and labeling requirements, sanitary production conditions, and the availability of international certificates (including SMIIC halal standards and the HACCP system).

This material will be useful for exporters, trade agents, regulatory authorities, and all stakeholders planning to export products to the Republic of Türkiye.

Keywords: export to Türkiye, food products, phytosanitary control, veterinary certificate, technical regulations, Turkish Food Codex, SMIIC standards, sanitary requirements, veterinary control, food additives, products of animal origin, products of plant origin, hygiene requirements, HACCP, MAF (Ministry of Agriculture and Forestry of Türkiye)

НЕОПРЕДЕЛЁННОСТЬ ИЗМЕРЕНИЙ УРОВНЕМЕРОВ

Есентасов Б.К.

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

Аннотация

В данной статье рассматриваются источники и методы оценки неопределённости измерений, возникающие при использовании уровнемеров различных типов. Представлен системный подход к классификации составляющих неопределённости, включая влияющие физические и эксплуатационные факторы. Освещены как теоретические аспекты оценки, основанные на методологии GUM (Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement), так и практические примеры расчёта составной неопределённости при измерении уровня жидкостей. Отдельное внимание уделено влиянию неопределённости на точность учётных и технологических операций, а также приведены рекомендации по её снижению. Материал предназначен для специалистов, занимающихся метрологическим обеспечением измерений уровня в промышленности.

Ключевые слова: Уровнемер, измерение уровня, неопределённость измерений, составная неопределённость, метрология, калибровка, резервуар, радарный уровнемер, гидростатический метод, погрешность, учёт жидкостей.

Введение

Современные технологические процессы во многих отраслях промышленности требуют точного и непрерывного контроля уровня жидкостей и сыпучих материалов. Такие измерения являются основой для управления процессами, обеспечения безопасности, расчёта материальных балансов, а также проведения коммерческих и налоговых операций. Независимо от типа используемого уровнемера – будь то радарный, ультразвуковой, гидростатический или иной – точность получаемых данных оказывает прямое влияние на эффективность производства, экологическую безопасность и экономическую обоснованность решений.

В последние десятилетия наблюдается активное развитие систем автоматизированного учёта и диспетчеризации, в которых данные об уровне становятся критически важными. Это особенно актуально для таких сфер, как нефтегазовая отрасль, химическая промышленность, пищевая переработка, водоснабжение, транспортировка и хранение жидких энергоносителей. В этих условиях внимание к метрологическим характеристикам измерительной техники выходит на первый план, и среди них особое место занимает

неопределённость измерений.

Неопределённость измерения представляет собой параметр, характеризующий диапазон значений, в пределах которого с заданной вероятностью находится истинное значение измеряемой величины. В отличие от простой погрешности, она учитывает как случайные, так и систематические компоненты, отражая полный спектр влияющих факторов. Чёткое понимание и корректное выражение неопределённости позволяет не только повысить доверие к измерениям, но и соблюсти международные стандарты в области качества (например, ISO/IEC 17025, ISO 9001).

Цель настоящей статьи – систематизировать подходы к оценке неопределённости измерений, проводимых с использованием уровнемеров, и продемонстрировать их практическое значение на конкретных примерах. В работе рассмотрены классификация уровнемеров, основные источники погрешностей, принципы расчёта составной и расширенной неопределённости согласно методологии GUM, а также даны рекомендации по снижению влияния неопределённости в реальных условиях эксплуатации.

В зависимости от физического принципа действия уровнемеры можно разделить на

следующие основные группы:

Ультразвуковые уровнемеры – измеряют время прохождения ультразвукового сигнала от излучателя до поверхности жидкости и обратно.

Радарные уровнемеры – используют микроволновое излучение, отражённое от поверхности среды.

Гидростатические уровнемеры – измеряют давление столба жидкости, пропорциональное уровню.

Поплавковые уровнемеры – основаны на механическом перемещении поплавка по мере изменения уровня.

Ёмкостные уровнемеры – фиксируют изменение электрической ёмкости в зависимости от уровня.

Каждый тип имеет свою область применения, диапазон измерений, чувствительность к внешним условиям и, как следствие, специфические источники неопределённости.

Оценка неопределённости начинается с идентификации её источников. Их можно разделить на следующие категории: систематические и случайные ошибки.

Систематические ошибки:

Калибровка прибора – отклонения, возникающие из-за недостаточно точного соответствия показаний уровнемера действительным значениям.

Температурные влияния – изменение скорости звука (в ультразвуковых) или диэлектрической проницаемости (в радарных) при изменении температуры.

Геометрия резервуара – искажения сигнала или неправильный расчёт объёма при некорректном вводе формы резервуара.

Случайные ошибки:

Флуктуации поверхности – движение жидкости, рябь, пульсации.

Электрические шумы и помехи – особенно актуальны для электронных уровнемеров.

Влияние оператора – субъективность при визуальной интерпретации или ручном вводе данных.

Методология оценки неопределённости

Оценка неопределённости измерений является важнейшим элементом метрологического обеспечения и обеспечения достоверности результатов. Согласно международному стандарту ISO/IEC 17025, каждая испытательная или калибровочная лаборатория обязана идентифицировать, оценивать и документировать неопределённость для всех измерений, в которых

она оказывает влияние на результаты.

В качестве методологической базы для оценки неопределённости используется Руководство по выражению неопределённости в измерениях (GUM), в котором представлен универсальный подход к определению и объединению всех источников неопределённости.

Процесс оценки включает несколько ключевых этапов:

Идентификация влияющих факторов. Необходимо определить все возможные источники неопределённости, которые могут повлиять на результат измерения. Это могут быть как технические (точность прибора, калибровка), так и внешние (температура, влажность, вибрации) или организационные (квалификация персонала, методика измерений).

Классификация компонентов неопределённости. Влияющие факторы подразделяются на два основных типа:

Тип А – оценка на основе статистического анализа серии наблюдений.

Тип В – оценка на основе другой информации: паспортные характеристики приборов, сертификаты калибровки, нормативные документы, экспертные оценки и т.п.

Оценка каждой составляющей. Каждому источнику приписывается численное значение стандартной неопределённости, выражающее степень его влияния. Эта оценка должна быть основана на достоверных и верифицированных данных.

Объединение составляющих неопределённости. Все значимые источники объединяются для определения составной стандартной неопределённости. На этом этапе учитываются также коэффициенты чувствительности, если результат измерения зависит от нескольких величин.

Расширение оценки. После получения составной стандартной неопределённости она масштабируется с использованием коэффициента охвата, который определяет доверительный уровень результата. Это позволяет представить итоговую неопределённость в виде интервала, в пределах которого с высокой вероятностью находится истинное значение измеряемой величины.

Документирование и пересмотр. Вся процедура оценки должна быть задокументирована: указываются использованные источники, методы расчёта, допущения и обоснования. При изменении условий, методик или

оборудования необходимо пересматривать и актуализировать оценку неопределённости.

Применение данного подхода обеспечивает прозрачность, воспроизводимость и сопоставимость результатов измерений. Оно также необходимо для демонстрации технической компетентности лаборатории, соответствия международным требованиям и повышения доверия к результатам измерений со стороны потребителей, контролирующих органов и партнёров.

Для более глубокого понимания методики оценки неопределённости в практическом применении, целесообразно рассмотреть типовые примеры расчётов для различных типов уровнемеров. Ниже приводятся качественные описания расчётов, отражающих общий подход без привязки к конкретным числовым данным.

1) Радарный уровнемер в вертикальном резервуаре

В данном случае ключевыми составляющими неопределённости являются:

- нестабильность диэлектрической проницаемости продукта;
- температурное расширение стенок резервуара;
- точность внутренней калибровки прибора;
- отражения от стенок или элементов конструкции внутри резервуара.

Каждый из этих факторов оценивается либо на основании данных производителя (тип В) и по статистике повторных измерений (тип А). После определения стандартных неопределённостей осуществляется их объединение и расчёт расширенной неопределённости для уровня жидкости.

2) Гидростатический уровнемер в подземной ёмкости

Типичными источниками неопределённости будут:

- стабильность датчика давления;
- влияние температуры на плотность жидкости;
- точность положения нуля;
- колебания плотности при изменении температуры окружающей среды.

Дополнительно учитывается влияние не идеальности формы резервуара на объёмные расчёты. Для полной оценки необходима информация из поверки прибора, температурные зависимости и регулярный контроль.

3) Ультразвуковой уровнемер на открытом резервуаре

На открытых резервуарах источниками неопределённости могут быть:

- колебания уровня от ветра или вибрации;
- нестабильность скорости звука в воздухе (зависит от температуры, влажности);
- загрязнение отражающей поверхности;
- углы установки излучателя.

После оценки всех составляющих производится их объединение с использованием формул корневого суммирования, что даёт общее значение стандартной неопределённости.

Оценка неопределённости является не только технической процедурой, но и важным элементом управления качеством и рисками. В контексте уровнемеров она позволяет:

- принимать обоснованные решения по выбору приборов и методик;
- контролировать стабильность технологических процессов;
- обосновывать достоверность данных при коммерческом учёте;
- снижать риски несоответствия нормативным требованиям;
- демонстрировать компетентность в рамках аккредитации по ISO/IEC 17025.

Правильное управление неопределённостью позволяет оптимизировать процессы, избежать завышенной точности (и затрат) там, где она не требуется, и усилить контроль в критичных зонах. Это особенно важно в отраслях с высокими требованиями к безопасности, экологическим стандартам и точности отчётности.

Заключение

Оценка неопределённости измерений уровнемеров является неотъемлемой частью современного метрологического подхода. В статье показано, что источники неопределённости многообразны и зависят как от физических характеристик среды и резервуара, так и от особенностей прибора и условий эксплуатации.

Применение методологии, основанной на GUM и ISO/IEC 17025, позволяет системно и обоснованно оценить совокупную неопределённость и использовать эти данные для повышения надёжности измерений. Практическое значение такой оценки выражается в более точных расчётах, снижении коммерческих и технических рисков, а также в росте доверия со стороны регуляторов и потребителей.

Будущие исследования могут быть направлены на разработку автоматизированных

систем оценки неопределённости, интегрированных в измерительные комплексы, а также на создание типовых методик оценки для различных отраслей и условий эксплуатации уровнемеров.

Список источников

1. ГОСТ ISO/IEC 17025–2019. Государственная система обеспечения единства измерений. Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий. — М.: Стандартиформ, 2019. — 33 с.
2. JCGM 100:2008. Оценивание данных измерений. Руководство по выражению неопределённости измерения (GUM). — Женева: ИСО, 2008. — 120 с.
3. ГОСТ 8.417–2002. Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы величин. — М.: Изд-во стандартов, 2002. — 15 с.
4. СТ РК 2.1–2018. Государственная система обеспечения единства измерений Республики Казахстан. Термины и определения. — Астана: Комитет технического регулирования и метрологии МИНТ РК, 2018. — 20 с.
5. ГОСТ ISO/IEC Guide 98-4–2023. Неопределённость измерений. Часть 4. Роль неопределённости при оценке соответствия. — М.: Стандартиформ, 2023. — 24 с.
6. ГОСТ 8.010–2013. Государственная система обеспечения единства измерений. Методики выполнения измерений. Основные положения. — М.: Стандартиформ, 2013. — 16 с.
7. РМГ 91–2019. Государственная система обеспечения единства измерений. Использование понятий «погрешность измерения» и «неопределённость измерений». Общие принципы. — М.: Росстандарт, 2019. — 13 с.
8. СТ РК 2.184–2010. Государственная система обеспечения единства измерений Республики Казахстан. Оценка неопределённости при калибровке/поверке средств измерений. — Астана: КТРМ РК, 2010. — 22 с.
9. СТ РК 2.317–2015. Государственная система обеспечения единства измерений Республики Казахстан. Выражение неопределённости и достоверности результатов измерений. — Астана: КТРМ РК, 2015. — 18 с.
10. Марков Е. А. Практическое руководство по оценке неопределённости измерений. — М.: Стандарты и качество, 2017. —

96 с.

References

1. GOST ISO/IEC 17025–2019. State System for Ensuring the Uniformity of Measurements. General requirements for the competence of testing and calibration laboratories. — Moscow: Standartinform, 2019. — 33 p.
2. JCGM 100:2008. Evaluation of measurement data — Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM). — Geneva: ISO, 2008. — 120 p.
3. GOST 8.417–2002. State System for Ensuring the Uniformity of Measurements. Units of measurement. — Moscow: Standards Publishing, 2002. — 15 p.
4. ST RK 2.1–2018. State System for Ensuring the Uniformity of Measurements of the Republic of Kazakhstan. Terms and definitions. — Astana: Committee for Technical Regulation and Metrology of the Ministry of Industry and New Technologies of the Republic of Kazakhstan, 2018. — 20 p.
5. GOST ISO/IEC Guide 98-4–2023. Uncertainty of measurement — Part 4: Role of measurement uncertainty in conformity assessment. — Moscow: Standartinform, 2023. — 24 p.
6. GOST 8.010–2013. State System for Ensuring the Uniformity of Measurements. Measurement procedures. Basic provisions. — Moscow: Standartinform, 2013. — 16 p.
7. RMG 91–2019. State System for Ensuring the Uniformity of Measurements. Use of the concepts "measurement error" and "measurement uncertainty". General principles. — Moscow: Rosstandart, 2019. — 13 p.
8. ST RK 2.184–2010. State System for Ensuring the Uniformity of Measurements of the Republic of Kazakhstan. Evaluation of uncertainty during calibration/verification of measuring instruments. — Astana: KTRM RK, 2010. — 22 p.
9. ST RK 2.317–2015. State System for Ensuring the Uniformity of Measurements of the Republic of Kazakhstan. Expression of uncertainty and reliability of measurement results. — Astana: KTRM RK, 2015. — 18 p.
10. Markov E. A. Practical Guide to the Evaluation of Measurement Uncertainty. — Moscow: Standards and Quality Publishing, 2017. — 96 p.

Есентасов Б.К.

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

ДЕҢГЕЙ ӨЛШЕГІШТЕРДІҢ ӨЛШЕУ БЕЛГІСІЗДІГІ

Аңдатпа

Бұл мақалада түрлі деңгейөлшегіштерді қолдану кезінде туындайтын өлшеу белгісіздігінің көздері мен оларды бағалау әдістері қарастырылады. Белгісіздік компоненттерін жүйелі түрде жіктеу тәсілі ұсынылады, соның ішінде физикалық және пайдалану факторларының әсері көрсетіледі. GUM (Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement) әдістемесіне негізделген теориялық аспектілермен қатар, сұйықтық деңгейін өлшеу кезінде жиынтық белгісіздікті есептеу мысалдары келтіріледі. Белгісіздіктің өндірістік және есептік операциялардың дәлдігіне әсері бөлек қарастырылады, сондай-ақ оны төмендету бойынша ұсыныстар берілген. Материал өнеркәсіптегі деңгей өлшеулерін метрологиялық қамтамасыз етумен айналысатын мамандарға арналған.

Түйін сөздер: Деңгей өлшегіш, деңгей өлшеу, өлшеу белгісіздігі, жиынтық белгісіздік, метрология, калибрлеу, резервуар, радарлы деңгей өлшегіш, гидростатикалық әдіс, қате, сұйықтықты есепке алу.

Yessentassov B.K.

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

MEASUREMENT UNCERTAINTY OF LEVEL GAUGES

Abstract

Annotation. This article examines the sources and evaluation methods of measurement uncertainty associated with various types of level gauges. A systematic approach to classifying the components of uncertainty is presented, including the influence of physical and operational factors. Both theoretical aspects, based on the GUM (Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement) methodology, and practical examples of calculating combined uncertainty in liquid level measurement are discussed. Special attention is given to the impact of uncertainty on the accuracy of accounting and technological operations, along with recommendations for its reduction. The material is intended for professionals involved in the metrological support of level measurement in industry.

Key words: Level gauge, level measurement, measurement uncertainty, combined uncertainty, metrology, calibration, tank, radar level gauge, hydrostatic method, error, liquid accounting.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ПОДХОДОВ К ОЦЕНКЕ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

Мергенова Ж. М.

ВКФ РГП «КазСтандарт», Казахстан, Усть-Каменогорск, Казахстан

Аннотация

В статье рассматриваются два различных философских подхода к понятию измерения, представленных в «Руководстве по выражению неопределенности измерений»: реалистический и инструменталистский. Подчеркивается, что отсутствие четкого разграничения между этими подходами приводит к методологическим противоречиям в понимании истинного значения, погрешности и неопределенности. Авторы акцентируют внимание на необходимости философской ясности при интерпретации результатов измерений и демонстрируют значимость инструменталистского подхода в современной метрологической практике, особенно в контексте международных стандартов по аккредитации и обеспечению качества измерений.

Ключевые слова: неопределенность, погрешность, современная метрология, интерпретация результатов измерений.

Введение

Погрешность измерений, как это изложено в Руководстве по выражению неопределенности измерений (на английском языке Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement), представляет собой центральную концепцию современной метрологии [1]. Этот документ, разработанный Совместным комитетом по руководствам в области метрологии (Joint Committee for Guides in Metrology, JCGM), признан международным научным и техническим сообществом за свою методологическую строгость и служит нормативной основой для оценки неопределенности измерений в различных областях науки, промышленности и техники [2].

Особенностью Руководства является его детальное рассмотрение понятий истинного значения, погрешности измерений и их взаимосвязи с неопределенностью. Однако, несмотря на строгость изложенной методологии, положения Руководства, касающиеся интерпретации понятий истинного значения и ошибки, остаются предметом научных дискуссий. Как указывается в исследованиях таких авторов, как Уиллинк (Willink, 2013) [3], а

также Мари и Джордани (Mari и Giordani, 2008) [4], трактовки этих понятий зачастую неоднозначны, что приводит к концептуальным противоречиям и затрудняет практическое применение положений Руководства.

Корень указанных трудностей заключается в отсутствии четкого разграничения между двумя философскими подходами к измерениям:

Реалистический подход рассматривает измерение как деятельность, направленную на приближение к объективному, но напрямую недоступному, истинному значению физической величины. В рамках этой концепции неопределенность трактуется как количественное выражение степени разброса возможных приближенных оценок истинного значения. Исходной посылкой реалистического подхода является убеждение в существовании объективной реальности, независимой от наблюдателя. Следовательно, задача измерения заключается в максимально точной оценке этой реальности.

Инструменталистский подход, напротив, не стремится к выявлению «истины» как таковой, а сосредоточен на операциональном присвоении числового значения измеряемой величине на основе имеющихся данных, принятых процедур и

допущений. В рамках данной парадигмы неопределенность отражает диапазон значений, которые могут быть обоснованно приписаны измеряемой величине в конкретных условиях эксперимента. Такой подход ориентирован прежде всего на практическую применимость и воспроизводимость результатов, обеспечивая intersubъективную согласованность в измерениях.

Таким образом, различие между реалистическим и инструменталистским подходами имеет не только философский, но и методологический характер, существенно влияя как на выбор методик измерений, так и на способы представления результатов. С точки зрения реалистического подхода, погрешность — это отклонение от гипотетически существующего эталонного значения, а неопределенность — это мера нашего незнания величины данной погрешности. В рамках инструменталистской концепции понятие погрешности как отклонения от некоего «истинного» значения отходит на второй план. Главную роль приобретает оценка доверительного интервала, в пределах которого разумно ожидать нахождения истинного значения, исходя из всех доступных данных.

Практические последствия этих различий особенно наглядны в процессе калибровки средств измерений. Реалистический подход предполагает стремление к максимально точному эталону, соответствующему некоему «абсолютному» значению, тогда как инструменталистский подход допускает использование интервала допустимых значений, определяемого техническими требованиями, нормативной документацией и согласованием с заказчиком.

Согласно международному документу JCGM 100:2008 — Evaluation of measurement data — Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (в русском переводе — Оценка данных измерений [5]. Руководство по выражению неопределенности измерений), неопределенность рассматривается именно с позиций инструменталистского подхода — как параметр, характеризующий разброс значений, которые могут быть разумно приписаны измеряемой величине на основе всех доступных данных, исходных предположений и принятых статистических моделей.

Более того, в современной лабораторной практике, особенно в контексте аккредитации по международным стандартам ISO/IEC 17025

(Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий) и ISO 17034 (Общие требования к компетентности производителей эталонных материалов), инструменталистская концепция считается предпочтительной. Это связано с её способностью обеспечивать прозрачность, воспроизводимость и метрологическую прослеживаемость результатов измерений, даже в случаях, когда доступ к «истинным» значениям затруднен или невозможен.

Руководство по выражению неопределенности измерений, впервые опубликованное в 1993 году Совместным комитетом по руководствам в области метрологии, стало результатом стремления к созданию унифицированного и общепринятого подхода к оценке неопределенности в измерениях. С момента своего выхода данный документ получил широкое международное признание и фактически стал глобальным стандартом в области научной метрологии (Willink, 2013; Cox и Harris, 2004) [6].

Одной из ключевых задач, решаемых в Руководстве, является установление единых правил учёта как систематических, так и случайных составляющих погрешности посредством единой интегральной характеристики — совокупной неопределенности. До принятия данного документа систематические и случайные погрешности, как правило, оценивались отдельно либо объединялись по различным правилам, зависящим от внутренней практики конкретных лабораторий. Руководство предложило концептуально важную идею: неопределенности, вызванные систематическими эффектами, и неопределенности, обусловленные случайными эффектами, имеют общую природу и подлежат одинаковому статистическому анализу [7]. Эта концепция была впоследствии принята большинством метрологических школ и получила широкое применение на практике.

Вместе с тем Руководство затрагивает один из наиболее сложных и философски спорных вопросов метрологии — проблему недостижимости истинного значения измеряемой величины. В тексте документа истинное значение определяется как идеальная цель, достижимая при выполнении «совершенного» измерения. Однако подчеркивается, что никакое реальное измерение не может быть совершенным, а следовательно, истинное значение в принципе недостижимо и непознаваемо. Это приводит к фундаментальной концептуальной проблеме: если истинное значение недостижимо, то и такие понятия, как точность и погрешность, становятся не поддающимися

объективному подтверждению. Такой вывод ставит под сомнение возможность прямой оценки качества измерений и влечет за собой необходимость пересмотра традиционных подходов. Именно этот аргумент стал одним из ключевых оснований перехода от реалистической к инструменталистской трактовке измерений в современной метрологии. В стремлении устранить методологические противоречия, связанные с определением и использованием понятий «истинного значения» и «погрешности», Руководство по выражению неопределенности измерений (официальное название на английском языке — Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement, опубликованное Совместным комитетом по руководствам в области метрологии) провозглашает переход к операциональному подходу, согласно которому основное внимание уделяется наблюдаемым результатам измерений, а не теоретически постулируемым, но недостижимым истинным значениям.

В частности, в тексте Руководства утверждается, что основной объект анализа — это результат измерения и его оценённая неопределённость, тогда как понятия «истинное значение» и «погрешность» сознательно не рассматриваются как обязательные для применения категории. Подчёркивается, что выражение «значение измеряемой величины» считается эквивалентным понятию «истинное значение измеряемой величины», что делает использование последнего термина избыточным. В связи с этим делается вывод, что в пределах данного подхода упоминание о «погрешности» становится излишним.

Такая позиция вызвала оживлённую дискуссию в научной литературе. Часть исследователей интерпретирует положения [8] Руководства как полный отказ от понятий «истинного значения» и «погрешности» как таковых. Другие считают, что речь идёт исключительно об отказе от использования этих терминов, а не от самих понятий, которые продолжают играть важную роль в контексте метрологического анализа. На этом основании высказывается мнение, что устранение этих терминов приводит к ненужной путанице и не приносит реальных преимуществ, особенно в образовательной и практической деятельности в области метрологии [9]. Кроме того, в ряде современных публикаций высокого уровня снова появляются термины «истинное значение» и

«погрешность» в сочетании с неопределённостью измерений, что подтверждает их концептуальную значимость в научной практике [10].

Дискуссия о правомерности или некорректности использования этих понятий указывает на необходимость прояснения философских оснований подхода к измерениям. Как подчёркивается в работах современных исследователей, различие между реалистическим и инструменталистским подходами к измерению приводит к принципиально разным трактовкам понятий «истинного значения», «погрешности» и «неопределенности» [11]. Реалистический подход утверждает, что измерение должно стремиться к раскрытию объективных характеристик действительности, в то время как инструменталистский подход ориентирован на получение практически применимой информации, пригодной для принятия решений и обеспечения качества.

К сожалению, несмотря на признание существования таких философских различий, ни Руководство по выражению неопределенности измерений, ни другие официальные документы, такие как Международный словарь по метрологии: основные и общие понятия и связанные с ними термины (третье издание), не содержат подробного объяснения этих подходов. Это приводит к множественным интерпретациям и может быть причиной методологических разночтений [12].

Следовательно, несмотря на заявленную универсальность и философскую нейтральность Руководства, на практике отсутствие ясности в философских основах приводит к разночтениям в понимании методологических принципов, что особенно важно учитывать в процессе подготовки специалистов и разработки нормативных документов в области измерений.

Реалистическая точка зрения на измерения и неопределенность: философские основания и эпистемологические трудности

Согласно реалистическому подходу, лежащему в основе философии научного реализма, научные теории отражают объективную реальность по крайней мере приближённо, а описываемые в них сущности обладают онтологическим статусом [13], то есть реально существуют вне зависимости от человеческого восприятия. Величины, которые измеряются, интерпретируются как естественные свойства объектов окружающего мира, существующие независимо от наблюдателя или контекста эксперимента [14,15].

Исходя из этих установок, реалист считает,

что между физическими величинами существуют объективные количественные отношения, к которым можно приблизиться с помощью измерения. В терминологии Международного словаря по метрологии (третье издание) [16], эти соотношения соотносятся с числовыми значениями истинных значений измеряемых величин. Соответственно, измерение рассматривается как деятельность, направленная на определение истинных значений — пусть и с учётом того, что эти значения недостижимы в точности из-за наличия ошибок и ограничений измерительных процедур.

В рамках этой концепции неопределённость измерения трактуется как показатель степени осведомлённости об истинном значении. Например, если в сертификате калибровки указано, что масса эталонной гири составляет 200,000 06 грамма с расширенной неопределённостью $\pm 0,000 03$ грамма, то реалист интерпретирует это как допуск на интервал, в котором с высокой вероятностью находится истинное значение массы данной гири. При этом реалист признаёт, что точное значение остаётся неизвестным, но тем не менее считает правомерным говорить о приближении к истине.

Кроме того, реалист видит взаимосвязь между неопределённостью измерения и погрешностью, поскольку неопределённость может рассматриваться как потенциальная величина отклонения результата от истины. Таким образом, неопределённость становится индикатором точности знания, а не просто статистической характеристикой.

Реалистический подход представляет собой традиционное и интуитивно понятное представление об измерениях. Однако с ним связаны серьёзные эпистемологические трудности. Главная из них заключается в том, что если истинное значение рассматривается как высшая цель измерения, то для утверждения точности результата требуется знание этого самого истинного значения, которое в принципе недоступно [17]. Следовательно, точность измерений в строгом смысле становится не поддающейся верификации.

Иногда утверждается, что точность можно подтвердить с помощью дополнительных данных или научных теорий. Однако это приводит к методологической бесконечности: одни данные обосновываются другими, те — третьими, и так далее, что в конечном итоге либо замыкается в

логический круг, либо приводит к необоснованным исходным допущениям. Такая ситуация ставит под вопрос эпистемологическую состоятельность реалистического подхода и требует рассмотрения альтернативных трактовок измерения.

Инструменталистская концепция измерения: прагматическая философия и операциональное содержание величин

Инструменталистский подход рассматривает измерение как деятельность, направленную не на выявление «объективной истины», а на получение информации, полезной для достижения практических целей. Согласно этой точке зрения, научные теории не обязательно описывают природу такой, какова она есть на самом деле, а являются средствами построения удобных и эффективных моделей, пригодных для описания наблюдаемого поведения объектов [18].

В данной парадигме величины, используемые в научных теориях, трактуются не как присущие природе свойства, а как понятийные инструменты. Эти концепции не обязаны иметь точные аналоги в реальности — важно лишь, чтобы они были функциональны и интерсубъективно согласованы [19]. Так, например, понятие «радиус Земли» остаётся полезным и применимым, несмотря на то, что Земля имеет форму геоида, а не идеальной сферы или эллипсоида. Инструменталист не стремится определить, существует ли «радиус» как физическое свойство, — достаточно, что он помогает описывать планету в нужных рамках.

Основополагающим принципом инструментализма является так называемый операционализм, предложенный П. Бриджменом. Согласно этой точке зрения [20], понятие измеряемой величины определяется через набор операций, с помощью которых производится её измерение. Например, длина объекта — это не «нечто существующее в природе», а результат действия по прикладыванию линейки или другого измерительного устройства. Концепция приобретает значение лишь в контексте процедуры её реализации. Именно поэтому величины получают значение только через измерительные операции, признанные в научном и техническом сообществе.

Современные метрологические стандарты отражают эту философию. Так, стандарт ISO 17034:2016 вводит понятие «операционно определяемой измеряемой величины» [21], то есть такой величины, значение которой корректно только в контексте определённой процедуры измерения. Примерами служат: массовая доля сырой клетчатки в пище, активность ферментов, кислотность среды

(рН), влажность зерна, ударная вязкость и др. Такие величины можно сравнивать между собой только в случае использования идентичной методики измерения. Даже те величины, которые традиционно считаются универсальными (например, масса, концентрация, сила), в рамках инструменталистского подхода трактуются как системные концепции, определяемые отношениями с другими величинами. Так, сила в классической механике не существует как абсолютная сущность, а определяется через вторую формулу Ньютона — как произведение массы на ускорение. Эти связи не отражают «фундаментальные законы природы», а являются частью абстрактной структуры, используемой для описания физического мира [22].

Таким образом, в инструменталистской трактовке измерение представляет собой назначение значения в соответствии с установленными правилами и процедурами. Целью измерения становится не приближение к некоторой абсолютной «истине», а получение практически обоснованной и применимой информации, необходимой для принятия решений, контроля качества, стандартизации и других задач [23]. Инструменталист может использовать термин «истинное значение» в разговорной речи или в документации, но понимает его как условный идеал или целевое значение, согласованное экспертным сообществом. Согласно этой точке зрения, «истинное значение» — это результат консенсуса профессионалов, реализованный через эталонные методики. Чем более признана процедура измерения, тем выше качество полученного результата. Именно поэтому стандарты, такие как ISO 5725-1:1994, определяют такие ключевые параметры, как точность и систематическая погрешность, относительно согласованного эталонного значения [24], а не относительно недостижимого «истинного значения», как это делает Международный словарь по метрологии.

Инструменталистская трактовка неопределенности измерений

Современная метрология допускает различные философские подходы к интерпретации неопределенности измерений, среди которых выделяется инструменталистский подход. Согласно этой концепции, измерение рассматривается не как акт открытия некоего «истинного» значения величины, а как процедура присвоения значения определённой физической величине в соответствии с установленными

правилами и методиками. В этой парадигме основное внимание уделяется операционному аспекту измерения и интерпретации его результатов, а не гипотетическому истинному значению.

Согласно инструменталистскому подходу, измеряемая величина (measurand) может иметь множество разумно допустимых значений, каждое из которых может быть получено при повторении процедуры измерения. Простой пример — измерение длины объекта с помощью линейки. Если наблюдаются расхождения при каждом чтении шкалы, это свидетельствует о наличии множества возможных значений, которые могут быть приписаны измеряемой величине. Вместо того чтобы сообщать все эти значения, на практике принято представлять одно итоговое число (обычно среднее значение), характеризующее совокупность результатов. Однако, поскольку одно значение не способно отразить всего диапазона допустимых результатов, необходимо ввести параметр, отражающий степень разброса — неопределённость измерений.

Таким образом, неопределенность с точки зрения инструментализма — это мера доверия к тому, насколько хорошо одно представляемое значение отражает совокупность допустимых значений измеряемой величины. Это не мера ошибки, как может показаться при реалистском подходе, а скорее характеристика разброса или сомнения относительно того, какое значение из множества возможных следовало бы сообщить как результат измерения. Данный подход согласуется с определениями, приведенными в Руководстве по выражению неопределенности измерений (GUM), где утверждается, что: «Принимая операционную точку зрения, согласно которой результат измерения — это просто значение, приписываемое измеряемой величине, а неопределённость этого результата — это мера разброса значений, которые могли бы быть разумно приписаны измеряемой величине, настоящее руководство фактически разрывает часто вводящую в заблуждение связь между неопределённостью и недоступными для познания величинами “истинное значение” и “погрешность”» [25].

Также подчеркивается, что: «Операционный подход настоящего руководства, при котором внимание сосредоточено на наблюдаемом (или оцененном) значении и наблюдаемой (или оцененной) изменчивости этого значения, делает упоминание об ошибке полностью излишним» [25].

Такое понимание неопределённости

находится в прямом противоречии с реалистским подходом, где предполагается существование уникального истинного значения, и задача измерений — максимально приблизиться к нему, минимизируя ошибку. В рамках инструменталистской парадигмы, напротив, отказ от понятия ошибки делает оценку неопределённости более практически применимой, особенно в сложных измерениях, где невозможно установить точное значение измеряемой величины.

Дополнительным подтверждением инструменталистского подхода служит определение, приведенное в Международном словаре метрологии (VIM, 3-е издание) [26], где неопределенность измерения определяется как: «параметр, связанный с результатом измерения, характеризующий разброс значений, которые можно разумно приписать измеряемой величине».

Такое определение фокусируется не на различии между измеренным и истинным значением, а на интервале возможных допустимых значений, которые можно обоснованно связать с результатом.

Таким образом, инструменталистская трактовка неопределенности способствует более прагматичному и операциональному пониманию измерительного процесса, что особенно актуально в контексте международных стандартов, таких как ISO/IEC Guide 98-3 (GUM) [27], и при практическом применении в различных областях науки и техники, где невозможно или нецелесообразно апеллировать к гипотетически «истинным» значениям. Реалистический и инструменталистский подходы к измерениям различаются в своём философском основании: реалист предполагает существование объективного истинного значения, к которому стремится приближаться через измерения, тогда как инструменталист считает, что измерение — это процедура присвоения значения измеряемой величине на основе согласованных и воспроизводимых методов. В первом случае неопределённость воспринимается как мера нашего незнания об истинном значении, а во втором — как параметр, отражающий диапазон допустимых значений, обусловленный методикой измерения. В практической метрологии, особенно в рамках стандартов ISO, включая ISO 17034, применяется инструменталистский подход, поскольку он обеспечивает прослеживаемость, объективную

воспроизводимость и согласованность между лабораториями, даже если истинное значение остаётся недостижимым или вовсе не определено.

Список источников

1. ISO. Руководство по выражению неопределенности измерений (GUM). — 1993.
2. BIPM. Доклад Рабочей группы BIPM по выражению неопределенности Комитету по мерам и весам (CIPM). — 1980.
3. Уиллинг, Р. Неопределенность измерений и вероятность. — Кембридж: Cambridge University Press, 2013.
4. Мари, Л., Джордани, А. Измерения, неопределенность и онтология: эпистемологический анализ // *Metrologia*. — 2008. — Т. 45, № 6. — С. L11–L20.
5. JCGM 100:2008. Оценка данных измерений — Руководство по выражению неопределенности измерений (GUM 1995 с незначительными исправлениями).
6. Кокс, М. Г., Форбс, А. Б. Роль неопределенности измерений в оценке соответствия. — Национальная физическая лаборатория, 2006.
7. Каккер, Р., Зоммер, К.-Д., Кессель, Р. Эволюция современных подходов к выражению неопределенности измерений // *Metrologia*. — 2007. — Т. 44. — С. 513–529.
8. Де Бивр, П. Точность против неопределенности // *Accreditation and Quality Assurance*. — 2006. — Т. 10. — С. 645–646.
9. Александров, Ю. И. Неопределенность измерений: двадцать лет спустя // *Fresenius Journal of Analytical Chemistry*. — 2001. — Т. 370. — С. 690–693.
10. Эрлих, К., Дюбкер, Р., Вёгер, В. Эволюция философии и описания измерений (предварительное обоснование VIM3) // *Accreditation and Quality Assurance*. — 2007. — Т. 12. — С. 201–218.
11. Мари, Л., Джордани, А. Моделирование измерений: ошибка и неопределенность // В кн.: *Hon G., Boumans M. (ред.) Error and Uncertainty in Scientific Practice*. — Лондон: Pickering & Chatto, 2014.
12. JCGM. Международный словарь по метрологии — Основные и общие понятия и термины (VIM), 3-е изд. — 2012.
13. Чакраварти, А. Научный реализм // В кн.: *Zalta E. N. (ред.) Stanford Encyclopedia of Philosophy* (летнее издание 2017 г.).

14. Таль, Э. Измерение в науке // В кн.: *Zalta E. N. (ред.) Stanford Encyclopedia of Philosophy* (осеннее издание 2020 г.).
15. Шерри, Д. Термоскопы, термометры и основания измерений // *Studies in History and Philosophy of Science Part A*. — 2011. — Т. 42. — С. 509–524.
16. Мари, Л. Эволюция Международного словаря метрологии (VIM) за 30 лет // *Metrologia*. — 2014. — Т. 52. — С. R1–R10.
17. Чанг, Х. Изобретая температуру: измерения и научный прогресс. — Оксфорд: Oxford University Press, 2004.
18. Андреас, Х. Теоретические термины в науке // В кн.: *Zalta E. N. (ред.) Stanford Encyclopedia of Philosophy* (осеннее издание 2021 г.).
19. Джеймс, У. Прагматизм и другие работы / под ред. Г. Ганна. — Нью-Йорк: Penguin Group, 2000. — Первоначально опубликовано в 1907 г.
20. Карнап, Р. Введение в философию науки / под ред. М. Гарднера. — Нью-Йорк: Dover Publications, 1995. — Первоначально опубликовано в 1966 г.
21. ISO. Общие требования к компетентности производителей эталонных материалов (ISO 17034:2016). — 2016.
22. ISO. Терминологическая работа — Принципы и методы (ISO 704:2009). — 2009.
23. Мари, Л., Карбоне, П., Петри, Д. Основы измерений: прагматический взгляд // *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*. — 2012. — Т. 61. — С. 2107–2115.
24. ISO. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений — Часть 1: Общие принципы и определения (ISO 5725–1:1994). — 1994.
25. Таль, Э. Измерение в науке // В кн.: *Zalta E. N. (ред.) Stanford Encyclopedia of Philosophy* (осеннее издание 2020 г.).
26. Мари, Л. Значение понятия «величина» в измерениях // *Measurement*. — 1996. — Т. 17. — С. 127–138.
27. Карнап, Р. Логическая структура мира и псевдопроблемы философии. — Чикаго и Лас-Саль: Open Court, 2003. — Первоначально опубликовано в 1967 г.
2. BIPM (1980). Report of the BIPM Working Group on the Statement of Uncertainties to the Comité international des poids et mesures.
3. Willink, R. Measurement Uncertainty and Probability. — Cambridge University Press, 2013.
4. Mari, L., Giordani, A. Measurement, Uncertainty and Ontology: An Epistemological Analysis // *Metrologia*. — 2008. — Vol. 45, No. 6. — P. L11–L20.
5. JCGM 100:2008. Evaluation of measurement data — Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM 1995 with minor corrections).
6. Cox, M. G., Forbes, A. B. The role of measurement uncertainty in conformity assessment. — National Physical Laboratory, 2006.
7. Kacker, R., Sommer, K-D., Kessel, R. Evolution of modern approaches to express uncertainty in measurement // *Metrologia*. — 2007. — Vol. 44. — P. 513–529.
8. De Bièvre, P. Accuracy versus uncertainty // *Accreditation and Quality Assurance*. — 2006. — Vol. 10. — P. 645–646.
9. Alexandrov, Y. I. Uncertainty of measurement. Twenty years afterwards // *Fresenius Journal of Analytical Chemistry*. — 2001. — Vol. 370. — P. 690–693.
10. Ehrlich, C., Dybkaer, R., Wöger, W. Evolution of philosophy and description of measurement (preliminary rationale for VIM3) // *Accreditation and Quality Assurance*. — 2007. — Vol. 12. — P. 201–218.
11. Mari, L., Giordani, A. Modeling measurement: error and uncertainty // In: Hon, G., Boumans, M. (Eds.), Petersen, A. C. Error and uncertainty in scientific practice. — Pickering & Chatto, London, 2014.
12. JCGM (2012). International vocabulary of metrology—basic and general concepts and associated terms (VIM), 3rd edn.
13. Chakravarty, A. Scientific realism // In: Zalta, E. N. (Ed.) *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Summer 2017 Edition).
14. Tal, E. Measurement in Science // In: Zalta, E. N. (Ed.) *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Fall 2020 Edition).
15. Sherry, D. Thermoscopes, thermometers, and the foundations of measurement // *Studies in History and Philosophy of Science Part A*. — 2011. — Vol. 42. — P. 509–524.
16. Mari, L. Evolution of 30 years of the International Vocabulary of Metrology (VIM) // *Metrologia*. — 2014. — Vol. 52. — P. R1–R10.

References

1. ISO (1993). Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM).

17. Chang, H. *Inventing temperature: measurement and scientific progress*. — Oxford University Press, Oxford, 2004.
18. Andreas, H. Theoretical terms in science // In: Zalta, E. N. (Ed.) *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Fall 2021 Edition).
19. James, W. *Pragmatism and Other Writings*, Gunn, G. (Ed.), Penguin Group, New York, 2000. Originally published in 1907.
20. Carnap, R. *An introduction to the philosophy of science*, Gardner, M. (Ed.), Dover Publications, 1995. Originally published in 1966.
21. ISO (2016). *General requirements for the competence of reference material producers* (ISO 17034:2016).
22. ISO (2009). *Terminology work—principles and methods* (ISO 704:2009).
23. Mari, L., Carbone, P., Petri, D. *Measurement fundamentals: a pragmatic view* // *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*. — 2012. — Vol. 61. — P. 2107–2115.
24. ISO (1994). *Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results—Part 1: General principles and definitions* (ISO 5725–1:1994).
25. Tal, E. *Measurement in Science* // In: Zalta, E. N. (Ed.) *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Fall 2020 Edition).
26. Mari, L. The meaning of “quantity” in measurement // *Measurement*. — 1996. — Vol. 17. — P. 127–138.
27. Carnap, R. *The logical structure of the world and pseudoproblems in philosophy*, Open Court, Chicago and La Salle, 2003. Originally published in 1967

Мергенова Ж. М.

"ҚазСтандарт" РМК Шығыс Қазақстан филиалы, Өскемен қ., Қазақстан

Өлшеу нәтижелерінің анықталмағандығын бағалаудың негізгі тәсілдеріне салыстырмалы талдау

Аңдатпа

Бұл мақалада өлшеу ұғымына қатысты Өлшеулер нәтижелерінің анықталмағандығын білдіру жөніндегі нұсқаулықта (GUM) ұсынылған екі түрлі философиялық тәсіл — реалистік және инструменталистік көзқарастар қарастырылады. Бұл тәсілдердің ара-жігін нақты ажыратпау шынайы мән, қате және анықталмағандық түсініктерінде әдіснамалық қайшылықтарға алып келетіні атап өтіледі. Авторлар өлшеу нәтижелерін түсіндіруде философиялық айқындықтың маңыздылығына назар аударады және қазіргі метрология тәжірибесінде, әсіресе өлшемдердің сапасын қамтамасыз ету мен аккредиттеу жөніндегі халықаралық стандарттар аясында, инструменталистік тәсілдің өзектілігін көрсетеді.

Түйінді сөздер: анықталмағандық, қате, қазіргі метрология, өлшеу нәтижелерін түсіндіру.

Z. M. Mergenova

East Kazakhstan Branch of RSE "KazStandard", Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan

Comparative Analysis of the Main Approaches to the Evaluation of Measurement Uncertainty

Annotation

This article examines two distinct philosophical approaches to the concept of measurement as presented in the Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM): the realist and the instrumentalist perspectives. It is emphasized that the lack of clear differentiation between these approaches leads to methodological contradictions in the understanding of true value, error, and uncertainty. The authors highlight the need for philosophical clarity in the interpretation of measurement results and demonstrate the relevance of the instrumentalist approach in contemporary metrological practice, particularly in the context of international standards for accreditation and measurement quality assurance.

Keywords: uncertainty, error, modern metrology, interpretation of measurement results.

ВЫПУСК В ОБРАЩЕНИЕ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ: ЗАКОНОДАТЕЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН

Рахадинова А.Б.

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

Аннотация

Аннотация: В статье рассматриваются правовые и нормативные основы выпуска в обращение средств измерений в Республике Казахстан. Проанализированы различные определения термина «выпуск в обращение», содержащиеся в законодательстве о техническом регулировании и в правилах метрологического контроля. Особое внимание уделено специфике средств измерений как продукции, которая, в отличие от обычной, подлежит подтверждению соответствия не только при производстве и импорте, но и в процессе эксплуатации. Рассматриваются обязательные процедуры, такие как утверждение типа, метрологическая аттестация и признание результатов утверждения типа СИ. Приведены примеры из практики, раскрывающие последствия несоблюдения требований законодательства. В завершении подчёркивается необходимость осознанного и юридически грамотного подхода к обращению СИ в регулируемой сфере.

Ключевые слова: Выпуск в обращение средств измерений. Процедуры проводимые при выпуске СИ в обращение. Термины в законодательных актах. Реестр ГСИ РК.

Средства измерений (СИ) играют ключевую роль в обеспечении точности и достоверности измерений в различных сферах экономики. В Республике Казахстан выпуск СИ в обращение регулируется законодательством, направленным на обеспечение единства измерений и защиту интересов потребителей.

Понятие «выпуск в обращение» имеет законодательное закрепление в нескольких законодательных актах.

1. Приложение № 9 к Договору о Евразийском экономическом союзе (Протокол о техническом регулировании в рамках Евразийского экономического союза):

- «выпуск продукции в обращение» – поставка или ввоз продукции (в том числе отправка со склада изготовителя или отгрузка без складирования) с целью распространения на территории Союза в ходе коммерческой деятельности на безвозмездной или возмездной основе»;

2. Закон Республики Казахстан от 30 декабря 2020 года № 396-VI ЗРК «О техническом регулировании»:

– «выпуск продукции в обращение» – поставка (реализация) или ввоз продукции (в том числе отправка со склада изготовителя или отгрузка без складирования) с целью распространения на территории Республики Казахстан при осуществлении предпринимательской деятельности»;

3. Приказ Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 27 декабря 2018 года № 931 «Об утверждении Правил утверждения типа, испытаний для целей утверждения типа, метрологической аттестации средств измерений и оказания государственных услуг «Выдача сертификата об утверждении типа средств измерений» и «Выдача сертификата о метрологической аттестации средств измерений», формы сертификата об утверждении типа средств измерений и установления формы знака утверждения типа»:

- «выпуск в обращение» — первичный переход продукции от изготовителя (импортера) к продавцу и (или) потребителю.

В вышеуказанных законодательных актах хоть и упоминается «продукция», необходимо

понимать, что средства измерений — это также продукция, однако специфическая продукция, которая подлежит подтверждению оценки соответствия как при выпуске из производства (новой продукции), так и в период эксплуатации (продукции, бывшей в употреблении).

Средство измерений, подтверждая своё соответствие требованиям к устойчивости и влиянию внешних факторов, должно на протяжении всего жизненного цикла проходить периодическую проверку соответствия обязательным требованиям. Кроме того, СИ, применяемое в регулируемой сфере, в период эксплуатации подлежит контролю со стороны уполномоченного государственного органа — не только на наличие сертификата об утверждении типа и поверки, но и на правильность его применения, включая соответствие допускаемой погрешности установленным требованиям.

Поскольку средства измерений применяются в различных отраслях экономики, к ним предъявляются дифференцированные требования по точности, погрешности, неопределённости и другим метрологическим характеристикам, в зависимости от области применения. Это отличает их от обычной продукции, к которой в рамках технического регулирования предъявляются единые общие требования безопасности.

Таким образом, при осуществлении государственного контроля акцент делается на первичную передачу средств измерений от изготовителя (импортера) к продавцу и (или) потребителю.

Процесс выпуска в обращение СИ, применяемых в сфере государственного контроля

Согласно требованиям законодательства Республики Казахстан СИ, к которым установлены метрологические требования в Перечнях измерений, относящихся к государственному регулированию и отраслевых нормативных правовых актах перед выпуском в обращение подлежат регистрации в реестре Государственной системы обеспечения единства измерений (далее – Реестр ГСИ РК) путем проведения испытаний с целью утверждения типа или метрологической аттестации и последующей поверке.

Выпуск в обращение СИ состоит из

нескольких этапов, но прежде всего, подразумевает момент передачи от завода-изготовителя или импортера (поставщика) **до пользователя**. Главное необходимо учесть, что до эксплуатации СИ, они должны быть зарегистрированы в реестре ГСИ РК (иметь сертификат об утверждении типа или пройти метрологическую аттестацию).

В Реестр ГСИ РК регистрируются:

1. средства измерений, **производимые** на территории Республики Казахстан или **ввозимые** - по результатам испытаний утверждения типа или метрологической аттестации;

2. средства измерений, **выпущенные на территории стран-участницах** Соглашения о взаимном признании результатов испытаний с целью утверждения типа, метрологической аттестации, поверки и калибровки средств измерений, утвержденной постановлением Правительства Республики Казахстан от 29 декабря 2015 года № 1116 - по признанию результатов испытаний и утверждения типа, поверки, метрологической аттестации.

Для наглядного понимания правоприменительной практики изучим процесс выпуска в обращение СИ в вышеуказанных ситуациях, а именно, в отношении ввозимых средств измерений по результатам испытаний и признания.

1. Согласно СТ РК 2.21-2019 «ГСИ РК. Порядок проведения испытаний и утверждения типа средств измерений» для проведения испытаний средств измерений для целей утверждения типа, на соответствие утвержденному типу и для утверждения типа партии, в присутствии представителя заявителя производится случайный отбор образцов. Количество определяется типовой или разработанной программой испытаний, но не менее трёх. Дата изготовления образцов для целей утверждения типа, на соответствие утверждённому типу, производимых серийно, должна составлять не более одного года.

Из этого следует, что требование «не более одного года» применяется исключительно в отношении отбора образцов средств измерений при испытаниях для целей утверждения типа и на соответствие утверждённому типу, производимых серийно.

При метрологической аттестации дата изготовления образцов не имеет значения, так как метрологическая аттестация осуществляется для средств измерений в единичных экземплярах, в том числе единичных экземплярах серийного выпуска, применяемых в условиях и режимах отличающихся

от нормированных, либо в конструкцию которых внесены изменения, влияющие на метрологические характеристики или для которых устанавливаются индивидуальные метрологические характеристики.

Пример: Рассмотрим в качестве примера выпущенный в октябре 2024 года газоанализатор (зарубежного производства), который применяется в сфере государственного метрологического контроля (согласно Перечням измерений). Данный газоанализатор зарегистрирован в Реестре ГСИ РК в январе 2025 года (имеет сертификат об утверждении типа от 20.01.2025 года). Однако, конечный пользователь приобрел данный газоанализатор в марте 2025 года. Считается ли нарушением эксплуатация данного газоанализатора в части требований по выпуску в обращение согласно законодательству об обеспечении единства измерений?

Ответ: нет, не считается. Пользователь приобрел прибор с сертификатом об утверждении типа.

Исходя из вышеизложенного следует понимать, что выданный сертификат об утверждении типа СИ, распространяется на ту серию СИ, из которой были отобраны образцы для проведения соответствующих испытаний.

2. Рассмотрим ситуацию, когда СИ регистрируется в Реестре ГСИ РК через процедуру признания.

В соответствии с Соглашением о взаимном признании результатов испытаний с целью утверждения типа, метрологической аттестации, поверки и калибровки средств измерений от 29 мая 2015 г. (далее - Соглашение) страны, являющиеся участниками Соглашения признают результаты по утверждению типа и первичной поверки средств измерений, **выпускаемых** на территории стран-участников Соглашения в случае соблюдения порядка признания по ПМГ 06-2019 «Порядок признания результатов испытаний и утверждения типа, поверки, метрологической аттестации средств измерений» (далее – ПМГ 06).

По результатам экспертизы материалов на соответствие требованиям ПМГ 06, уполномоченный орган — Комитет технического регулирования и метрологии принимает решение и выдает сертификат о признании результатов по утверждению типа и первичной поверки средств измерений.

В соответствии с ПМГ 06, на территории РК допускаются к применению только те средства

измерений, которые изготовлены **после даты принятия решения** о признании соответствующего сертификата об утверждении типа.

В этой связи, год выпуска применяемых СИ должна быть не ранее даты сертификата о признании результатов по утверждению типа данных СИ.

Пример: Тот же газоанализатор, изготовленный в октябре 2024 года (производства Беларусь или Российской Федерации) и ввезен в Республику Казахстан в 2024 году, но зарегистрирован в Реестре ГСИ РК в январе 2025 года (имеет сертификат о признании утверждения типа от 20.01.2025 года), будет трактоваться как нарушение законодательства ОЕИ, так как дата его изготовления и выпуска в обращение предшествует дате признания. Несмотря на то, что пользователь приобрел прибор с сертификатом о признании утверждения типа, год изготовления газоанализатора должен быть после 20.01.2025 года.

Разные процедуры — единые принципы

Таким образом, несмотря на существование различных процедур выпуска в обращение — через национальные испытания либо по признанию результатов испытаний — единым остаётся основополагающий принцип: средства измерений, применяемые в регулируемой сфере, должны соответствовать требованиям законодательства об обеспечении единства измерений и применяться только по итогам получения сертификата об утверждении типа или решения о признании СИ.

Незнание этих требований не освобождает от ответственности. Важно не только понимать правовые нормы, но и неукоснительно их соблюдать, поскольку от этого зависит как законность применения средств измерений, так и достоверность получаемых результатов, что особенно критично в сферах здравоохранения, безопасности, охраны окружающей среды и других жизненно важных отраслях.

Список источников

1. Республика Казахстан. Закон. Об обеспечении единства измерений: Закон РК от 7 июня 2000 г. № 53-ІІ // Әділет. – URL: https://adilet.zan.kz/rus/docs/Z000000053_
2. Республика Казахстан. Закон. О техническом регулировании: Закон РК от 30 декабря 2020 г. № 396-VI ЗПК // Әділет. – URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/Z2000000396>

References

1. Republic of Kazakhstan. Law. On Ensuring the Uniformity of Measurements: Law of the Republic of Kazakhstan dated June 7, 2000, No. 53-II // Adilet Legal Information System. – URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/Z000000053>
2. Republic of Kazakhstan. Law. On Technical Regulation: Law of the Republic of Kazakhstan dated December 30, 2020, No. 396-VI ZRK // Adilet Legal Information System. – URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/Z2000000396>

Рахадинова А. Б.

"Қазақстан стандарттау және метрология институты" РМК, Астана, Қазақстан

Өлшеу құралдарын айналымға шығару: Қазақстан Республикасындағы заңнамалық аспектілер

Аңдатпа

Аннотация: Мақалада Қазақстан Республикасында өлшеу құралдарын айналымға шығарудың құқықтық және нормативтік негіздері қарастырылады. Техникалық реттеу туралы заңнамада және метрологиялық бақылау ережелерінде қамтылған "айналымға шығару" терминінің әртүрлі анықтамалары талданды. Әдеттегіден айырмашылығы, өндіріс пен импортта ғана емес, сонымен қатар пайдалану процесінде де сәйкестікті растауға жататын өнім ретінде өлшеу құралдарының ерекшелігіне ерекше назар аударылады. Типті бекіту, метрологиялық сертификаттау және ӨҚ типті мақұлдау нәтижелерін тану сияқты міндетті процедуралар қарастырылады. Заң талаптарын сақтамаудың салдарын ашатын тәжірибеден мысалдар келтірілген. Қорытындылай келе, реттелетін салада ӨҚ айналымына саналы және заңды сауатты көзқарастың қажеттілігі атап өтіледі.

Түйінді сөздер: Өлшеу құралдарын айналымға шығару. ӨҚ айналымға шығару кезінде жүргізілетін рәсімдер. Заңнамалық актілердегі терминдер. ҚР МЖӨ тізілімі.

Rakhadinova A. B.

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

Placing Measuring Instruments on the Market: Legislative Aspects in the Republic of Kazakhstan

Abstract:

This article examines the legal and regulatory framework governing the placing on the market of measuring instruments in the Republic of Kazakhstan. Various definitions of the term "placing on the market," as found in technical regulation legislation and metrological control rules, are analyzed. Particular attention is paid to the specific nature of measuring instruments as products that, unlike ordinary goods, require conformity assessment not only during manufacturing and import, but also throughout their operational use. The article discusses mandatory procedures such as type approval, metrological certification, and the recognition of type approval results. Practical examples are provided to illustrate the consequences of non-compliance with legal requirements. The conclusion emphasizes the need for a deliberate and legally competent approach to the circulation of measuring instruments in the regulated sector.

Keywords: Placing on the market of measuring instruments; procedures for placing measuring instruments on the market; terminology in legal acts; State Register of Measuring Instruments of the Republic of Kazakhstan.

ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ ПРИ ПОВЕРКЕ/КАЛИБРОВКЕ ИЗМЕРИТЕЛЕЙ СОДЕРЖАНИЯ ВОДЫ В НЕФТЕПРОДУКТАХ

Ізбас С. Қ.

Актюбинский филиал АО «Национальный центр экспертизы и сертификации», Казахстан, Актюбе

Аннотация

Не маловажным фактором при учетных операциях между потребителем и покупателем в нефтяной промышленности, является влажность. От показателя влажности нефти, то есть содержание воды в нефти, оказывает значительное влияние на его качество, и, соответственно, рыночную стоимость сырья. В индустрии используются различные методы определения влажности нефти как лабораторные так и оперативные. Но так как лабораторный метод затягивает процесс определения показателя влажности, зачастую используют поточные измерители влажности. Определение метрологических характеристик подобных измерителей проводится на специальном стенде, воспроизводящем среду с известным значением влаги. В связи со множеством средств измерений, участвующих в определении действительных метрологических характеристик влагомера, встает вопрос о достоверности полученных результатов. Именно по этой причине для таких измерений проводится расчет неопределенности измерений. В статье приведен краткий анализ подобных измерений, порядок определения метрологических характеристик, а также пример возможного оформления отчета о неопределенности полученных результатов измерений.

Ключевые слова: измерение, погрешность, неопределенность измерений, влажность, измерение влажности нефтепродуктов.

ВВЕДЕНИЕ

Современные технологии поражают разнообразием средств измерений и методом определения того или иного показателя. Темпы роста промышленности, добычи и переработки ископаемых не стоят на месте, вместе с тем вся промышленность непрерывно связана с множеством средств измерений, позволяющим проводить контроль добываемого количества ископаемых, оценки их качества, состава и отдельного показателя.

Но выделим добычу и переработку нефти, как самую развивающуюся отрасль в Республике Казахстан. Нефтяная промышленность - сфера тяжелой индустрии, сочетающая разведку нефтяных и нефтегазовых месторождений, бурение скважин, извлечение нефти и попутного газа, транспортировка нефти.

Полный процесс от разведки, добычи, переработки и выпуска конечного продукта, будь то бензин, керосин или иной нефтепродукт, состоит из множества измерений где используется огромное количество контрольно-измерительной аппаратуры, которая на каждом этапе вносит свой вклад в качество конечного продукта (измерители давления, расхода, плотности, уровня, температуры, различные анализаторы газа, влажности, плотности, вязкости и другое).

Данная аппаратура предназначена для проведения измерений как прямым, так и косвенным методом, и вносит весомый вклад в качество конечного продукта.

В данной статье, хотелось бы остановиться на таком показателе качества нефти – как влажность (влагосодержание).

Не каждый знает, что нефть, добываемая из недр нашей земли не «выходит» чистой, и может

содержать газ и воду. Для разделения нефти используют сепараторы, отстаиваясь в которых идет разделение на фазы: нефть, вода и газ. Однако по прошествии данного процесса в составе нефти все еще может оставаться некоторое количество жидкости, которое и называется – влажностью нефти.

Показатель влажности нефти влияет на его качество, и, соответственно, рыночную стоимость сырья. Чем выше содержание воды, тем ниже его качество. Вода не является полезным компонентом и снижает энергетическую ценность сырья. При продаже нефти важно знать её точный объём и массу **без воды**. Стоимость нефти рассчитывается исходя из «чистой» массы или объёма, поэтому определение влажности важно для справедливых расчётов между покупателем и продавцом. Также, высокое влагосодержание нефти может привести к возникновению коррозии на деталях оборудования, используемого при ее переработке, и сильно усложнит этот процесс. И это далеко не все проблемы, к которым может привести высокое содержание влаги в нефти.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ

Раньше, влажность определяли лабораторными методами. Отбор образцов анализа проводили регулярно, но в связи не с постоянным потоком, полученные результаты можно было отнести только к моменту непосредственного отбора образцов.

С развитием технологий, появились современные приборы, позволяющие определять показатели качества нефти, путем непрерывного оперативного контроля. Такие приборы устанавливаются непосредственно на трубопроводе, и посредством различных связей, передают данные на прямую на пульт управления оператора. Одним из таких приборов – поточный анализатор влагосодержания или влагомер.

Принцип работы влагомеров нефти основан на **диэлектрическом методе измерения**, который использует различие в диэлектрических свойствах нефти и воды. Поскольку вода имеет значительно более высокую диэлектрическую проницаемость по сравнению с нефтью, прибор способен точно определить содержание воды в потоке нефти.

Но для оценки действительного качества нефтепродукта не маловажную роль играют точностные характеристики самого прибора, определяющего показатель.

В данной статье рассматривается конкретный пример расчета неопределенности

измерений при определении метрологических характеристик измерителя содержания нефти с использованием государственного рабочего эталона единицы объемного влагосодержания (далее - ГРЭ) в диапазоне от 0,01 до 100 % объемной доли воды.

В качестве объекта исследования выбран измеритель содержания воды DC-3510 (далее – влагомер). Влагомер предназначен для определения содержания воды в нефти в режиме реального времени. Он широко применяется в системах учёта и контроля качества нефти, а также в технологических процессах переработки и транспортировки. Метрологические характеристики влагомера, проверяемые в ходе исследования:

Диапазон измерения содержания воды в нефти, % об. д. от 0 до 2,0;

Пределы абсолютной погрешности, не более, % об. д.

- в диапазоне от 0 до 1 % об. д. $\pm 0,05$;

- в диапазоне от 1 до 2 % об. д. $\pm 0,1$;

Исследования проводят с помощью ГРЭ, являющейся поверочной установкой стационарного исполнения на базе Стенда для поверки поточных влагомеров, в состав которой входят:

- стенд для поверки поточных влагомеров Phase Dynamics с диапазоном измерения от 0 до 100 %, с погрешностью $\pm (0,02 - 0,5)$ % об. доли воды;

- кулонометрический титратор C30S с диапазоном измерения воды в образце от 0,001 до 100 мг, погрешность титрования $\pm 3,0$ %, относительное СКО случайной составляющей погрешности 1,5 %;

- весы электронные лабораторные неавтоматического действия XPR5003S с диапазоном измерения от 100 мг до 5100 г, I (специальный) класса точности по ГОСТ OIML R76-1-2011, дискретность 1 мг;

- плотномер Excellence D6 с диапазоном измерения плотности от 0 до 3 г/см³, дискретность 0,000001 г/см³. Предел абсолютной погрешности измерений $\pm 0,000005$ г/см³;

- термометр лабораторный электронный ЛТ-300 с диапазоном измерения от минус 50 до 300 °С, погрешность $\pm 0,05$ °С;

- набор гирь E1, диапазон от 1 мг до 500 г, класс точности – E1;

- набор гирь E1, диапазон от 1 кг до 10 кг, класс точности – E;

- набор мерной посуды с объемом от 25 мл до 1000 мл, класс точности – 2;

- измеритель комбинированный Testo 625, диапазон от 0 до 100 %; от минус 10 до 60 °С, погрешность $\pm 2,5$ %; $\pm 0,5$ °С;

- барометр-анероид контрольный М-67 с диапазоном от 610 до 790 мм рт. ст, погрешность $\pm 0,8$ мм рт. ст.;
- манометр избыточного давления МТИф с диапазоном от 0 до 60 кгс/см², погрешность $\pm 0,4$ %.

Порядок проведения измерений

Определение метрологических характеристик влагомера проводят последовательно в четырех реперных точках на смесях с различным влагосодержанием.

Последовательность и состав реперных точек приведены в таблице 1.

Таблица 1

№ реперной точки	Влагосодержание (% от диапазона измерения влагомера)	Проводимое действие
1	0	Калибровка влагомера
2	30	Определение абсолютной погрешности
3	60	Определение абсолютной погрешности
4	100	Определение абсолютной погрешности

Проводят процедуру калибровки влагомера на поверочной смеси с минимальным влагосодержанием (реперная точка 1). Для этого заполняют гидравлический контур установки маслом, с помощью мерных колб или цилиндров. При этом осуществляют взвешивание наполненной мерной колбы (цилиндра) и опорожненной. Значение объема залитого масла $V_{Ж}$ определяют по формуле (1):

$$V_{Ж1} = \frac{\sum_{i=1}^n (m_{Пi} - m_{Оi})}{\rho_{жс}}, \quad (1)$$

где, $m_{Пi}$ – масса наполненной мерной колбы (цилиндра), г;

$m_{Оi}$ – масса опорожненной мерной колбы (цилиндра), г;

$\rho_{жс}$ – значение плотности масла, при температуре проведения калибровки, кг/м³;

n – число наполнений (опорожнения) мерных колб (цилиндров).

После установления требуемой температуры отбирают пробу объемом $V_{Ж2}$ для определения начального влагосодержания масла. Значение объема пробы $V_{Ж2}$ определяется исходя из количества, необходимого для используемого лабораторного метода определения влагосодержания. При этом объем залитой в установку масла $V_{Ж3}$ принимают равным формуле (2):

$$V_{Ж3} = V_{Ж1} - V_{Ж2} \quad (2)$$

Влагосодержание определяют с применением кулонометрического титратора С30S.

Используя данные начального влагосодержания в системе стенда, проводится калибровка начального показания влагомера.

Последовательно проводят определение отклонения влагомера на поверочных смесях в реперных точках 2, 3, 4 (объемное влагосодержание соответственно 30 %, 60 %, 100 % от диапазона измерения влагомера). Приготовление калибруемых смесей осуществляют единообразно, начиная с реперной точки 2 (объемное влагосодержание 30 % от диапазона измерения влагомера) следующим образом.

Готовят калибруемую смесь с заданным влагосодержанием в установке путем добавления определенного объема дистиллированной воды. Значение объема добавляемой воды $V_{ВД}$ вычисляют по формуле (3):

$$V_{ВД} = \frac{W_1 - W_0}{100 - W_1} \times V_0, \quad (3)$$

где, W_1 - требуемое влагосодержание в данной реперной точке, % объемных долей воды;

W_0 - текущее влагосодержание смеси, % объемных долей воды;

V_0 - текущее значение объема смеси, см³. При подготовке поверочной смеси для реперной точки 2

значение V_0 принимают равным $V_{ЖЗ}$. При подготовке последующих поверочных смесей к значению

$V_{ЖЗ}$ добавляют значение фактически добавленного объема воды.

8.3.3.2 Добавляют воду посредством автоматизированной системы заполнения и дозирования поверочной установки, либо с помощью мерной колбы или цилиндра. При этом определяют значение фактического объема залитой воды $V_{вдф}$. При использовании мерной колбы осуществляют взвешивание наполненной мерной колбы (цилиндра) и опорожненной. Значение фактического объема залитой воды определяют по формуле (4):

$$V_{вдф} = \frac{m_{вп} - m_{во}}{\rho_{в}}, \quad (4)$$

где, $m_{вп}$ – масса наполненной мерной колбы (цилиндра), г;

$m_{во}$ – масса опорожненной мерной колбы (цилиндра), г;

$\rho_{в}$ – плотность дистиллированной воды при температуре проведения калибровки, кг/м³.

Расчетное значение влагосодержания в данной реперной точке в % объемных долей воды $W_{1ф}$ формуле (5):

$$W_{1ф} = \frac{V_{вдф} + \frac{W_{до} \times V_{до}}{100}}{V_{до} + V_{вдф}} \times 100, \quad (5)$$

где, $W_{до}$ – влагосодержание смеси до добавления воды, % объемных долей воды;

$V_{до}$ – объем смеси до добавления воды, см³; .

Значение $W_{1ф}$ принимают как истинное и используют для сравнения с показаниями влагомера в данной реперной точке.

Определение абсолютной погрешности влагомера вычисляют по формуле (7):

$$\Delta_{абс.} = X_{изм} - X_{со} \quad (6)$$

где, $X_{со}$ – значение объемной доли воды в калибруемой жидкости, %;

$X_{изм}$ – значение объемной доли воды, измеренное влагомером, %.

При проведении измерений получены следующие результаты:

Таблица 2

№	Реперная точка	$V_{до}$	$m_{вдф}$	$\rho_{в}$	$V_{вдф}$	$W_{до}$	W_i	$X_{изм}$	Δ
	%	см ³	г	г/см ³	см ³	%		%	%
1	0,5	2200,234	10,48	0,9982	10,50	0,47	0,470	0,484	0,014
2	1	2210,733	11,81	0,9982	11,84	0,470	1,000	0,985	-0,015
3	1,5	2222,573	11,81	0,9982	11,28	1,000212	1,500	1,486	-0,014
4	2	2233,853	11,81	0,9982	11,39	1,500118	2,000	1,977	-0,023

Также в связи с участием Казахстана в международных метрологических организациях, для оценки достоверности результатов измерений используется такой термин – как неопределенность измерений.

Неопределенность — это количественная мера того, насколько надежна оценка измеренного значения и полученный результат. Неопределенность не означает сомнения в результате, а, наоборот, неопределенность предполагает повышение степени достоверности результата.

Понятие неопределенности явилось результатом развития теоретической метрологии и в настоящее время наиболее полно отвечает современным требованиям технического прогресса и является единственной международно признанной мерой оценки точности. В связи с этим в наших исследованиях применены требования «Руководства по выражению неопределенности измерений» (GUM).

ПОРЯДОК ОЦЕНКИ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ

В ходе описанных выше измерений, и на основании полученных результатов, ниже приведен пример расчета неопределенности измерений при определении погрешности влагомера в точке 2 % об.д. воды.

РАСЧЕТ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ

Измеритель содержания воды	модели DC-3510	Зав. №	190121001
----------------------------	----------------	--------	-----------

1 этап. Измерительная задача:

Неопределенность рассчитывается при определении абсолютной погрешности, между измеренным влагомером значением влагосодержания, и сравнением с расчетными значениями влагосодержания, при измерении массы залитой смеси и воды, определяемой взвешиванием на весах XPR5003S, и плотности смеси и воды, определяемой плотномером Excellence D6 , контролируемое титратором C30S

2 этап Математическая модель:

$$\Delta = X_{\text{изм}} - \left(\frac{\frac{m_{\text{вдф}}}{\rho_{\text{в}}} + \frac{W_{\text{до}} \times m_{\text{до}}}{100 \times \rho_{\text{до}}}}{\frac{m_{\text{до}}}{\rho_{\text{до}}} + \frac{m_{\text{вдф}}}{\rho_{\text{в}}}} \times 100 \right)$$

где:	Хизм - показания влагосодержания, измеренное влагомером;	1,9766	%
	мвдф - масса фактически залитой воды;	11,810	г
	ρв - плотность дистиллированной воды, при температуре измерений, равная;	0,9982	г/см ³
	Wдо - влагосодержание смеси до добавления воды;	1,50	%
	мдо - масса смеси до добавления воды;	1910,900	г
	ρдо - плотность смеси до добавления воды;	0,8554	г/см ³

3 этап Результат наблюдений:

№	Физическая величина, измеренная средством измерения	Единица измерения физической величины	Результат полученный при отдельном наблюдении	Среднее арифметическое из n-наблюдений	Среднее квадратическое отклонение
1	Влагосодержание	%	0,4843	-	-
2			0,985		
3			1,4863		
4			1,9766		

Величина, Xi	Вклад неопределенности	Обозначение	Отклонение
Хизм	вносит неопределенность типа В, связанную с погрешностью оператора, при снятии показаний с влагомера, %	d(Хизм)	0,0001
мвдф	вносит неопределенность типа В, связанную с расширенной неопределенностью весов, г, при k=2 и P=0,95	U(мвдф)	0,001

ρ_v	вносит неопределенность типа В, связанную с расширенной неопределенностью плотномера, г/см ³ , при k=2 и P=0,95	$U(\rho_v)$	0,0001
$W_{до}$	вносит неопределенность типа В, связанную с расширенной неопределенностью титратора, %, при k=2 и P=0,95	$U(W_{до})$	0,01
$m_{до}$	вносит неопределенность типа В, связанную с расширенной неопределенностью весов, г, при k=2 и P=0,95	$U(m_{до})$	0,001
$\rho_{до}$	вносит неопределенность типа В, связанную с расширенной неопределенностью плотномера, г/см ³ , при k=2 и P=0,95	$U(\rho_{до})$	0,0001

Обозначение $U_i(X_i)$	Отклонение	Формула расчета неопределенности	$U_i(X_i)$
$u_B(X_{изм})$	0,0001	$u_B(X_{изм}) = d_{изм} / (2\sqrt{3})$	2,88675E-05
$u_B(m_{вдф})$	0,001	$u_B(m_{вдф}) = U_{мвдф} / k$	0,0005
$u_B(\rho_v)$	0,0001	$u_B(\rho_v) = U_{\rho_v} / k$	0,00005
$u_B(W_{до})$	0,0	$u_B(W_{до}) = U_{W_{до}} / k$	0,005
$u_B(m_{до})$	0,001	$u_B(m_{до}) = U_{m_{до}} / k$	0,0005
$u_B(\rho_{до})$	0,0001	$u_B(\rho_{до}) = U_{\rho_{до}} / k$	0,00005

4 этап Корреляции:

Выходные величины рассматриваются как не коррелируемые.

5 этап Коэффициенты чувствительности:

$X_{изм}$	$C(X_{изм}) = \frac{\partial \Delta}{\partial X_{изм}}$	$C(X_{изм}) = 1$	1	%
$m_{вдф}$	$C(m_{вдф}) = \frac{\partial \Delta}{\partial m_{вдф}}$	$C(m_{вдф}) = \frac{\partial \Delta}{\partial m_{вдф}} = 1 - \left(\frac{100 \rho_{до} \rho_v m_{до} - W_{до} m_{до} \rho_{до} \rho_v}{(\rho_v m_{до} + \rho_{до} m_{вдф})^2} \right)$	0,956	%/Г
ρ_v	$C(\rho_v) = \frac{\partial \Delta}{\partial \rho_v}$	$C(\rho_v) = \frac{\partial \Delta}{\partial \rho_v} = 1 - \left(\frac{W_{до} m_{до} m_{вдф} \rho_{до} - 100 m_{до} m_{вдф} \rho_{до}}{(\rho_v m_{до} + \rho_{до} m_{вдф})^2} \right)$	1,517	%×см ³ /Г
$W_{до}$	$C(W_{до}) = \frac{\partial \Delta}{\partial W_{до}}$	$C(W_{до}) = \frac{\partial \Delta}{\partial W_{до}} = 1 - \frac{m_{до} \rho_v}{\rho_v m_{до} + \rho_{до} m_{вдф}}$	0,0053	-
$m_{до}$	$C(m_{до}) = \frac{\partial \Delta}{\partial m_{до}}$	$C(m_{до}) = 1 - \left(\frac{W_{до} m_{вдф} \rho_{до} \rho_v - 100 m_{вдф} \rho_{до} \rho_v}{(\rho_v m_{до} + \rho_{до} m_{вдф})^2} \right)$	1,0003	%/Г
$\rho_{до}$	$C(\rho_{до}) = \frac{\partial \Delta}{\partial \rho_{до}}$	$C(\rho_{до}) = \frac{\partial \Delta}{\partial \rho_{до}} = 1 - \left(\frac{100 m_{вдф} m_{до} \rho_v - W_{до} m_{вдф} m_{до} \rho_v}{(\rho_v m_{до} + \rho_{до} m_{вдф})^2} \right)$	0,397	%×см ³ /Г

6 этап Расчет суммарная стандартная неопределенность:

$$u_C = \sqrt{\sum_{i=1}^n (C_i \cdot u_i(x_i))^2} = 0,0007 \quad \%$$

Ізбас С. Қ.

«Ұлттық сараптама және сертификаттау орталығы» АҚ Ақтөбе филиалы, Қазақстан Республикасы, Ақтөбе қ.

**МҰНАЙ ӨНІМДЕРІНДЕГІ СУ МӨЛШЕРІН ӨЛШЕЙТІН ҚҰРАЛДАРДЫ
ТЕКСЕРУ/КАЛИБРЛЕУ КЕЗІНДЕ ӨЛШЕУДІҢ БЕЛГІСІЗДІГІН БАҒАЛАУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ**
Аңдатпа

Мұнай өнеркәсібінде тұтынушы мен сатып алушы арасындағы операцияларды есепке алудың маңызды факторы ылғалдылық болып табылады. Мұнайдың ылғалдылығы, яғни мұнайдағы судың мөлшері оның сапасына, сәйкесінше шикізаттың нарықтық құнына айтарлықтай әсер етеді. Өнеркәсіпте мұнайдың ылғалдылығын анықтаудың әртүрлі зертханалық және операциялық әдістері қолданылады. Бірақ зертханалық әдіс ылғалдылық деңгейін анықтау процесін кешіктіретіндіктен, желідегі ылғалдылық өлшегіштері жиі қолданылады. Мұндай өлшеу құралдарының метрологиялық сипаттамаларын анықтау ылғалдылығы белгілі ортаны қайта шығаратын арнайы стендте жүргізіледі. Ылғал өлшегіштің нақты метрологиялық сипаттамаларын анықтауға қатысатын өлшеу құралдарының көптігіне байланысты алынған нәтижелердің сенімділігі туралы сұрақ туындайды. Дәл осы себепті мұндай өлшемдер үшін өлшеу белгісіздігінің есептеулері орындалады. Мақалада мұндай өлшемдердің қысқаша талдауы, метрологиялық сипаттамаларды анықтау тәртібі және алынған өлшеу нәтижелерінің белгісіздігі туралы есептің ықтимал дизайнының мысалы келтірілген.

Түйінді сөздер: өлшеу, қателік, өлшеудің белгісіздігі, ылғалдылық, мұнай өнімдерінің ылғалдылығын өлшеу.

Izbas S.K.

Aktobe Branch of JSC "National Center for Expertise and Certification", Republic of Kazakhstan, Aktobe

**FEATURES OF MEASUREMENT UNCERTAINTY EVALUATION DURING
VERIFICATION/CALIBRATION OF WATER CONTENT METERS IN PETROLEUM PRODUCTS**

Abstract

An important factor in accounting transactions between the consumer and the buyer in the oil industry is humidity. The oil humidity indicator, that is, the water content in oil, has a significant impact on its quality, and, accordingly, the market value of raw materials. The industry uses various methods for determining oil humidity, both laboratory and operational. But since the laboratory method delays the process of determining the humidity indicator, flow humidity meters are often used. Determination of the metrological characteristics of such meters is carried out on a special stand reproducing an environment with a known moisture value. In connection with the many measuring instruments involved in determining the actual metrological characteristics of the moisture meter, the question arises about the reliability of the results obtained. It is for this reason that the uncertainty of measurements is calculated for such measurements. The article will provide a brief analysis of such measurements, the procedure for determining the metrological characteristics, as well as an example of a possible report on the uncertainty of the obtained measurement results.

Keywords: Measurement, error, measurement uncertainty, moisture, moisture measurement in petroleum products.

Влияние переопределения Кельвина на работу государственного эталона единицы температуры

Дуйсебаева К.К., Бекенова Д.С.

*РГП «Казахстанский институт стандартизации и метрологии», Казахстан, Астана
Казахский национальный технический университет им. К.Сатпаева, Казахстан, Алматы*

Аннотация

В данной статье рассматривается вопрос о влиянии переопределения Кельвина, одной из основных единиц Международной системы СИ на Государственный эталон единицы температуры. Необходимость рассмотрения данного вопроса вызвано тем, что состав ГЭ единицы температуры входят реперные точки, в том числе тройная точка воды (Т.Т.В.) и воспроизводятся в соответствии Международной температурной шкалой МТШ-90. Единица температуры Кельвин теперь определяется путем присвоения точного значения постоянной Больцмана, вместо раннего определения Кельвина через температуру тройной точки воды.

В статье приведен международное признанное значение постоянной Больцмана и ее относительная стандартная неопределенность. Также другие методы определения постоянной Больцмана, поскольку невозможно напрямую экспериментально определить среднюю тепловую энергию kT , должны быть измерены величины, которые коррелируются с тепловой энергией. В результате анализа данных и официального документа рабочей группы по температуре МБМВ установлены, что изменение определения кельвина практически не повлияет на реализацию МТШ-90 и Казахстан уже имеет эталон единицы температуры с достаточно высокой точностью и для нашей страны нет необходимости использовать методы определения и прослеживаемость к константе Больцмана.

Ключевые слова: Переопределение Кельвина, постоянная Больцмана, тройная точка воды, реперные точки, Международная температурная шкала (МТШ-90), стандартная неопределенность.

Как известно, 16 ноября 2018 года 26-я Генеральная конференция по весам и мерам единогласно проголосовала за новые определения основных единиц СИ: килограмма, ампера, кельвина и моля и 20 мая 2019 года новые определения вступили в силу.

Целью переопределения основных единиц через универсальные физические константы была устранение зависимости единиц от какого-либо образца или материала.

Одна из основных единиц Международной системы СИ является единица температуры Кельвин определялась через температуру тройной точки воды и зависела от свойства воды.

Новое определение единицы термодинамической температуры звучит теперь как, «Кельвин, символ К это единица

термодинамической температуры, которая определена путем установления фиксированного численного значения постоянной Больцмана k равным $1,380649 \times 10^{-23}$, Дж·К⁻¹ (или кг·м²·с⁻²·К⁻¹)», вместо старого «Кельвин — единица термодинамической температуры в Международной системе единиц (СИ), равен $1/273,16$ части термодинамической температуры тройной точки воды. Начало шкалы совпадает с абсолютным нулём (0 К по шкале)».

В данной статье нами будет анализировано как повлияет данное изменение работу эталона единицы температуры Республики Казахстан, учитывая, что наш Национальный эталон является первичным эталоном.

Государственные эталоны (ГЭ) единицы температуры в диапазоне от минус 38,83 °С до

1084, 62 °С условно разделенные по диапазонам и зарегистрированным в реестре ГСИ РК. В состав входят реперные точки металлов с чистотой 99,9999, и тройная точка воды (Т.Т.В.) и воспроизводятся в соответствии Международной температурной шкалой МТШ-90 и как выше сказано по статусу является первичным эталоном.

Новое определение Кельвина основано на присвоении фиксированного значения постоянной Больцмана, которая представляет собой коэффициент, связывающий единицу температуры с единицей тепловой энергии. Величина $kT = \tau$, которая присутствует в уравнениях состояния, является характеристической энергией, определяющей распределение энергии между частицами системы, находящейся в тепловом равновесии. Таким образом, для несвязанных атомов температура пропорциональна средней кинетической энергии.

Ранее температуре тройной точки воды приписывалось фиксированное значение, а постоянная Больцмана была зависимой величиной. Согласно предложению МКМВ, постоянная Больцмана должна иметь фиксированное значение, а все температуры контрольных точек, включая тройную точку воды, будут измеряемыми величинами. Из этого следует, что статус первичного эталона единицы температуры тоже будет пересматриваться.

После того, как принято было решение изучить возможность переопределения Кельвина, в

ведущих метрологических институтах мира были проведены исследования по разработке термометрических методов определения постоянной Больцмана с более точной неопределенностью

В 2006 году международно признанное значение постоянной Больцмана, равное $1,3806504 \cdot 10^{-23}$ Дж/К, имело относительную стандартную неопределенность $1,7 \cdot 10^{-6}$. Это значение и его неопределенность основаны главным образом на одном измерении, проведенном в Национальном институте стандартов и технологий США (NIST) в 1988 году с использованием акустической газовой термометрии. Однако одно измерение не может считаться достаточным основанием для определения численного фиксированного значения.

Если говорить о методах определения постоянной Больцмана, поскольку невозможно напрямую экспериментально определить среднюю тепловую энергию kT , должны быть измерены макроскопические величины, которые явным образом коррелируются с тепловой энергией. Автором статьи [2] дан краткий обзор таких зависимостей, где T связана с другими величинами, которые можно измерить, и с известными константами. В таблице 1 приведены первичные термометры пригодных для определения постоянной Больцмана k с ожидаемой относительной неопределенностью

Таблица 1 Первичные термометры для определения постоянной Больцмана k

Исходный термометрический метод	Физический закон	Достигаемая относительная стандартная неопределенность
Акустический газовый термометр	$u_0 = \sqrt{\frac{\gamma_0 RT}{M}}$	$1 \cdot 10^{-6}$
Газовый термометр по диэлектрической проницаемости	$p = kT \frac{\varepsilon - \varepsilon_0}{\alpha_0}$	$2 \cdot 10^{-6}$
Газовый термометр по показателю преломления	$p = kT \frac{(n^2 - 1)\varepsilon_0}{\alpha_0}$	$10 \cdot 10^{-6}$
Шумовой термометр	$(U^2) = 4kTR_{el}\Delta\nu$	$5 \cdot 10^{-6}$
Термометр по доплеровскому уширению спектральных линий	$\Delta\nu_D = \sqrt{\frac{2kT}{mc_0^2}} \nu_0$	$10 \cdot 10^{-6}$

(T – температура, u_0 – скорость звука в предельном случае стремящихся к нулю давления и частоты, $\gamma_0 = c_p/c_v$ – отношение удельных теплоемкостей, M – молярная масса газа, R – молярная газовая постоянная, p – давление, ε – диэлектрическая постоянная, ε_0 – электрическая постоянная, α_0 –

статическая электрополяризуемость, n - показатель преломления, (U^2) – среднеквадратическое значение напряжения шума, R_{el} – электрическое сопротивление, ν – частота, $\Delta\nu_D$ – доплеровское уширение спектральной линии, имеющей частоту ν_0 , m – атомная масса, c_0 – скорость света в вакуум

Если взять опыт наших ближних соседей, например, в России [4] утвержден эталон единицы температуры, в диапазоне воспроизведения и передачи единицы температуры – от 0 до 3200 °С. Данный эталон создан во ВНИИМ им. Д.И. Менделеева на основе многолетнего исследования и усовершенствования существующего эталона. В границах от 961,78 до 3200 °С (область радиационных методов измерений температуры) реализуются **методы первичной термометрии**.

Научным коллективом другого Российского института ВНИИФТРИ специализирующиеся в низкотемпературной области был разработан экспериментальный образец измерительной установки на базе акустического газового термометра для государственного первичного эталона единицы температуры **с целью реализации нового определения единицы температуры** кельвина на основе фундаментальной физической константы Больцмана.

Во время исследования возможности переопределения Кельвина в рамках консультативного комитета по термометрии (далее по тексту ККТ) МБМВ была создана специальная рабочая группа, которая обобщала материалы исследований по измерению константы Больцмана, изучили последствия введения нового определения, его положительные и отрицательные стороны [1].

Главным преимуществом введения нового определения кельвина МКМВ считал повышение точности температурных измерений в области температур, далекой от тройной точки воды. Таким образом, например, станет возможным применение абсолютных радиационных термометров без опоры на тройную точку воды. Новое определение кельвина будет способствовать развитию первичных термодинамических методов реализации температурной шкалы, наряду с методами, описанными в Международной температурной шкале 90 (МТШ-90). В перспективе, новое определение кельвина должно будет привести к повышению точности температурной шкалы и расширению ее диапазона без серьезных экономических и организационных последствий, сопровождавших введение новых предыдущих практических шкал.

Единица измерения температуры Кельвин теперь определяется путем присвоения точного

значения постоянной Больцмана, вместо того чтобы определяться через тройную точку воды. Это изменение сделает определение единицы измерения температуры более общим, не зависящим от какого-либо материала, метода измерения и температурного диапазона, что обеспечит долгосрочную стабильность измерения.

Преимуществом переопределения единицы измерения будет развитие методов прямого термодинамического измерения температуры параллельно с методами, описанными в МТШ. Впоследствии новое определение будет способствовать постепенному повышению точности измерений температуры без ограничений, налагаемых производством и использованием емкостей для воды с тройной точкой. Ожидается, что, по крайней мере, для некоторых диапазонов, прямые термодинамические методы могут заменить МТШ в качестве основного температурного ориентира.

При практическом измерении переопределение единицы измерения температуры не будет заметным. Как прозвучало в специальном обращении рабочей группы ККТ к метрологам, опубликованном на сайте МБМВ «вода по-прежнему будет затвердевать при температуре 0°C, и термометры, проградуированные до изменения градуса Кельвина, по-прежнему будут показывать правильное значение температуры».

В документе ККТ «Report to the CIPM on the implications of changing the definition of the base unit kelvin» рассматриваются следующие основные положения:

Изменение определения кельвина практически не повлияет на применение МТШ-90 и преобразование размера единицы измерения температуры рабочим СИ. В обозримом будущем МТШ-90 будет использоваться как наиболее точное и надежное приближение к термодинамической шкале. Однако это будет не единственная шкала, используемая для измерения температуры. Со временем термодинамические методы, вероятно, достигнут такой точности, что постепенно станут основными методами измерения температуры. В обозримом будущем основной диапазон значений шкалы от минус 200°C до 960°C будет по-прежнему использоваться с использованием платиновых термометров сопротивления. Значения температуры в контрольных точках останутся неизменными.

Неопределенность измерений будет зависеть от практического применения точек и уникальности шкалы.

2. Неопределенности, связанные с температурами реперных точек на этапе подготовки МТШ-90, незначительно различаются. Следует отметить, что эти неопределенности после утверждения шкалы обычно не интересуют никого из практикующих специалистов, хотя они составляют несколько десятков мК в середине диапазона из-за трудностей работы с первичными приборами термометрии. Поскольку постоянная Больцмана будет фиксированным значением, температура тройной точки воды, оставаясь равной 273,16 К, приобретет неопределенность, связанную с экспериментальным определением этой постоянной. Например, сейчас оно составляет около $1,8 \times 10^{-6}$, что соответствует погрешности измерения температуры TTV, равной 0,49 мК. Перенос этого значения в другие точки не будет существенным, учитывая приписанную им неопределенность. Например, при температуре алюминия (660,323 °C) мы получим 25,1 мК вместо 25 мК. Такие изменения не влияют на принятые стандарты, устанавливающие допуски для термопар, термометров сопротивления и других промышленных датчиков.

3. В настоящее время не известны методы, позволяющие существенно уменьшить неопределенность реализации ТТВ, которая составляет примерно 0,05 мК. Поэтому фиксация постоянной Больцмана на данном этапе развития науки не может в ближайшее время повлиять на принятое в настоящее время значение, т.е. 273,16 К.

Таким образом, анализируя результаты исследований по разработке термометрических методов определения постоянной Больцмана и официальный документ рабочей группы по температуре МБМВ установлены следующие:

1. На сегодняшний день официально не определен единый метод реализации единицы температуры;

2. Используются любые методы, обеспечивающие необходимую точность и прослеживаемость к соответствующей константе. При этом установки, которые использовались для измерений определяющих констант Больцмана, станут основой реализации и передачи соответствующих единиц.

3. Изменение определения кельвина практически не повлияет на реализацию МТШ-90 и изменение неопределенности, которые приписаны температурам реперных точек после

утверждения шкалы не влияет для практического применения;

Из выше сказанного следует, что в данное время каждая страна самостоятельно работает над созданием первичного эталона для реализации нового определения единицы температуры в зависимости от актуальности задачи для страны.

По мнению авторов, учитывая, что Казахстан уже имеет эталон единицы температуры с достаточно высокой точностью и изменение определения кельвина практически не повлияет на реализацию МТШ-90, для нашей страны нет необходимости использовать методы определения и прослеживаемость к константе Больцмана.

Список источников:

1. Report to the CIPM on the implications of changing the definition of the base unit kelvin. — CCT, 2007. — 18 p.
2. Фишер Й. Кельвин в новой системе единиц СИ / Й. Фишер. — Берлин: Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB), 2007. — 12 с.
3. Mise en pratique for the definition of the kelvin in the SI. — Consultative Committee for Thermometry (CCT), 2019. — 22 p.
4. Государственный первичный эталон единицы температуры в диапазоне от 961,78 до 3000 °C; Государственный первичный эталон единицы температуры (ГПЭ) в диапазоне 0,8–273,16 К [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://temperatures.ru/pages/standartnaya_funksia_its

References

1. Consultative Committee for Thermometry (CCT). Report to the CIPM on the implications of changing the definition of the base unit kelvin. — CCT, 2007. — 18 p.
2. Fischer, J. The kelvin in the new SI system of units. — Berlin: Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB), 2007. — 12 p.
3. Consultative Committee for Thermometry (CCT). Mise en pratique for the definition of the kelvin in the SI. — CCT, 2019. — 22 p.
4. State primary standard of the unit of temperature in the range from 961.78 to 3000 °C; State primary standard of the unit of temperature in the range from 0.8 to 273.16 K [Electronic resource]. — Available at: http://temperatures.ru/pages/standartnaya_funksia_its

Дуйсебаева К.К., Бекенова Д.С.

*«Қазақстан стандарттау және метрология институты» РМК Астана, Қазақстан
Қ. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университеті, Алматы, Қазақстан*

КЕЛЬВИН БІРЛІГІНІҢ ҚАЙТА АНЫҚТАЛУЫНЫҢ ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ТЕМПЕРАТУРА ЭТАЛОНЫНА ӘСЕРІ

Аңдатпа

Бұл мақалада Кельвин бірлігінің қайта анықталуының – Халықаралық бірліктер жүйесіндегі (БЖ) негізгі бірліктердің бірі – Қазақстан Республикасының температура бойынша Мемлекеттік эталонының жұмысына әсері қарастырылады.

Бұл тақырыптың өзектілігі мемлекеттік эталон құрамына су үштік нүктесі сияқты реперлік нүктелердің кіруімен байланысты, олар 1990 жылғы Халықаралық температура шкаласына сәйкес қайта өндіріледі. Кельвин енді су үштік нүктесінің температурасы арқылы емес, Больцман тұрақтысының нақты мәні арқылы анықталады.

Мақалада Больцман тұрақтысының халықаралық деңгейде бекітілген мәні және оның салыстырмалы стандартты анық еместігі келтіріледі. Орташа жылулық энергияны (кТ) тікелей өлшеу мүмкін болмағандықтан, жылулық энергиямен корреляцияланатын басқа физикалық шамалар өлшенуі керек.

МБМВ-ның Температура жөніндегі Консультативтік комитетінің (ТКК) ресми құжаттары мен деректеріне сүйене отырып, Кельвиннің қайта анықталуы ХТШ-90 шкаласының жүзеге асуына елеулі әсер етпейтіні анықталды. Қазақстанда температура бойынша жоғары дәлдіктегі эталон бар және қазіргі уақытта Больцман тұрақтылығына негізделген әдістерді немесе қадағалау тізбегін енгізудің қажеттілігі жоқ.

Түйінді сөздер: Кельвиннің қайта анықталуы, Больцман тұрақтысы, судың үштік нүктесі, реперлік нүктелер, Халықаралық температура шкаласы (ХТШ-90), стандартты анық еместік.

Duisebayeva K.K., Bekenova D.S.

*«Kazakhstan Institute of Standardization and Metrology» RSE, Astana, Kazakhstan
Kazakh National Technical University named after K.Satpayev, Almaty, Kazakhstan*

IMPACT OF THE REDEFINITION OF THE KELVIN ON THE OPERATION OF THE NATIONAL TEMPERATURE STANDARD OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

Abstract

This article examines the impact of the redefinition of the kelvin, one of the base units of the International System of Units (SI), on the National Temperature Standard of the Republic of Kazakhstan.

The relevance of this issue lies in the fact that the composition of the national temperature standard includes fixed points, such as the triple point of water (TPW), which are reproduced according to the International Temperature Scale of 1990 (ITS-90). The kelvin is now defined by assigning an exact value to the Boltzmann constant, instead of the previous definition based on the thermodynamic temperature of the water's triple point.

The article presents the internationally recognized value of the Boltzmann constant and its relative standard uncertainty. Since it is impossible to directly measure the average thermal energy (кТ), other quantities that correlate with thermal energy must be measured to determine the Boltzmann constant experimentally.

Based on analysis of the data and official documents from the Consultative Committee for Thermometry (CCT), it is established that the redefinition of the kelvin has practically no effect on the realization of ITS-90. Kazakhstan already possesses a temperature standard with sufficiently high accuracy, and therefore there is no need to use Boltzmann-constant-based methods for realization or traceability in current national practice.

Keywords: kelvin redefinition, Boltzmann constant, triple point of water, fixed points, International Temperature Scale (ITS-90), standard uncertainty.

Theoretical and Applied Aspects of Developing a Methodology for Analyzing the State of Measurements and Forecasting Measurement Needs for the Sectors of the Economy of the Republic of Kazakhstan

Sattybaeva K.Z.

Kazakh National Technical University named after K.Satpayev, Kazakhstan, Almaty

Abstract

The article discusses theoretical and applied aspects that require solutions when developing a methodology for analyzing the state of measurements and forecasting measurement needs for the sectors of the economy of the Republic of Kazakhstan (hereinafter referred to as the methodology of analysis and forecasting). The international and foreign experience in analyzing the state of measurements and forecasting measurement needs across countries, regions, or individual organizations has been studied, which can be taken into account and used in developing a methodology applied to the economy of Kazakhstan. The analysis of the current state of the measurement uniformity system of the Republic of Kazakhstan has been carried out and problematic issues have been identified that make it difficult to analyze the state of measurements and predict measurement needs across the country's economy, which must be taken into account when developing an analysis and forecasting methodology, and solutions to some of these problems have been proposed.

Keywords: metrology, state of measurements, measurement infrastructure

Introduction

The development of a measurement uniformity system that supports the needs of the economy and society must be based on reliable knowledge of the measurement requirements of the state, business, and society. It is important to ensure the proactive development of measurement infrastructure that meets the needs of economic sectors and society for reliable measurements, considering technological progress and innovation. To do this, it is necessary to have accurate information on the state of metrological support across different sectors and types of measurements. Currently, the collection and analysis of such information presents a serious challenge for the authorized government body in the field of measurement uniformity and the State Scientific Metrology Center (SSMC) of the Republic of Kazakhstan.

Decision-making in any area of strategic national development always requires separate research, taking into account the unique features and individual influencing factors of each specific economy or industry. Existing developments on

analyzing the state of measurements and forecasting the measurement needs of the economy generally consider the issue within the context of a specific country or regional association's metrological infrastructure. These approaches cannot be directly applied to Kazakhstan's case. Therefore, there is a need to develop a methodology tailored to the conditions of Kazakhstan's measurement system, existing information resources, data analysis capabilities, and specific influencing factors.

Analysis of International Experience

Foresight methodology, as a scientific approach to future development forecasting, forms the basis for investigating possible futures shaped by megatrends, sectoral or technological drivers. A wide range of methods is used in foresight studies, each aimed at solving particular tasks in strategic forecasting: scenario planning [1], the Delphi method [2], brainstorming, megatrend analysis, identification of critical technologies, backcasting, horizon scanning, cross-impact analysis, roadmapping, and hybrid methods [3].

A prominent example of successful foresight application in forecasting measurement needs is the

European project focused on scenario building and the future role of metrological institutes in the development of the European Research Area (ERA) [4], offering strategic recommendations to enhance their role in innovation and technological processes in Europe. The project utilized a five-step foresight model by Ian Miles [5], which includes a historical review, expert interviews and workshops, and joint formulation of strategic goals.

A valuable national-level example is the program document of the Ministry of Industry and Trade of the Russian Federation [6], which included large-scale surveys of enterprises, analysis of national and international strategies, and processing of data from the Federal Information Fund for Measurement Uniformity to forecast measurement needs.

In [7], [8] researches the development of a European metrology system to support advanced manufacturing (AdvManuNet) is described. This involved analysis of scientific publication trends, identification of gaps in metrological support, surveys of national metrology institutes, and SWOT analysis of existing European metrology projects.

The experience of the Turkish National Metrology Institute (TÜBİTAK ÜME), in addition to maintaining continuous dialogue with stakeholders (such as mid-level measurement laboratories, representatives of industry, and business sectors) through the organization of seminars, meetings, and other events, also includes conducting an annual analysis of rejected customer requests in accordance with the requirements of ISO/IEC 17025 [9], as well as analyzing the scope of accreditation of calibration laboratories listed on the website of the Turkish Accreditation Agency (TÜRKAK).

Availability and Accessibility of Information Resources for Measurement Analysis and Forecasting in the Republic of Kazakhstan

To apply international and foreign experiences in developing a methodology for analyzing the state of measurements and forecasting measurement needs in Kazakhstan, it is necessary to consider the current structure and development of the national measurement uniformity system. This includes its organizational model, the core elements of the system, and the availability of data and tools for analysis and forecasting.

Several key factors limit the effective analysis

and forecasting of measurement needs at the national level:

First, the amendments made in 2018 to the Law of the Republic of Kazakhstan “On Measurement Uniformity” [10] removed the concepts of “Metrological Service” and “State Metrological Service”, as well as the provision allowing the creation of such services in government agencies and enterprises. As a result, the current organizational structure does not support systematic data collection from enterprises through sectoral ministries to the central authority or the SSMC. Creating metrology units in organizations remains voluntary.

A key challenge is the lack of qualified personnel responsible for metrological support in industrial enterprises and other organizations.

Second, the main source of metrology data is the State Measurement Uniformity Register (SMUR), which includes data on measuring instruments, measurement procedures, and related objects within the scope of legal metrology [11]. However, it lacks data on secondary and working standards used by accredited verification and calibration laboratories.

According to clause 16 [12], accredited entities must submit their list of measurement standards to the SSMC, but this requirement is often ignored. Meanwhile, this data is available to the National Accreditation Center (NAC) as part of the accreditation documentation. Integrating NAC's data into the SMUR system would help, but NAC's data confidentiality policies and international commitments pose a legal barrier.

To address this, the following solutions are proposed:

- Amend legislation to hold legal entities accountable for failing to provide data on their measurement standards;
- Ensure that NAC monitors compliance with this requirement as part of the accreditation criteria;
- Have the SSMC analyze publicly available accreditation scopes of verification and calibration labs as a temporary solution.

Third, the absence of a unified classification and coding system for metrological objects complicates centralized data collection and analysis. Coding involves assigning structured digital or symbolic identifiers to measuring instruments, standards, procedures, reference materials, and measurement types.

Information coding is not only a tool for classification but also a method for creating stable

logical connections between objects, as well as a mechanism that ensures the unambiguous identification of elements within the metrological system. In a context where thousands of measuring instruments, measurement procedures, and reference standards are registered and used throughout the country, the absence of a unified approach to their designation leads to data fragmentation, reduces the reliability of record-keeping, and complicates monitoring and forecasting.

Internationally, such systems are used in the BIPM's KCDB [13], and in Russia under national metrology recommendations [14], [15]. Kazakhstan currently applies a national standard ST RK 2.42-2002 [16], but it contains only single-level classification of measurement types and is insufficient for structured data analysis.

Coding types and sizes of measuring instruments is resource-intensive and requires both financial and human resources. Experts suggest that a centralized, well-funded coding center - or even a distributed commercial network - would be ideal for implementation [17].

Fourth, a serious future challenge is the digital transformation of Kazakhstan's measurement system, including the adoption of big data, cloud computing, Internet of Things (IoT), and digital metrology services such as calibration e-certificates and digital twins for measuring instruments.

Countries with advanced metrological systems are already implementing "cloud metrology" — integrating measurement tools with cloud infrastructure for real-time data collection, analysis, and exchange, overcoming geographic and logistical barriers [18]. In the context of methodology development, cloud-based technologies offer enhanced analytics and reporting capabilities.

Based on the identified influencing factors, the following solutions are proposed to improve the information system in the field of ensuring the uniformity of measurements, as well as the tools for data analysis and forecasting:

- Reinstate in the legislation on ensuring the uniformity of measurements (EUM) the requirement to establish metrological services and expand the competencies of sectoral government authorities;

- Strengthen the accountability of EUM entities (legal and natural persons engaged in metrological activities) for failing to provide information on reference standards to the State Scientific Metrology Center (SSMC); introduce control mechanisms by the National Accreditation Center (NCA) to ensure compliance with this requirement by accredited entities;

- Until full access to the database of verification and calibration laboratories (VL/CL) is granted, the SSMC should analyze the scopes of accreditation of these laboratories;

- The SSMC should conduct an annual analysis of applications for metrological services;

- Develop a unified system for the classification and coding of measuring instruments (MI) based on BIPM classifiers, to be applied in the State Register of Measuring Instruments of the Republic of Kazakhstan, within the scopes of accreditation, in calibration/verification certificates, and in the creation of digital passports for measuring instruments;

- Implement the development of digital calibration certificates, digital passports for measuring instruments, and the creation of cloud-based data systems in metrology.

Conclusion

The study of international foresight practices and their application in forecasting the metrological needs of the economy and society demonstrates the necessity of a systematic approach to assessing and developing metrological infrastructure. A customized methodology must be developed that reflects the specific conditions of the Republic of Kazakhstan, including legal, institutional, informational, and personnel-related constraints.

Existing data resources such as the State Measurement Uniformity Register (SMUR), the BIPM KCDB, and international classifiers can serve as foundational sources for analysis. However, they require integration, standardization, and expansion to fully support measurement forecasting.

The development and implementation of an effective methodology necessitate systematic modernization of data collection, classification, and analysis processes, along with the digital transformation of metrological services and information systems.

References

1. Zartha Sossa, J.W., Álvarez Ríos, V.T., Grajales López, C.A. and Palacio Piedrahita, J.C.

(2021) 'Foresight by scenarios – a literature review', *Int. J. Foresight and Innovation Policy*, Vol. 15, No. 4, pp.230–249

2. Dalkey, Norman C. and Helmer, Olaf: *An Experimental Application Of The Delphi Method To The Use Of Experts*, *Management Science*, Vol. 9, 1963, pp. 458-467

3. UNIDO (2004) *Foresight Methodologies*, Text Book. V.03-87775–September 2004–100

4. Barker K.E., Cox D., Sveinsdottir T. (2011) 'Foresight on the future of public research metrology in Europe', *Foresight*, Vol. 13, No. 1, pp. 5–18

5. Miles I., Keenan M., Kaivo-oja J. (2003) *A Handbook for Knowledge Society Foresight*, European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions

6. Ministry of Industry and Trade of the Russian Federation (2019) 'Forecast of Economy and Society Measurement Needs for 2020–2025'

7. Bosse H. et al. (2020) 'AdvManuNet: a networking project on metrology for advanced manufacturing'. *euspen's 20th International Conference*, Geneva

8. Przyklenk A. et al. (2021) 'Measurement Science and Technology', Vol. 32, 111001

9. ISO/IEC 17025:2017 General requirements for the competence of testing and calibration laboratories

10. Law of the Republic of Kazakhstan 'On Measurement Uniformity' (2000, amended 2018)

11. Rules for maintaining the State Measurement Uniformity Register, Order No. 453-HK13 of the Ministry of Trade and Integration, July 13, 2021

12. Rules for creating and approving state and accredited measurement standards, Order No. 927, December 27, 2018

13. BIPM Key Comparison Database (KCDB), www.bipm.org

14. MI 2803-2003 'Systematic Catalog of the State Register of Measuring Instruments' (Russia)

15. MI 2314-2006 'Classifier of Measuring Instrument Groups' (Russia)

16. ST RK 2.42-2002 'Classification of Measurement Types' (Kazakhstan)

17. <https://metrologu.ru/topic/22000-аис-и-ми-2314-2006/>

18. Mark V. (2025) 'How Cloud-Based

Metrology Solutions Are Transforming Quality Control', *New York Weekly*, March 6, 2025

Список источников

1. Zartha Sossa J. W., Álvarez Ríos V. T., Grajales López C. A., Palacio Piedrahita J. C. Foresight by scenarios – a literature review // *Int. J. Foresight and Innovation Policy*. – 2021. – Vol. 15, № 4. – P. 230–249.

2. Dalkey N. C., Helmer O. An Experimental Application Of The Delphi Method To The Use Of Experts // *Management Science*. – 1963. – Vol. 9. – P. 458–467.

3. UNIDO. Foresight methodologies: Text book. – V.03-87775. – September 2004. – 100 p.

4. Barker K. E., Cox D., Sveinsdottir T. Foresight on the future of public research metrology in Europe // *Foresight*. – 2011. – Vol. 13, № 1. – P. 5–18.

5. Miles I. Foresight tools – scenario planning // *Theoretical Paper for UNIDO Workshop, Technology Foresight for Practitioners – A Specialised Course on Scenario Building*. – Prague, 6–10 October 2003. Miles I., Keenan M., Kaivo-oja J. *A Handbook for Knowledge Society Foresight*. – Dublin: European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions, 2003. – URL: <http://www.eurofound.europa.eu/pubdocs/2003/50/en/1/ef0350en.pdf>

6. Минпромторг России. Прогноз потребностей экономики и общества в измерениях на 2020–2025 годы. – М.: Минпромторг России, 2019.

7. Bosse H. и др. AdvManuNet: a networking project on metrology for advanced manufacturing // *euspen's 20th Int. Conf. & Exhibition*. – Geneva, June 2020.

8. Przyklenk A. и др. // *Measurement Science and Technology*. – 2021. – Vol. 32. – Article 111001.

9. ISO/IEC 17025:2017. General requirements for the competence of testing and calibration laboratories.

10. Закон РК «Об обеспечении единства измерений» от 7 июня 2000 г. № 53-ІІ.

11. Правила ведения реестра государственной системы обеспечения единства измерений, утв. приказом Министерства торговли и интеграции РК от 13.07.2021 г. № 453-НҚ.

12. Правила создания, утверждения, хранения, применения и сличения государственных эталонов единиц величин и

эталонов единиц величин субъектов аккредитации, утв. приказом Министра по инвестициям и развитию РК от 27.12.2018 г. № 927.

13. Международное бюро мер и весов. Консультативные комитеты CIPM. – URL: <https://www.bipm.org/en/committees/cc>

Саттыбаева К. З.

Қ. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университеті, Қазақстан, Алматы
**Қазақстан Республикасы экономикасының салалары үшін
өлшеу күйін талдау және өлшеу қажеттіліктерін болжау әдістемесін әзірлеудің теориялық
және қолданбалы аспектілері**

Аңдатпа

Мақалада Қазақстан Республикасы экономикасының салалары үшін өлшемдердің жай – күйін талдау және өлшемдерге қажеттіліктерді болжау әдістемесін (бұдан әрі-талдау және болжау әдістемесі) әзірлеу кезінде шешімдерді талап ететін теориялық және қолданбалы аспектілер қарастырылады. Қазақстан экономикасына қолдану әдістемесін әзірлеу кезінде ескерілуі және пайдаланылуы мүмкін елдер, өңірлер немесе жекелеген ұйымдар бөлінісінде өлшеулердің жай-күйіне талдау жүргізудегі және өлшеулерге қажеттіліктерді болжаудағы халықаралық және шетелдік тәжірибе зерделенді. Қазақстан Республикасының өлшем бірлігін қамтамасыз ету жүйесінің (ҚР ЕАА) қазіргі жай-күйіне талдау жүргізілді және талдау мен болжау әдістемесін әзірлеу кезінде назарға алынуы қажет өлшем жай-күйін талдау және ел экономикасы ауқымындағы өлшем қажеттіліктерін болжау жөніндегі жұмыстарды жүргізуді қиындататын проблемалық мәселелер анықталды, аталған проблемалардың кейбірін шешу жолдары ұсынылды.

Түйінді сөздер: метрология, өлшеу күйі, өлшеу инфрақұрылымы, болжау

Саттыбаева К.З.

Казахский национальный технический университет им. К.Сатпаева, Казахстан, Алматы

**Теоретические и прикладные аспекты разработки методики анализа состояния измерений
и прогнозирования потребностей в измерениях
для отраслей экономики Республики Казахстан**

Аннотация

В статье рассматриваются теоретические и прикладные аспекты, требующие решений при разработке методики анализа состояния измерений и прогнозирования потребностей в измерениях для отраслей экономики Республики Казахстан (далее – методика анализа и прогнозирования). Изучен международный и зарубежный опыт в проведении анализа состояния измерений и прогнозирования потребностей в измерениях в разрезе стран, регионов, или отдельных организаций, который может быть учтен и использован при разработке методики в применении к экономике Казахстана. Проведен анализ современного состояния системы обеспечения единства измерений Республики Казахстан (ОЕИ РК) и выявлены проблемные вопросы, затрудняющие проведение работ по анализу состояния измерений и прогнозированию измерительных потребностей в масштабах экономики страны, которые необходимо принимать во внимание при разработке методики анализа и прогнозирования, предложены пути решения некоторых из обозначенных проблем.

Ключевые слова: метрология, состояние измерений, измерительная инфраструктура, прогнозирование

Development of a methodology for analyzing the state of measurements and forecasting the needs for measurements for the economic sectors of the Republic of Kazakhstan, taking into account international experience

Sattybaeva K.Z.

Kazakh National Technical University named after K.Satpayev, Kazakhstan, Almaty

Abstract

Based on international experience (BIPM, PTB, EMPIR, etc.) and analysis of the current state of Kazakhstan's metrological infrastructure, an adapted scientific and practical approach to the development of a methodology for analyzing the state of measurements and forecasting measurement needs for sectors of the economy of the Republic of Kazakhstan is proposed, which is based on a combination of quantitative and qualitative methods of analysis and foresight forecasting.

The proposed methodology is based on a hybrid model that includes methods of expert discussion and questioning, content analysis of strategic documents and scientific publications, analysis of BIPM data and information systems, as well as scenario planning and identification of gaps between measurement capabilities and measurement needs.

Key words: analysis, forecasting, measurement capabilities, standards, measuring instruments

Introduction

The issue of methodology for analyzing the state of measurements and forecasting the needs for measurements on the scale of the economy or branches of the economy of the state has been little studied in scientific research to date. At the same time, the existing studies consider separately the methodology for analyzing the state of measurements and the methodology for forecasting the needs for measurements.

In Kazakhstan, methods for analyzing the state of measurements are used, the object of which is the state of measurements in a particular organization, enterprise or measuring laboratory - these methods are established in national standards: ST RK 2.237-2012 [1] and ST RK 2.254-2012 [2].

Regulatory documents on the analysis of the state of measurements used in the USSR deserve separate consideration, since these are the only documents to date that contain a methodology for conducting an analysis of the state of measurements, the object of study of which is the economic sector as a whole [3, 4, 5].

A special feature of the approach to the analysis of the state of measurements in the context of an entire sector of

the economy of the Soviet period is the "matrix" structure of the analysis: information on the state of measurements at the level of the entire sector is formed from the generalization of information on the state of measurements at all enterprises operating within the framework of this sector. The implementation of such an approach is possible only under the conditions of the presence of a clearly coordinated state-level structure of the metrological service, which includes the metrological services of enterprises, the metrological services of sectoral ministries and departments coordinating the implementation of metrological work within the sector, and the state metrological service coordinating the implementation of metrological work on the scale of the country's economy.

In the current conditions of development of the system for ensuring the uniformity of measurements of the Republic of Kazakhstan, this approach cannot be implemented, since metrological services at enterprises are created voluntarily at the discretion of the enterprises themselves, and the concept of "metrological service" was excluded from the Law of the Republic of Kazakhstan dated June 7, 2000 "On Ensuring the Uniformity of Measurements" as amended in 2018 [6].

The task of analyzing the state of measurements on the scale of industries and the country's economy falls entirely on the authorized state body in the field of ensuring the uniformity of measurements and the state scientific metrology center (SSMC).

Proposals for the development of a methodology for analyzing the state of measurements and forecasting the measurement needs of economic sectors of the Republic of Kazakhstan

Analysis of the state of measurements and forecasting of the measurement needs of the economic sectors of the Republic of Kazakhstan (hereinafter referred to as analysis and forecasting of the measurement needs) is carried out with the aim of determining the current state of metrological support for economic sectors, existing problems and gaps, forming reliable knowledge of the needs of the state, business and society in measurements and developing, on their basis, substantiated proposals for the further development of the national measurement infrastructure.

The proposed methodology is based on international experience in the practical application of foresight forecasting methods and strategic planning for the development of national or regional metrological infrastructure [7], [8], [9], [10], [11] and consists of nine sequentially implemented stages.

Stage 1. Determination of industry priorities and areas of analysis by analyzing strategic and program documents related to the development of science, technology, economics and technological modernization. Such sources include:

- The Message of the President of the Republic of Kazakhstan, the Development Strategy of the Republic of Kazakhstan, the National Development Plan of the Republic of Kazakhstan and other current state strategic program documents,

- development programs and strategies across industries,

- national projects,

- concepts, roadmaps, development plans by industry or area of activity ,

- strategic documents of international and regional metrological organizations (BIPM , COOMET , EURAMET).

The content of these documents is analyzed,

problems and tasks requiring metrological support are identified and systematized.

Analysis of strategic documents of international and regional metrological organizations [12], [13] [14] [15] allows us to identify global and regional trends in measurement needs, compare international priorities with national needs, and justify the need to modernize or develop new measurement standards and methods.

Based on the analysis results, a list of key industries/economy sectors is formed for which the development of measurement infrastructure is critically important.

2. Collection and systematization of data using information resources, within the framework of which it is recommended to carry out the following types of work:

2.1 Monitoring domestic scientific research and publications on issues of technology development in priority sectors in order to determine measurement needs.

A search and selection of scientific literature and publications in the media of the Republic of Kazakhstan is carried out using keywords and concepts related to measurements and technologies within industries; it is recommended to use the patent database of the Republic of Kazakhstan, scientific publications, magazines and online publications of specialized industry focus as sources of information. Content analysis is carried out to identify topics related to the problems of measurements and metrological support of the technologies under consideration.

2.2 Analysis of the measurement capabilities of verification/calibration laboratories in Kazakhstan

It is proposed to conduct an analysis of the provision of verification/calibration by types of measurements by analyzing the areas of accreditation of existing verification and calibration laboratories in Kazakhstan in terms of groups of measuring instruments subject to verification/calibration, in accordance with the CC BIPM classification [16]

It is recommended that the analysis be presented in the form of Table 1.

Table 1 – Measuring capabilities of the PL/CL of Kazakhstan

Code of the type of measurement according to the CC classifier BIPM	Measured value/Name of the group of verified/calibrated measuring instruments	Covered measurement range	Name of the submarine/cable system, region of placement	Maximum and minimum values of measurement uncertainty	Metrological traceability of PL/KL standards*
1.	2.	3.	4.	5.	6.
* name of the state standard of the Republic of Kazakhstan or, if it is not available, an indication of the foreign NMI from which the unit is taken					

In this case, all groups of measuring instruments according to the CC BIPM classification are entered into the 2nd column, this will allow to identify as much as possible the uncovered areas of measurements by types of measurements in Kazakhstan

Conducting such an analysis is a very labor-intensive process, which can be solved by including codes according to the CC BIPM classification in the areas of accreditation of PL/CL, which will automate the process of data collection and analysis.

2.3 Analysis of information data from the Register of the State Security Service of the Republic of Kazakhstan

The analysis of data contained in the register of the State Measurement Instruments of the Republic of Kazakhstan is carried out in order to assess the current state of the metrological base, identify the relationship between domestic production and import of measuring equipment, gaps in ensuring metrological traceability within the country and the level of import dependence in the development of measuring instruments, reference materials, measuring instruments, and obtaining metrological services.

The obtained data must be structured by types of measurements and objects of the State Measurement System of the Republic of Kazakhstan.

At this stage, it is recommended to use forms of tables 2 – 6.

Table 2 – Analysis of approved types of measuring instruments

Type of measurements	Code By BIPM classifications	Number of types of measuring instruments of domestic production	Number of types of measuring instruments of foreign manufacture	Types of measuring instruments not provided with metrological traceability in the Republic of Kazakhstan
1.	2.	3.	4.	5.

Table 3 – Analysis of domestically produced measuring instruments

Code By BIPM classifications	Family SI	Number of types of measuring instruments	The number of similar measuring instruments of	Comparison of metrological characteristics (SI type	Proposals for support of domestic measuring instruments manufacturers
------------------------------	-----------	--	--	---	---

		of domestic production	foreign manufacture registered in the register of the State Measurement Instruments of the Republic of Kazakhstan	with the best characteristics)	
1.	2.	3.	4.	5.	6.

Table 4 – Analysis of approved types of standard samples

View measurements	Code By BIPM classifications	Number of types of domestically produced GSO	Number of types of foreign-made GSO	Proposals for import substitution
1.	2.	3.	4.	5.

Table 5 – Analysis of registered MVI

View measurements	Code By BIPM classifications	Object of measurement	Number of registered MVIs developed in the Republic of Kazakhstan	Number of MVIs according to the registration procedure	MVI included in the lists of the Technical Regulations of the EAEU
1.	2.	3.	4.	5.	6.

Table 6 – Analysis of verification methods

View measurements	Classification code cations BIPM	Family SI	Total number of registered verification methods	Number of verification methods in the form of national standards	Proposals for standardization of verification methods in the form of ST RK
1.	2.	3.	4.	5.	6.

2.4 Analysis of applications for metrological services (verification, calibration, development of state standard reference materials, measurement methods, etc.) received by the State Scientific Medical Center

To conduct this analysis, the State Scientific Medical Center must maintain a list of all applications received for metrological services, for which they were refused, indicating the reasons for the refusal. The analysis of this list will allow us to generate

information on the types, ranges and characteristics of measurements in Kazakhstan for which there are no possibilities for metrological traceability to the state standard, and to analyze the reasons (lack of the necessary technical base, or limited metrological characteristics of the existing standards, etc.).

Based on the results of the analysis, information is generated in the form of table 7.

Table 7 – Analysis of applications for metrological services at the State Scientific Medical Center

View services	BIPM Measurement Code	Required metrological characteristics	Reason for refusal of SSMC to provide services	Criticality level for industry/activity *	Suggestions for meeting the need for the service
1.	2.	3.	4.	5.	6.
* Assessed on a three-level scale: 3 - high 1 - average 2 - short					

4. Survey of enterprises and organizations

The questionnaire contains a structurally organized set of questions that allow one to obtain the most complete information possible about the current level of metrological support and the problems in this area that organizations face in their daily activities.

Based on the survey results, the following diagrams are generated:

- distribution of enterprise activities according to OKED codes;
- frequency of mentioning areas of activity in the field of OEI (according to data from Table 8);

– average values of the assessment of the demand for measurements by types of measurements (according to data from Table 9);

- frequencies of mentioning critical technologies of the RK in relation to measurements in the areas of activity in the field of OEI, as well as frequencies of mentioning the influence of measurements and areas of application of measuring instruments on critical technologies of the RK (according to data from Table 10);
- provision of measurements in areas of activity in the field of OEI with standard samples, %;
- provision of measurements in areas of activity in the field of OEI with measurement methods, %.

Table 8 – Frequency of mentioning areas of activity to ensure the uniformity of measurements

№p/p	Scope of activity in the field of OEI	Frequency of mentions
1.	2.	3.

Table 9 – Average values of assessments of the demand for measurements by types of activities in the field of OEI (on a 10-point scale)

№p/p	Type of measurements	Average score
1.	2.	3.

The assessment of the level of demand for measurements by types of measurements by average values is carried out according to the following gradation:

- Not more than 5 – low ;
- more than 5, but not more than 7.5 – average;
- more than 7.5 – high .

Table 10 – Dependence of critical technologies on the number of types of measurements performed in the field of activity in the field of OEI

№p/p	Critical Technology	Number of measurement types
1.	2.	3.

To analyze the degree of influence of the results of the application of SI (SO) on critical technologies, the following gradation of the degree of influence for average values is used:

- Not more than 5 – weak ,
- more than 5, but not more than 7.5 – average,
- more than 7.5 – strong .

Taking into account the introduced gradation, Table 11 is formed, in which critical RK technologies are entered, for which the degree of influence of the use of measuring instruments (SI) of the types of measurements and special measuring instruments specified in the cells is assessed as strong and medium, respectively.

Table 11 – Degree of influence of the use of SI (SO) on critical technologies

№p/p	Critical Technology	Types of measurements or special SI (SO)		
		strong degree of influence	medium degree of influence	degree of influence
1.	2.	3.	4.	

5 Conducting expert discussions and developing base and SMS development scenarios

The next stage involves forming groups of experts in specific industries or types of measurements, and holding a series of seminars to develop scenario forecasts for the development of a system for ensuring the uniformity of measurements in Kazakhstan.

The pool of experts should include representatives of government agencies, the quasi-public sector, national companies, development institutions, business associations, industrial enterprises, accreditation entities, who have knowledge in the field of technical and technological development of their industry or in providing metrological services for objects and measurements within the industry and organization.

With the participation of these experts, two interactive seminars are held, at which key drivers of change are identified and a detailed vision of three scenarios for future development is developed: traditional, regressive and transformational.

Based on the results, a detailed description of three predicted development scenarios is formed, describing key features, changes and their consequences, as well as proposed strategic transformations for the purpose of improvement.

6 Comparative analysis of the state reference

The ratio of the uncertainty of measurements of Kazakhstan to the international level, K_{int} , %, is determined by the formula:

$$K_{int} = \frac{U_{KZ}}{U_{best\ int}} \times 100 \% \quad (1)$$

Where:

U_{KZ} — expanded uncertainty of Kazakhstan for a specific value;

The analysis of the state reference base of Kazakhstan is carried out by comparing the technical capabilities of state standards and declared CMC of Kazakhstan with the best international and regional analogues, identifying deficiencies, discrepancies in uncertainty levels, and also forming proposals for improving the state reference base.

Data is collected on the state standards of Kazakhstan, which are categorized by types and groups of measurements in accordance with the classifiers of the BIPM Consultative Committees ; for each state standard, information is provided on the availability of the CMC in the BIPM KCDB [17], including the main metrological characteristics; a comparison is made of the characteristics of the measurement capabilities of the state standards of Kazakhstan with the characteristics of the best CMC in the world and CMC of the countries of regional integration associations, which include Kazakhstan (for example, the EAEU or the United Territory Territory).

The analysis identifies areas where there are no registered CMCs, or where the measurement uncertainty values significantly exceed international and regional analogues

You are $U_{\text{the best int}}$ — the best value of uncertainty for a given quantity published in the KCDB BIPM .

The ratio of the uncertainty of measurements of Kazakhstan to the regional level, K_{reg} , %, is determined by the formula:

$$K_{\text{reg}} = \frac{U_{\text{KZ}}}{U_{\text{best reg}}} \times 100 \% \quad (2)$$

Where:

You are $U_{\text{the best reg}}$ — the best value of uncertainty for a given quantity among countries of one region (for example, COOMET).

CMC coverage , C , %, by types of measurements is determined by the formula:

$$C = \frac{N_{\text{CMC}}}{N_{\text{total}}} \times 100 \% \quad (3)$$

Where:

N_{CMC} is the number of dimensions for which Kazakhstan has CMC ;

N_{total} — total number of measurements according to the BIPM classification .

The results are presented in Table 12.

Table 12 – Comparative analysis of the level of SMS in Kazakhstan

View measure- ments	Code By BIPM classifications	Name state standard of the Republic of Ka- zakhstan	Relative to inter- national level, K_{int}	Ratio to re- gional level, K_{reg}	SMS coverage level, C
1.	2.	3.	4.	5.	6.

7 Identification of “gaps” between the measurement capabilities of Kazakhstan at the present stage and the needs of the economy and society in measurements

At this stage, the results of previously conducted surveys, analysis of information data from the Register of the State Scientific Inspection Service of the Republic of Kazakhstan, and analysis of rejected consumer applications to the State Scientific Medical Center are processed. At this stage, a cross-

analysis is conducted between the collected data and the lists of priority development areas and technologies, as well as international trends in the field of metrology.

Based on all the data obtained, diagrams of the relationship between capabilities and needs are formed in terms of measurement categories for each type of measurement under consideration, including information in the form of tables 8 and 9.

Table 13 – Analysis of measuring instruments exported for verification/calibration

Measurement code by clas- sification CC BIPM icator	Name and type measuring in- struments	Measurem ent range	Measurement error	Place verificatio n/calibrati on	Standards used for veri- fication/cali- bration	Possibility of verification Deniya in Ka- zakhstan (name PL/KL)
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.

8 Developing recommendations for forecasting measurement needs

Based on the collected data, recommendations are formed in key areas:

— on the development of metrological support for services for verification/calibration of measuring instruments in Kazakhstan (according to Table 14);

- for new measurement tasks requiring the development of appropriate standards, SI, SO, MVI (according to the form of Table 15);
- on the creation of new state standards, standards (in the form of table 16);
- on the modernization of state standards (according to the form of table 17)

Table 14 – Recommendations for the development of metrological support for services for verification/calibration of measuring instruments in Kazakhstan

Code of the type of measurement according to the BIPM classification	Types of measuring instruments not provided with verification/calibration	Measuring equipment (standards, measuring instruments, reference standards) required for verification/calibration	Scope (industry, area/type of activity)	Criticality level for ensuring metrological independence
1.	2.	3.	4.	5.

Number of stakeholders	Estimated costs for equipment acquisition	Economic efficiency (expected payback, income)	Source of funding	Proposed solution
6	7	8	9	10

Table 15 – New measurement tasks

Type of measurements	Measurement task
1.	2.

Table 16 – Proposals for the development of new standards of units of measurement

Type of measurements	Measurement task	Type and name of the standard	Metrological characteristics
1.	2.	3.	4.

Table 17 – Proposals for the modernization of state standards of units of measurement

Type of measurements	Measurement task	Name of the standard	Description of changes in metrological characteristics
1.	2.	3.	4.

9 Preparation of an analytical report

The final document includes key findings, structured tables, a map of metrological needs and proposals.

Proposed structure of the final analytical report

1. Introduction

2. Initial data, key development drivers, priority sectors and directions.

3. Analysis of information data on the current state of measurements.

4. Results of the survey

5. Comparative analysis of the state reference base

and CMC of Kazakhstan

6. Metrological gaps

7. Development scenarios

8. Roadmap for the development of the state system for ensuring the uniformity of measurements for the planning period under consideration.

Conclusions

The key result of this study is the formation of a universal, adaptable tool applicable both at the scale of individual industries and the economy as a whole. The methodology takes into account both the best

international practices (BIPM, PTB, EMPIR) and the specifics of the Kazakhstan OEI system. A structure of analytical tables and questionnaires is proposed, ensuring the completeness and comparability of data.

It should be emphasized that the developed methodology represents a preliminary conceptual model, the practical implementation of which requires further verification, testing and institutional consolidation within the framework of program documents on the development of metrology.

The application of the proposed approaches of the methodology will allow:

- ensure strategic orientation of the development of the metrological infrastructure of Kazakhstan;
- effectively allocate resources for the development of new benchmarks and standards;
- identify promising areas of research and placement of metrological infrastructure facilities;
- improve coordination between government, science and industry.

References

- 1 ST RK 2.237-2012 "GSI RK. Analysis of the state of measurements, control and testing at an enterprise, in an organization"
- 2 ST RK 2.254-2012 "GSI RK. Assessment of the state of measurements in analytical, testing and measuring laboratories"
- 3 RD 50-466—84 "Methodological guidelines. Analysis of the state of measurements in sectors of the national economy and industry. Methodology of organization and procedure for conducting work"
- 4 RD 34.11.111-89 Methodological guidelines "Analysis of the state of metrological support at energy enterprises and in industry institutes" - Soyuztekhenenergo, Moscow, 1990.
- 5 Head Organization of the Metrological Service of the USSR Ministry of Health. Methodological Guidelines for Conducting an Analysis of the State of Metrological Support for Measurements in Sanitary and Epidemiological Stations – Moscow, 1984.
- 6 Law of the Republic of Kazakhstan "On Ensuring the Uniformity of Measurements" dated June 7, 2000 N 53-II
- 7 Katharine E. Barker Deborah Cox Thordis Sveinsdottir, (2011), "Foresight on the future of public research metrology in Europe", Foresight, Vol. 13 Iss 1 pp. 5 – 18
- 8 Ministry of Industry and Trade of the Russian Federation "Forecast of the needs of the economy and society in measurements for 2020-2025" - Moscow, 2019.

9 M. Cundeva -Blajer, M. Nakova, V. Sapundziovski, K. Demerdziev, Improvement of metrology infrastructure in the area of extreme impedance calibrations, Acta IMEKO, vol. 13 (2024) no. 3, pp. 1-6. DOI: 10.21014/actaimeko.v13i3.1765.

10 Harald Bosse et al "AdvManuNet: a networking project on metrology for advanced manufacturing". euspen's 20th International Conference & Exhibition, Geneva, CH, June 2020.

11 Anita Przyklenk et al 2021 Meas. Sci. Technol. 32 111001

12 Official website of BIPM. URL: <https://www.bipm.org>

13 Official website of COOMET. URL: <https://www.coomet.org>

14 Official website of APMP. URL: <https://metrologyasiapacific.com>

15 Official website of EURAMET. URL: <https://euramet.org>

16 Official BIPM website. Coordination. CIPM MRA. KCDB. URL: <https://www.bipm.org/kcdb/>

Список источников

1. Государственная система обеспечения единства измерений Республики Казахстан. Анализ состояния измерений, контроля и испытаний на предприятии, в организации : СТ РК 2.237–2012. – Астана, 2012.
2. Государственная система обеспечения единства измерений Республики Казахстан. Оценка состояния измерений в аналитических, испытательных и измерительных лабораториях : СТ РК 2.254–2012. – Астана, 2012.
3. Методические указания. Анализ состояния измерений в отраслях народного хозяйства и промышленности. Методика организации и порядка проведения работ : РД 50-466–84. – М. : Госстандарт СССР, 1984.
4. Методические указания. Анализ состояния метрологического обеспечения на предприятиях энергетики и в отраслевых институтах : РД 34.11.111–89. – М. : Союзтехэнерго, 1990.
5. Методические указания по проведению анализа состояния метрологического обеспечения измерений в санитарно-эпидемиологических станциях. – М. : Минздрав СССР, 1984.
6. Республика Казахстан. Закон «Об обеспечении единства измерений» от 7 июня 2000 г. № 53-II. – Астана, 2000.
7. Barker K. E., Cox D., Sveinsdottir T. Foresight on the future of public research metrology in Europe // Foresight. – 2011. – Vol. 13, № 1. – P. 5–18.

8. Министерство промышленности и торговли Российской Федерации. Прогноз потребностей экономики и общества в измерениях на 2020–2025 гг. – М., 2019.

9. Cundeva-Blajer M., Nakova M., Sapundziovski V., Demerdziev K. Improvement of metrology infrastructure in the area of extreme impedance calibrations // *Acta IMEKO*. – 2024. – Vol. 13, № 3. – P. 1–6. – DOI: 10.21014/actaimeko.v13i3.1765.

10. Bosse H., et al. AdvManuNet: a networking project on metrology for advanced manufacturing // *euspen's 20th Int. Conf. & Exhibition*. – Geneva, 2020.

12. Przyklenk A., et al. // *Measurement Science and Technology*. – 2021. – Vol. 32. Международное бюро мер и весов (BIPM) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.bipm.org>

13. Евро-Азиатское сотрудничество национальных метрологических институтов (COOMET) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.coomet.org>

14. Азиатско-Тихоокеанская метрологическая программа (APMP) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://metrologyasiapacific.com>

15. Европейская ассоциация национальных метрологических институтов (EURAMET) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://euramet.org>

16. Международное бюро мер и весов. Координация. Соглашение CIPM MRA. База данных KCDB [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.bipm.org/kcdb/>

Саттыбаева К. З.

Қ. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университеті, Қазақстан, Алматы

**Қазақстан Республикасы экономикасының салалары үшін
өлшеу күйін талдау және өлшеу қажеттіліктерін болжау әдістемесін әзірлеудің теориялық
және қолданбалы аспектілері**

Аңдатпа

Мақалада Қазақстан Республикасы экономикасының салалары үшін өлшемдердің жай – күйін талдау және өлшемдерге қажеттіліктерді болжау әдістемесін (бұдан әрі-талдау және болжау әдістемесі) әзірлеу кезінде шешімдерді талап ететін теориялық және қолданбалы аспектілер қарастырылады. Қазақстан экономикасына қолдану әдістемесін әзірлеу кезінде ескерілуі және пайдаланылуы мүмкін елдер, өңірлер немесе жекелеген ұйымдар бөлінісінде өлшеулердің жай-күйіне талдау жүргізудегі және өлшеулерге қажеттіліктерді болжаудағы халықаралық және шетелдік тәжірибе зерделенді. Қазақстан Республикасының өлшем бірлігін қамтамасыз ету жүйесінің (ҚР ЕАА) қазіргі жай-күйіне талдау жүргізілді және талдау мен болжау әдістемесін әзірлеу кезінде назарға алынуы қажет өлшем жай-күйін талдау және ел экономикасы ауқымындағы өлшем қажеттіліктерін болжау жөніндегі жұмыстарды жүргізуді қиындататын проблемалық мәселелер анықталды, аталған проблемалардың кейбірін шешу жолдары ұсынылды.

Түйінді сөздер: метрология, өлшеу күйі, өлшеу инфрақұрылымы, болжау

Саттыбаева К.З.

Казахский национальный технический университет им. К.Сатпаева, Казахстан, Алматы

**Теоретические и прикладные аспекты разработки методики анализа состояния измерений
и прогнозирования потребностей в измерениях
для отраслей экономики Республики Казахстан**

Аннотация

В статье рассматриваются теоретические и прикладные аспекты, требующие решений при разработке методики анализа состояния измерений и прогнозирования потребностей в измерениях для отраслей экономики Республики Казахстан (далее – методика анализа и прогнозирования). Изучен международный и зарубежный опыт в проведении анализа состояния измерений и прогнозирования потребностей в измерениях в разрезе стран, регионов, или отдельных организаций, который может быть учтен и использован при разработке методики в применении к экономике Казахстана. Проведен анализ современного состояния системы обеспечения единства измерений Республики Казахстан (ОЕИ РК) и выявлены проблемные вопросы, затрудняющие проведение работ по анализу состояния измерений и прогнозированию измерительных потребностей в масштабах экономики страны, которые необходимо принимать во внимание при разработке методики анализа и прогнозирования, предложены пути решения некоторых из обозначенных проблем.

Ключевые слова: метрология, состояние измерений, измерительная инфраструктура, прогнозирование