НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

SMART

S tandardization
M etrology
A ccreditation
R egulation
T rade

№ 4 (90), 2024 / ISSN 2522-1744

ОПТИМИЗАЦИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СЕРТИФИКАЦИОННЫХ ИСПЫТАНИЙ НА СООТВЕТСТВИЕ ТРЕБОВАНИЯМ ТР ТС 010

10 стр.

ДВУСТОРОННИЕ ПИЛОТНЫЕ СЛИЧЕНИЯ В ОБЛАСТИ ИЗМЕРЕНИЙ ПЛОТНОСТИ ЖИДКОСТИ

41 стр.

24 МЕТРОЛОГИЯ БУДУЩЕГО: ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ И ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ КАК ИНСТРУМЕНТЫ ТОЧНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

ТРЕБОВАНИЯ К СТАТЬЯМ, ПРЕДСТАВЛЯЕМЫМ В НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ «SMART»

Рукопись предоставляется в бумажном и/или электронном формате на государственном, русском или английском языках. Минимальный объем – 5–10 страниц, формат doc, шрифт Times New Roman, размер 14, одинарный интервал.

Статья оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ 7.5-98 «Журналы, сборники, информационные издания. Издательское оформление публикуемых материалов», ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическая описание. Общие требования составления» и включает в себя:

- ФИО авторов, место работы (полное название учреждения и его подразделения), должности, ученые звания и степени (если есть);
- Название статьи;
- Код DOI (при отсутствии обратиться к редакции журнала);
- Аннотация на трех языках с указанием не более трех ключевых слов;
- Библиографический список1 с указанием фамилии и инициалов автора(-ов) цитируемой работы, пол-ного названия книги/главы/статьи, названия жур-нала, года и места издания, тома и страницы; транслитерированная копия библиографического списка;

Дополнительные требования к оформлению:

- не использовать аббревиатуры в названии статьи;
- избегать сокращений, кроме случаев упоминания единиц величин, а также общепринятых сокращений;
- использовать только текстовые ссылки, которые приводят в квадратных скобках в строку с текстом документа;
- приводить иностранные фамилии и термины на языке статьи;
- присваивать номера и указывать названия таблицам и рисункам;
- включать математические формулы, оформленные как объект Microsoft Equation.

Рукописи принимаются только в электронном виде, отправленные на электронный адрес редакции или ответственного секретаря.

К статье прилагается:

- Краткая автобиография[2], включающая ФИО автора, должность, звание, ученую степень, место получения высшего образования, актуальное место работы, достижения, контакты;
- Рецензия ведущего специалиста в профильной области;
- Разрешение на публикацию от учреждения, на базе которого выполнялась работа;
- Акт экспертизы (выписка из протокола заседания кафедры или методического совета с рекомендацией к печати).

Рассмотрение и утверждение статьи к публикации проходит в режиме двойного слепого рецензирования. Рецензирование проводится конфиденциально, автору рецензируемой работы предоставляется возможность ознакомиться с текстом рецензии. Фамилия рецензента может быть сообщена автору лишь с согласия рецензента.

Рукописи, не удовлетворяющие данным требованиям, возвращаются на доработку. Также редакция журнала оставляет за собой право отклонить статью без объяснения причины. Корректорская версия высылается автору редакцией.

РГП «КазСтандарт»
010000, г. Астана, Мәңгілік ел, 11 (здание Эталонного центра)
+7 (7172) 28-29-99, info@ksm.kz, www.ksm.kz

---

[1] Не допускаются ссылки на неопубликованные или неактуальные работы.

[2] Отдельно на каждого автора статьи.

СОДЕРЖАНИЕ

Жүсүпова Г.Б.
Международные стандарты GLOBALG.A.P. как инструмент устойчивого сельскохозяйственного производства: обзор и перспективы в Казахстан 4

Қасқабайұлы Т.
Оптимизация метрологического обеспечения сертификационных испытаний на соответствие требованиям ТР ТС 010 10

Низамова Г.С.
Изучение и анализ требований к количеству фасованных товаров в упаковках любого вида 14

Джуманиязова С.Ж., Бектурганова Г.К.
Метрология будущего: искусственный интеллект и цифровые двойники, как инструменты точных измерений 24

Маулимгазинова Ш.Е.
Обзор научной статьи: IUPAC технический отчет, 2001 «Моляльные первичные стандарты электропроводности» 36

Дусказиева А.У.
Двусторонние пилотные сличения в области измерений плотности жидкости 41

Заманбекова А.М., Киргизбаева К.Ж.
Инструменты для оценки прочности зерна во время динамических нагрузок 45

Айтпаева А.К.
Аттестация стандартного образца массовой доли сырой клейковины в зерне 48

Омаргалиев Е.Ж., Бектурганова Г.К.
Усовершенствование компараторной установки для поверки гидрометрических вертушек 52

Искакова З.
Повышения точности косвенных измерений силы постоянного тока методом симметричных наблюдений ... 58

SMART – научно-технический журнал
Издается с мая 2001 г. / № 4 (90) 2024 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 Есейулы
Кандидат технических наук, Phd, заведующий кафедры Стандартизации,сертификации и метрологии КазНИТУ им.К.И.Сатпаева (по согласованию)
Ибраев Марат Киримбаевич
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 Джавашарович
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 (здание Эталонного центра)
e-mail: info@ksm.kz, www.ksm.kz
тел.: +7 (7172) 28-29-99
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.

МРНТИ 34.03.47
Жусупова Гүлдана Бахадұрқызы
Руководитель ОПС Халал РГП «КазСтандарт», g.zhusupova@ksm.kz

GLOBALG.A.P. ХАЛЫҚАРАЛЫҚ СТАНДАРТТАР ТҰРАҚТЫ АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ӨНДІРІСІНІҢ ҚҰРАЛЫ РЕТІНДЕ: ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ ШОЛУ ЖӘНЕ ПЕРСПЕКТИВАЛАР

АҢДАТПА

GLOBALG.A.P. (Global Good Agrical Practice) сертификациясы - тамақ өнімдерінің қауіпсіздігін, қоршаған ортаны қорғауды және ауыл шаруашылығындағы еңбек жағдайларын жақсартуға бағытталған стандарттардың халықаралық жүйесі. Бұл мақалада GLOBALG.A.P. стандарттарының ауыл шаруашылығының түрлі аспектілеріне әсері зерттеліп, осы сертификаттауды жүзеге асырудың негізгі артықшылықтары мен міндеттері талқыланады.

Ғылыми маңызы GLOBALG стандарттары туралы білімді жүйелеуде жатыр. А.П., олардың тұрақты ауыл шаруашылығын дамытудағы, сондай-ақ Оларды Қазақстанда іске асыру жөніндегі ұсынымдарды әзірлеудегі рөлі. Жұмыстың практикалық маңызы ауыл шаруашылығы өнімдерінің сапасын арттыру, халықаралық нарықтарға шығу және елдің агроөнеркәсіп секторына халықаралық стандарттарды енгізу үшін алынған деректерді пайдалану мүмкіндігімен байланысты.

Кілт сөздер: GLOBALG.A.P., сертификаттау, ауыл шаруашылығы өнімдері, ауыл шаруашылығының тиісті практикасы.

МЕЖДУНАРОДНЫЕ СТАНДАРТЫ GLOBALG.A.P. КАК ИНСТРУМЕНТ УСТОЙЧИВОГО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА: ОБЗОР И ПЕРСПЕКТИВЫ В КАЗАХСТАНЕ

АННОТАЦИЯ

Сертификация GLOBALG.A.P. (Global Good Agricultural Practice) представляет собой международную систему стандартов, направленных на повышение безопасности пищевой продукции, защиту окружающей среды и улучшение условий труда в сельском хозяйстве. В данной статье исследуется влияние стандартов GLOBALG.A.P. на различные аспекты сельского хозяйства, а также обсуждаются ключевые преимущества и вызовы внедрения этой сертификации.

Научная значимость заключается в систематизации знаний о стандартах GLOBALG.A.P., их роли в развитии устойчивого сельского хозяйства, а также в разработке рекомендаций по их внедрению в Казахстане. Практическая значимость работы связана с возможностью использования полученных данных для повышения качества сельскохозяйственной продукции, выхода на международные рынки и внедрения международных стандартов в агропромышленном секторе страны.

Ключевые слова: GLOBALG.A.P, сертификация, сельскохозяйственная продукция, надлежащая сельскохозяйственная практика.

GLOBALG.A.P. INTERNATIONAL STANDARDS AS A TOOL FOR SUSTAINABLE AGRICULTURAL PRODUCTION: OVERVIEW AND PROSPECTS IN KAZAKHSTAN

ANNOTATION

GLOBALG.A.P. (Global Good Agricultural Practice) certification is an international system of standards aimed at improving food safety, environmental protection and working conditions in agriculture. This article explores the impact of GLOBALG.A.P. standards on various aspects of agriculture, and discusses the key benefits and challenges of implementing this certification.

The scientific significance lies in the systematization of knowledge about GLOBALG standards. A.P., their role in the development of sustainable agriculture, as well as in the development of recommendations for their implementation in Kazakhstan. The practical significance of the work is associated with the possibility of using the data obtained to improve the quality of agricultural products, enter international markets and introduce international standards in the agro-industrial sector of the country.

Keywords: GLOBALG.A.P, certification, agricultural products, good agricultural practices.

МРНТИ 34.03.47
Жүсупова Гүлдана Бахадұрқызы
Руководитель ОПС Халал РГП «КазСтандарт», g.zhusupova@ksm.kz

Введение

В последние годы международные стандарты безопасности и устойчивости, такие как GLOBALG.A.P., приобрели важное значение для сельскохозяйственного сектора, особенно в связи с ростом спроса на экологически чистые и безопасные продукты питания. Эти стандарты не только способствуют укреплению доверия между производителями и потребителями, но и обеспечивают соответствие строгим требованиям продовольственной безопасности, что делает продукцию более конкурентоспособной на глобальном рынке.

GLOBALG.A.P. (Global Good Agricultural Practice) - международная система сертификации для сельхозпроизводителей, стандартизирующая устойчивое производство продуктов питания и обеспечения их безопасности.

Миссия GLOBALG.A.P. направлена на содействие глобальному внедрению более безопасных и ответственных методов ведения сельского хозяйства.

Основные цели:

Обеспечение безопасности продуктов и устойчивости сельского хозяйства.

Повышение конкурентоспособности производителей на международном рынке.

Преимущества сертификации GLOBALG.A.P.:

Международное признание: Открывает доступ казахстанской сельскохозяйственной продукции на строгие международные рынки, где покупатели требуют соблюдения высоких стандартов.

Улучшение качества и безопасности: Обеспечивает безопасное и экологичное производство продуктов.

Повышение доверия потребителей: Сертификация укрепляет репутацию казахстанских производителей и привлекает новых покупателей. Например, в ЕС и на Ближнем Востоке все больше ритейлеров требуют наличие GLOBALG.A.P. сертификации у поставщиков.

Устойчивость сельского хозяйства: Поддерживает устойчивое использование ресурсов и инновационные методы, соответствующие мировым стандартам.

Производители, сертифицированные по этому стандарту, получают значительное конкурентное преимущество на рынках с высокими требованиями к безопасности и экологической ответственности, что, в свою очередь, может привести к расширению каналов сбыта продукции и повышению доверия со стороны международных покупателей.

Сертификация GLOBALG.A.P. распространяется на различные виды продукции сельского хозяйства, включая:

Фрукты и овощи - стандарты по безопасности и устойчивости.

Аквакультуру - безопасное выращивание рыбы и морепродуктов.

Цветы и декоративные растения - экологичные методы выращивания.

Кофе, чай, специи и другие культуры - устойчивые практики.

МРНТИ 34.03.47
Жүсупова Гүлдана Бахадұрқызы
Руководитель ОПС Халал РГП «КазСтандарт», g.zhusupova@ksm.kz

Многие крупные торговые сети предпочитают закупать продукцию, сертифицированную по стандарту GLOBALG.A.P., так как это обеспечивает их клиентов безопасными и экологически чистыми продуктами. GLOBALG.A.P. поддерживает принципы, которые защищают потребителей и окружающую среду, что становится все более важным на быстрорастущих и строго регулируемых продовольственных рынках этих стран.

Национальное толкование:

Национальное толкование (National Interpretation Guidelines) нужно для адаптации международных стандартов GLOBALG.A.P. к условиям конкретной страны. Этот процесс помогает учесть национальные правовые, культурные, климатические особенности, облегчая их внедрение местными фермерами. Национальное толкование позволяет повысить согласованность стандартов и облегчает производителям соответствие требованиям GLOBALG.A.P., что в итоге способствует признанию сертификации на локальном и международном уровнях.

Национальное толкование утверждается комиссией GLOBALG.A.P., но инициатива его создания и разработка идет от **заинтересованных сторон страны**, таких как местные сельскохозяйственные ассоциации, правительственные органы и эксперты в области сельского хозяйства. После утверждения комиссии национальное толкование становится официальной адаптацией, которую могут использовать производители в данной стране для соответствия требованиям сертификации.

Таким образом, в разработке национального толкования должны принимать уполномоченные органы Республики Казахстан такие как, Министерство сельского хозяйства, Министерство водных ресурсов и ирригации, Министерство экологии и природных ресурсов, Министерство здравоохранения, Министерство торговли и интеграции, а также сами предприятия и ассоциации сельхозпроизводителей.

Стандарты GLOBALG.A.P.

Основные решения GLOBALG.A.P. включают в себя международно признанные стандарты для первичного производства продукции сельского хозяйства, аквакультуре, цветоводству, производству комбикормов и цепочке поставок.

Стандарты GLOBALG.A.P., требующие аккредитации:

1) Integrated Farm Assurance (IFA) для аквакультура и для растений (включая товарные категории фрукты и овощи, цветы и декоративные растения, хмель, материал для размножения растений, комбинированные культуры и чай).

Основные темы IFA v6 для фруктов и овощей включают:

- Прослеживаемость
- Безопасность пищевых продуктов
- Здоровье, безопасность и благополучие работников
- Биоразнообразие и среда обитания
- Энергоэффективности
- Управление отходами
- Удобрения и биостимуляторы
- Управление водными ресурсами
- Комплексная борьба с вредителями
- Средства защиты растений

2) Обеспечение обработки продукции (PHA) обеспечивает сертификацию безопасности пищевых продуктов и прослеживаемости послеуборочных работ, таких как охлаждение, упаковка, обработка и хранение урожая для употребления в пищу.

Основные темы PHA v1.2 включают:

- Анализ рисков
- Спецификация продукта и маркировка
- Баланс массы, цепочка поставок и прослеживаемость
- Здоровье и гигиена персонала
- Удобства, уборка и санитария
- Вода/лед/пар, охлаждение и хранение
- Микробиологическое тестирование
- Борьба с вредителями
- Управление отходами
- Транспорт

МРНТИ 34.03.47
Жүсупова Гүлдана Бахадұрқызы
Руководитель ОПС Халал РГП «КазСтандарт», g.zhusupova@ksm.kz

3) Цепочка поставок (CoC) от GLOBALG.A.P. применяется для любой компании, обрабатывающей или торгующей продуктами, полученными в результате производственных процессов, сертифицированных GLOBALG.A.P. Стандарт применяется к широкому спектру типов и размеров компаний в цепочке поставок, которые продают продукцию с претензией GLOBALG.A.P., включая субподрядчиков, которые работают с продуктами:

Основные темы CoC v6.1 включают:

- Структура управления
- Структура управления розничным магазином/рестораном
- Проверка входных и выходных данных
- Прослеживаемость
- Идентификация и маркировка
- Идентификация и отображение
- Продукты с визуальными элементами маркировки GGN
- Продукция аквакультуры
- Благополучие животных

Безопасность пищевых продуктов и превышения

4) Производство комбикормов (CFM) это глобальный стандарт для производственных процессов аквакультуры и комбикормовых заводов для скота. Она охватывает все этапы производства, начиная от закупки и обработки сырья и заканчивая переработкой и распределением готового корма

- Основные темы CFM v3.1 включают:
- Безопасность корма
- Прослеживаемость
- Ответственный выбор поставщиков
- Управление сырьем
- Запрещенные материалы
- Компетентность работников
- Здоровье, безопасность и благополучие работников
- Гигиена и управление сайтом
- Использование ресурсов
- Биобезопасность

5) Гармонизированный стандарт безопасности продукции (HPSS) разработано для мировых производителей фруктов и овощей и комбинебельных культур, которые поставляют продукцию на рынок США.

Основные темы HPSS v1.2 включают:

- Промысловая добыча
- Уборка урожая
- Транспортировка (от поля до склада или упаковочного цеха)
- Послеуборочные операции
- Транспортировка (от упаковочного цеха до заказчика)
- Жалобы
- Пищевая оборона
- Борьба с фальсификацией пищевых продуктов
- Прослеживаемость и сегрегация
- Баланс массы

Стандарты GLOBALG.A.P. можно гибко комбинировать с дополнениями для более детального подхода к конкретным темам.

Каждый стандарт/надстройка имеет список фундаментальных принципов, которые закладывают основу требования GLOBALG.A.P., известных как принципы, и список соответствующих методов, которые производители могут использовать для демонстрации истинности принципа, известных как критерии.

МРНТИ 34.03.47
Жүсупова Гүлдана Бахадұрқызы
Руководитель ОПС Халал РГП «КазСтандарт», g.zhusupova@ksm.kz

Соответствие стандартам GLOBALG.A.P. подтверждается при сертификации, которая широко признается на мировых рынках и запрашивается международными торговыми сетями.

Что такое аккредитация в системе GLOBALG.A.P.

Применение стандартов GLOBALG.A.P. по всему миру поддерживается процедурами аккредитации и сертификации в международно признанной и надежной системе GLOBALG.A.P.

Являясь владельцем схемы, компания GLOBALG.A.P. c/o FoodPLUS GmbH не проводит аудит сама, а полагается на квалифицированных, опытных аудиторов из аккредитованных и независимых сторонних органов по сертификации (ОПС).

Чтобы получить аккредитацию GLOBALG.A.P., органы по сертификации подают заявление в Орган по аккредитации (ОА).

Орган по аккредитации должен быть подписантом Меморандума о взаимопонимании с компанией FoodPLUS GmbH (юридическое лицо и владелец бренда GLOBALG.A.P.).

Орган по аккредитации должен быть членом Международного форума по аккредитации (IAF), подписавшим Многостороннее соглашение о признании (MLA) для сертификации продукции.

Для органов по сертификации (ОПС) для получения одобрения в системе GLOBALG.A.P. требуется аккредитация согласно ISO/IEC 17065.

Заключение

В ходе исследования было изучено внедрение международных стандартов GLOBALG.A.P. в сельскохозяйственное производство Казахстана, а также влияние этих стандартов на устойчивость сельского хозяйства. Это исследование стремится не только изучить текущий уровень внедрения GLOBALG.A.P. в Казахстане, но и оценить перспективы расширения его применения в контексте устойчивого развития сельского хозяйства.

В Казахстане проводится определенная работа по внедрению стандарта GlobalG.A.P. Приказом №135-НҚ от 19.04.2021г. создана Рабочая группа по внедрению требований Международного стандарта Global G.A.P. В составе Рабочей группы представители государственных органов и общественных объединений. При содействии проекта USAID организовано и проведено 2 семинара для участников Рабочей группы (июль, октябрь 2024 г.).

Задачи рабочей группы - разработка национального интерпретационного документа и последующая регистрация документа в Секретариате GlobalG.A.P. В настоящее время проект национального толкования Республики Казахстан на стадии завершения, после чего документ будет направлен в Секретариат GlobalG.A.P. Наличие данного документа позволит упростить процедуру сертификации для предприятий, которые решат внедрить требования Стандарта GlobalG.A.P.

На данный момент применение стандартов GLOBALG.A.P. в Казахстане ограничено, но имеет положительный потенциал в таких секторах, как овощеводство и плодоводство.

Распространение GLOBALG.A.P. в Казахстане затрудняется рядом факторов:

- Высокие затраты на сертификацию. Малые и средние сельскохозяйственные предприятия часто не имеют финансовых ресурсов для прохождения сертификации GLOBALG.A.P., что ограничивает возможности доступа к международным рынкам.
- Отсутствие должного уровня подготовки кадров. Для успешного внедрения стандартов необходимо наличие специалистов, хорошо знакомых с требованиями GLOBALG.A.P., а также способность проводить внутренний аудит и управлять процессами качества.
- Низкий уровень осведомленности среди сельхозпроизводителей.
- Недостаточное количество обучающих программ и консультационных услуг по внедрению стандартов в Казахстане приводит к тому, что многие производители не осознают потенциальные выгоды от сертификации.

Сравнительный анализ с проектами, проведёнными в других странах, показал, что внедрение GLOBALG.A.P. в Казахстане сталкивается с аналогичными проблемами, как и в других развивающихся странах. В то же время, практика показывает, что на долгосрочной перспективе сертификация может приносить значительные выгоды, как для производителей, так и для потребителей. Исследования в странах Центральной Азии (Узбекистан, Таджикистан и Киргизстан) показывают, что при поддержке со стороны государства и бизнеса процесс сертификации может быть значительно ускорен путем следующих мероприятий:

Жүсупова Гүлдана Бахадұрқызы
Руководитель ОПС Халал РГП «КазСтандарт», g.zhusupova@ksm.kz

- Снижение затрат на сертификацию. Разработка субсидий или других мер поддержки со стороны государства могла бы сделать сертификацию более доступной для мелких и средних сельхозпроизводителей.
- Повышение осведомленности. Реализация образовательных программ (колледжи, Вузы, учебные центры) для агропроизводителей и консультантов по внедрению GLOBALG.A.P. позволила бы расширить масштабы его внедрения в стране.
- Стимулирование экспорта. Развитие стратегий по стимулированию экспорта продукции с международными сертификатами будет способствовать росту спроса на сертифицированную продукцию и увеличению доходов аграрного сектора.

Результаты исследования показали, что стандарты GLOBALG.A.P. имеют значительный потенциал для повышения устойчивости сельского хозяйства Казахстана, однако их внедрение сталкивается с рядом экономических, образовательных и институциональных барьеров. Для того чтобы максимизировать потенциал этих стандартов, необходимо улучшить поддержку со стороны государства, повысить уровень осведомленности сельхозпроизводителей и стимулировать развитие малого и среднего бизнеса в аграрной отрасли. В перспективе расширение применения GLOBALG.A.P. в Казахстане может значительно улучшить качество и безопасность сельскохозяйственной продукции и повысить её конкурентоспособность на международных рынках.

Благодарность

Выражаем благодарность проекту USAID и Казахстанской Ассоциации сахарной пищевой и перерабатывающей промышленности в предоставленной возможности участия в тренингах и изучении стандартов GLOBALG.A.P.

ЛИТЕРАТУРА:

Официальный сайт GLOBALG.A.P. /URL: https://www/globalgap.org/

Quality Middle East, 2023. GLOBALG.A.P. Certification Consultancy and Training Dubai. /URL: https://www.qualitymiddleeast.com/

Control Union Global, 2023. GLOBALG.A.P. Certification. /URL: https://www.controlunion.com/

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
SMART

90.01.85: Автоматизация и автоматизированные системы в метрологии
Қасқабайұлы Темірлан. Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ, Астана, Қазақстан. 7М07550 «Метрология» (салалар бойынша) мамандығының 2 курс магистранты
Қасқабайұлы Темірлан. магистрант 2 курса специальности 7М07550 «Метрология» (по отраслям) ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан
Temirlan Kaskabaiuly. L. N. Gumilyov ENU, Astana, Kazakhstan. Specialty 7M07550 "Metrology" (by industry) 2nd year master's student
temirlan.mahabaev.01@gmail.com

КО ТР 010 ТАЛАПТАРЫНА СӘЙКЕСТІККЕ СЕРТИФИКАТТЫҚ СЫНАҚТАРДЫ МЕТРОЛОГИЯЛЫҚ ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУДІ ОҢТАЙЛАНДЫРУ

АҢДАТПА

Мақалада Кеден одағының Техникалық регламенті 010 (КО ТР 010) талаптарына сәйкес сертификаттық сынақтарды метрологиялық қамтамасыз етуді оңтайландыру қажеттілігі қарастырылады. Жылдам технологиялық даму және өнімнің қауіпсіздігі мен сапасына қойылатын талаптардың қатаңдауы сынақтардың дәлдігі мен сенімділігіне нұқсан келтірмей, оларды жүргізу уақыты мен шығындарын азайтуды талап етеді. Оптимизацияның жеткіліксіздігі сынақтарға жұмсалатын ресурстардың ұлғаюына және қателіктер мен дәлсіздіктердің пайда болу қаупінің артуына әкелуі мүмкін екендігі атап өтіледі.

Негізгі оңтайландыру критерийлері анықталған: ресурстарды тиімді пайдалану, жоғары дәлдік нәтижелері, КО ТР 010 талаптарына сәйкестік, шығындарды азайту, процестерді автоматтандыру, сондай-ақ қауіпсіздік және сапа стандарттарын сақтау. Процестерді оңтайландыру мүмкіндіктерін анықтау үшін ағымдағы сынақ процестерін талдау әдістері, оның ішінде процедураларды жеңілдету, әдістерді стандарттау және автоматтандырылған технологияларды қолдану талқыланады. Сынақ шығындары мен уақытын қысқарту үшін виртуалды модельдерді қолдану перспективалары да атап өтіледі.

Дайындық, процестерді стандарттау, автоматтандыру, қызметкерлерді оқыту және сапаны бақылау жүйелерін енгізу бойынша ұсыныстар әзірленді. Мақалада сертификаттау процестерін оңтайландыру тек экономикалық тиімділікті қамтамасыз етіп қана қоймай, сонымен қатар өсіп келе жатқан нарықтық талаптар мен сын-қатерлер жағдайында кәсіпорындардың бәсекеге қабілеттілігін арттыратыны атап өтілген.

ОПТИМИЗАЦИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СЕРТИФИКАЦИОННЫХ ИСПЫТАНИЙ НА СООТВЕТСТВИЕ ТРЕБОВАНИЯМ ТР ТС 010

АННОТАЦИЯ

В статье рассматривается необходимость оптимизации метрологического обеспечения сертификационных испытаний в соответствии с требованиями Технического регламента Таможенного союза 010 «О безопасности машин и оборудования» быстрое технологическое развитие и ужесточение требований к безопасности и качеству продукции требуют сокращения времени и затрат на испытания без ущерба для их точности и достоверности. Отмечается, что недостаточная оптимизация может привести к увеличению ресурсов, затрачиваемых на испытания, и повышению риска ошибок.

Выделены основные критерии, определяющие эффективность оптимизации: рациональное использование ресурсов, высокая точность результатов, соответствие требованиям ТР ТС 010, снижение затрат, автоматизация процессов, а также соблюдение стандартов безопасности и качества. Обсуждаются методы анализа текущих процессов для выявления возможностей оптимизации, включая упрощение процедур, стандартизацию методов и использование автоматизированных технологий. Упоминается также о перспективах применения виртуальных моделей для сокращения затрат и времени испытаний.

Разработаны рекомендации по оптимизации, включая подготовку к испытаниям, стандартизацию процессов, автоматизацию, обучение персонала и внедрение систем контроля качества. В статье подчеркивается, что оптимизация сертификационных процессов обеспечивает не только экономическую эффективность, но и повышает конкурентоспособность предприятий, что особенно важно в условиях растущих рыночных требований и вызовов.

OPTIMIZATION OF METROLOGICAL SUPPORT FOR CERTIFICATION TESTS FOR COMPLIANCE WITH THE REQUIREMENTS OF TR CU 010

ANNOTATION

The article considers the need to optimize the metrological support of certification tests in accordance with the requirements of the Technical Regulations of the Customs Union 010 (TR CU 010). Rapid technological development and stricter requirements for product safety and quality require reducing the time and cost of testing without compromising their accuracy and reliability. It is noted that insufficient optimization can lead to an increase in resources spent on testing and an increased risk of errors.

The main criteria determining the effectiveness of optimization are highlighted: rational use of resources, high accuracy of results, compliance with the requirements of TR CU 010, cost reduction, automation of processes, as well as compliance with safety and quality standards. Methods of analyzing current processes to identify optimization opportunities, including simplification of procedures, standardization of methods and the use of automated technologies, are discussed. The prospects of using virtual models to reduce costs and test time are also mentioned.

Recommendations for optimization have been developed, including preparation for tests, standardization of processes, automation, staff training and implementation of quality control systems. The article emphasizes that the optimization of certification processes ensures not only economic efficiency, but also increases the competitiveness of enterprises, which is especially important in the context of growing market requirements and challenges.

Ключевые слова: метрологическое обеспечение, сертификационные испытания, Технический регламент Таможенного союза 010 (ТР ТС 010), оптимизация, эффективность, точность результатов, автоматизация процессов, стандартизация, ресурсоэффективность, контроль качества, конкурентоспособность

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
SMART

90.01.85: Автоматизация и автоматизированные системы в метрологии
Қасқабайұлы Темірлан. Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ, Астана, Қазақстан. 7М07550 «Метрология» (салалар бойынша) мамандығының 2 курс магистранты
Қасқабайұлы Темірлан. магистрант 2 курса специальности 7М07550 «Метрология» (по отраслям) ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан
Temirlan Kaskabaiuly. L. N. Gumilyov ENU, Astana, Kazakhstan. Specialty 7M07550 "Metrology" (by industry) 2nd year master's student
temirlan.mahabaev.01@gmail.com

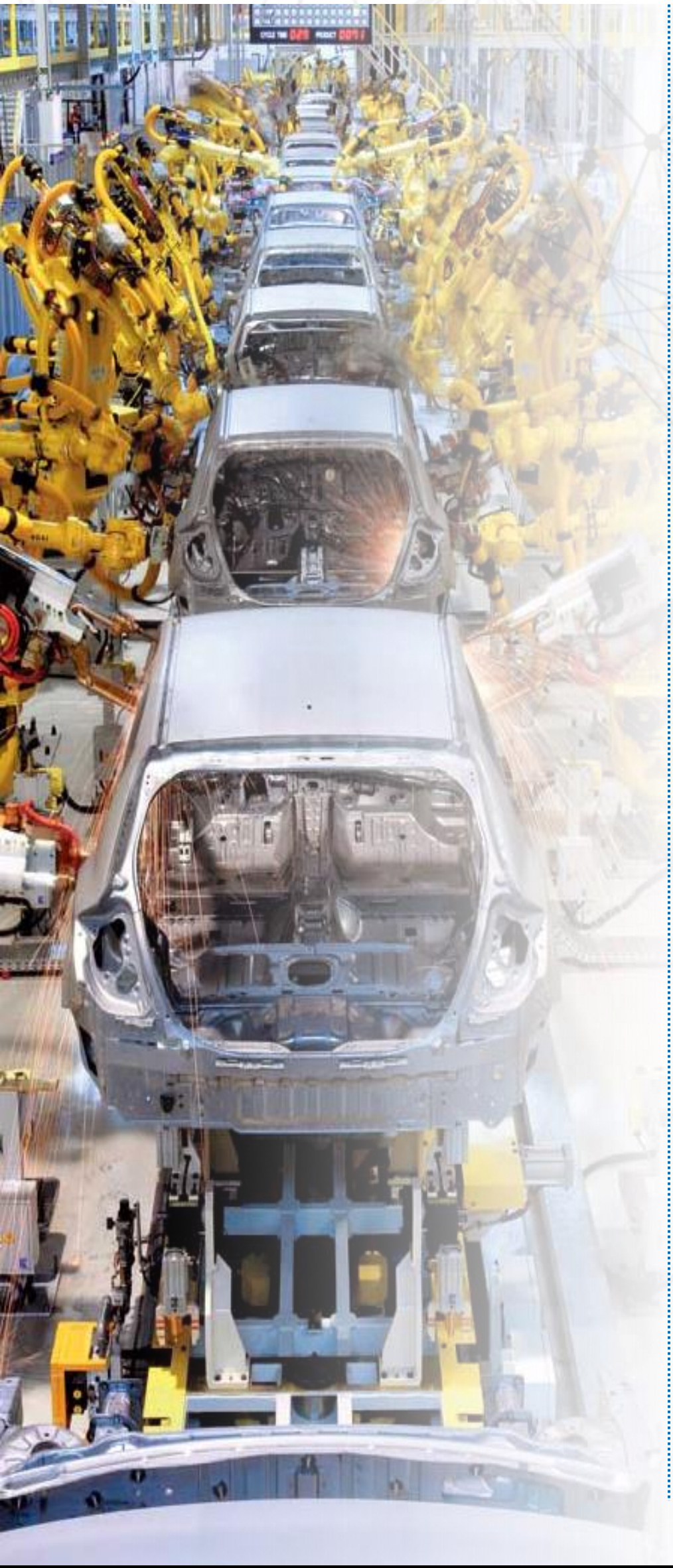
Введение

Одной из ключевых проблем, стоящих перед процессом сертификационных испытаний в соответствии с ТР ТС 010, является необходимость оптимизации метрологического обеспечения. В современных условиях стремительного технологического развития и повышенных требований к качеству и безопасности продукции существует постоянная потребность в сокращении времени и затрат на проведение испытаний, без ущерба для их достоверности и точности. Недостаточная оптимизация метрологического обеспечения может привести к увеличению времени и ресурсов, затрачиваемых на проведение испытаний, а также повышению риска возникновения ошибок и неточностей в результате. Поэтому актуальной задачей является разработка и внедрение эффективных методов и технологий оптимизации метрологического обеспечения, способных обеспечить высокую точность и достоверность результатов испытаний при минимальных временных и финансовых затратах.

Критерии оптимизации процессов сертификационных испытаний

- **Эффективность использования ресурсов:** Этот критерий оценивает, насколько эффективно расходуются ресурсы, необходимые для проведения сертификационных испытаний. Включает в себя такие аспекты, как оптимизация времени работы персонала, использование материалов и оборудования, а также минимизация потерь ресурсов.
- **Точность и надежность результатов:** Здесь речь идет о гарантировании высокой точности и надежности результатов испытаний. Это включает в себя разработку стандартных процедур тестирования, калибровку оборудования, контроль за качеством и мониторинг результатов.
- **Соблюдение требований ТР ТС 010:** Критерий обеспечивает, чтобы все процессы и результаты сертификационных испытаний полностью соответствовали требованиям, установленным в Техническом регламенте Таможенного союза 010. Это включает в себя правильное применение норм и стандартов, определенных в этом документе.
- **Минимизация затрат:** Этот критерий оценивает возможности снижения затрат на проведение сертификационных испытаний без ущерба для качества и достоверности результатов. Это может включать в себя поиск более дешевых и эффективных альтернативных методов, оптимизацию использования ресурсов и сокращение издержек на оборудование и персонал.
- **Автоматизация процессов:** касается внедрения автоматизированных систем и технологий для оптимизации и ускорения проведения сертификационных испытаний. Автоматизация может помочь сократить человеческий фактор ошибок, ускорить процессы и повысить точность результатов.
- **Соблюдение стандартов безопасности и качества:** обеспечивает соблюдение всех применимых стандартов и нормативов безопасности и качества в ходе проведения сертификационных испытаний. Это включает в себя не только соблюдение правил тестирования, но и обеспечение безопасности персонала и окружающей среды.

90.01.85: Автоматизация и автоматизированные системы в метрологии
Қасқабайұлы Темірлан. Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ, Астана, Қазақстан. 7М07550 «Метрология» (салалар бойынша) мамандығының 2 курс магистранты
Қасқабайұлы Темірлан. магистрант 2 курса специальности 7М07550 «Метрология» (по отраслям) ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан
Temirlan Kaskabaiuly. L. N. Gumilyov ENU, Astana, Kazakhstan. Specialty 7M07550 "Metrology" (by industry) 2nd year master's student
temirlan.mahabaev.01@gmail.com



Исследование и применение более эффективных и экономичных методов и технологий для проведения испытаний. Например, использование виртуальных моделей и симуляций может существенно сократить количество физических испытаний, что в свою очередь может сэкономить затраты на материалы и оборудование.

Установление партнерских отношений с другими организациями или лабораториями, которые могут предоставить доступ к необходимому оборудованию или экспертам по сниженным ценам. Это позволяет распределить затраты между несколькими сторонами и снизить общую стоимость проведения испытаний. К примеру, в органе по подтверждению соответствия, где я работал, бывали случаи, когда на сертификацию поступала заявка на продукцию, которую мы не могли испытать из за отсутствия испытательного оборудования в нашем ИЛ. В таком случае, лаборатория заключала договор с другой профильной аккредитованной ИЛ, для аренды или совместного использования оборудования, в результате чего продукция испытали и выдали сертификат соответствия.

Внедрение автоматизированных систем и программного обеспечения для управления и проведения испытаний может помочь сократить время и затраты на их проведение. Это также может снизить вероятность человеческих ошибок и улучшить качество и достоверность результатов.

Рекомендаций по оптимизации процессов сертификационных испытаний с учетом требований ТР ТС 010:

1. Подготовка к сертификационным испытаниям: Проведите тщательный анализ всех требований, установленных в ТР ТС 010, и разработайте детальный план подготовки к испытаниям, включая подготовку необходимой документации, закупку оборудования и материалов, выбор подходящего помещения и обучение персонала.

2. Актуализация НТД и НД: Вместо разработки собственных методик испытаний (так как методики уже установлены стандартами для ТР ТС 010), актуализируйте нормативно-технические и нормативные документы в соответствии с текущими требованиями регламента.

3. Использование автоматизации: Внедрите автоматизированные системы для выполнения рутинных задач, таких как сбор данных, обработка результатов и подготовка отчетов. Это позволит сократить время проведения испытаний и снизить вероятность человеческих ошибок.

90.01.85: Автоматизация и автоматизированные системы в метрологии
Қасқабайұлы Темірлан. Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ, Астана, Қазақстан. 7М07550 «Метрология» (салалар бойынша) мамандығының 2 курс магистранты
Қасқабайұлы Темірлан. магистрант 2 курса специальности 7М07550 «Метрология» (по отраслям) ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан
Temirlan Kaskabaiuly. L. N. Gumilyov ENU, Astana, Kazakhstan. Specialty 7M07550 "Metrology" (by industry) 2nd year master's student
temirlan.mahabaev.01@gmail.com

4. Подготовка и обучение персонала: Обеспечьте достаточную подготовку персонала, проводящего испытания, с учетом требований ТР ТС 010, чтобы они имели статус экспертов-аудиторов (для получения этой квалификации необходимо иметь высшее образование и 5 лет стажа работы в области сертификации, потом нужно пройти аттестацию) Это включает обучение по методикам проведения испытаний, использованию оборудования и соблюдению стандартов безопасности.

5. Контроль качества: Внедрите системы контроля качества для обеспечения соответствия проводимых испытаний требованиям ТР ТС 010, для успешного прохождения аудитов и проверок, чтобы своевременно устранять возможные несоответствия и предотвращать лишение аттестата аккредитации.

6. Систематическое улучшение: Постоянно работайте над улучшением процессов проведения сертификационных испытаний на основе полученного опыта и обратной связи. Используйте данные о выполненных испытаниях для поиска возможностей оптимизации и повышения эффективности.

Заключение и перспективы дальнейших исследований

Оптимизация процессов сертификационных испытаний играет ключевую роль в обеспечении эффективности и конкурентоспособности предприятий на рынке Таможенного союза. При разработке и внедрении оптимизационных мер необходимо строго соблюдение требованиям Технического регламента Таможенного союза 010, гарантирует соответствие продукции установленным стандартам и нормам безопасности.

Эффективная оптимизация процессов испытаний может значительно сократить время и затраты на сертификацию, что способствует ускорению вывода продукции на рынок и повышению конкурентоспособности предприятий. Применение современных технологий, автоматизации процессов и разработка новых методов испытаний помогают улучшить эффективность сертификационных процессов и повысить качество результатов. Оптимизация процессов сертификационных испытаний - это непрерывный процесс, который требует постоянного мониторинга, анализа и улучшения. Он должен быть внедрен в корпоративную культуру предприятия как важный элемент стратегии развития, тем самым оно подчеркивает значение оптимизации процессов сертификации, а также обозначает потенциал и перспективы развития данной области в контексте требований ТР ТС 010 и растущих вызовов рынка.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Иванов А.Б. "Метрология и метрологическое обеспечение испытаний". Москва: Издательский дом «МААН», 2018.
Петров В.Г., Сидоров Н.Н. "Современные методы метрологии в промышленности". Санкт-Петербург: Издательство Политехнического университета, 2020.
Ким Чжуан, Ли Минг. "Оптимизация метрологического обеспечения в сертификационных испытаниях: методы и практика". Журнал "Метрология и стандартизация", №3, 2019.
ГОСТ Р ИСО/МЭК 17025-2019 "Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий".
Лебедев А.П. "Метрологическое обеспечение в инженерной деятельности". Москва: Наука, 2017.
Петюль И. А. Теоретическая метрология. – 2022, с. 18-20.

Низамова Гульсум Сеильхановна
Ведущий специалист Управления законодательной метрологии РГП «Казахстанский институт стандартизации и метрологии».
Магистрант 1 курса специальности «Стандартизация и сертификация (по отраслям)» Евразийский Национальный университет имени Л.Н.Гумилева, г. Астана, Казахстан.

КЕЗ КЕЛГЕН ТҮРЛЕРДІ ОРАМАЛҒАН ТАУАРЛАРДЫҢ САНЫНА ТАЛАПТАРДЫ ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ ТАЛДАУ

АҢДАТПА

Мақалада сауданың жаһандануы мен логистикалық тізбектердің дамуы жағдайында өнімді орау нормаларын сақтаудың негізгі аспектілері қарастырылады. Америка Құрама Штаттарындағы оралған өнім талаптарына, соның ішінде процесті реттейтін заңнамалық нормаларды талдауға ерекше назар аударылады. Сондай-ақ, қаптамада көрсетілген шаманың нетто мазмұнын тексеру бойынша эксперимент нәтижелерін қоса алғанда, Қазақстан Республикасында буып-түйілген өнімді мемлекеттік бақылау мәселелері зерттеледі. Мақалада елорда тұрғындары арасында әлеуметтік сауалнама ұсынылған, оның нәтижелері буып-түйілген өнімге қойылатын талаптарды арттыруға және Қазақстанда мемлекеттік бақылауды күшейтуге бағытталған ұсынымдар үшін негіз болады.

ИЗУЧЕНИЕ И АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ К КОЛИЧЕСТВУ ФАСОВАННЫХ ТОВАРОВ В УПАКОВКАХ ЛЮБОГО ВИДА

АННОТАЦИЯ

В статье рассматриваются ключевые аспекты соблюдения норм фасовки продукции в условиях глобализации торговли и развития логистических цепочек. Особое внимание уделено требованиям к фасованной продукции в Соединенных Штатах Америки, включая анализ законодательных норм, регулирующих этот процесс. Также исследуются проблемы государственного контроля за фасованной продукцией в Республике Казахстан, включая результаты эксперимента по проверке содержимого нетто величины, указанной на упаковке. В статье представлен социальный опрос среди жителей столицы, результаты которого служат основой для рекомендаций, направленных на повышение требований к фасованной продукции и усиление государственного контроля в Казахстане.

Ключевые слова: фасованная продукция (товары), упаковка, маркировка, метрологический контроль, количество.

STUDY AND ANALYSIS OF REQUIREMENTS TO THE QUANTITY OF PACKAGED GOODS IN PACKAGING OF ANY KIND

ANNOTATION

The article examines key aspects of compliance with product packaging standards in the context of globalized trade and the development of supply chains. Particular attention is paid to the requirements for packaged products in the United States of America, including an analysis of the legislative norms regulating this process. It also examines the problems of state control over packaged products in the Republic of Kazakhstan, including the results of an experiment to check the contents of the net value indicated on the package. The article presents a social survey among residents of the capital, the results of which serve as the basis for recommendations aimed at increasing the requirements for packaged products and strengthening state control in Kazakhstan.

90.01.01: Руководящие и законодательные материалы

Низамова Гульсум Сеильхановна
Ведущий специалист Управления законодательной метрологии РГП «Казахстанский институт стандартизации и метрологии».
Магистрант 1 курса специальности «Стандартизация и сертификация (по отраслям)» Евразийский Национальный университет имени Л.Н.Гумилева, г. Астана, Казахстан.

Развитие цивилизованного потребительского рынка идет в направлении продажи товаров в заранее взвешенном и расфасованном в отсутствии покупателя виде. При этом кто-то должен защитить покупателя от недобросовестности производителя фасованного товара, т.к. недовложение в каждую отдельную упаковку, даже в пределах допустимого, обеспечивает огромный неправомерный доход производителю товара и, соответственно, огромный невосполнимый ущерб сообществу потребителей. Особенность данного вида «обмана потребителя» заключается еще в том, что для каждого отдельного потребителя он практически неуловим.

Цель проведения обзора данной статьи заключается в анализе нормативных документов Соединенных Штатов Америки (США), связанных с регулированием фасованной продукции и выявление проблемы казахстанского законодательства в отношении фасованной продукции.

Задачи обзора включают следующее:

- изучение основных требований, предъявляемых к фасованной продукции в США, включающий анализ нормативных актов, регулирующих процесс государственного контроля за количеством фасованной продукции;
- определение недостатков в существующем законодательстве Республики Казахстан, касающихся регулирования фасованной продукции и предложение возможных путей их устранения или улучшения.
- анализ государственного контроля за соблюдением требований к фасованной продукции и законодательства о защите прав потребителей, а также оценка эффективности контрольных механизмов и выявление возможных проблем в системе контроля.
- изучение деятельности органов, ответственных за контроль за фасованной продукцией в Казахстане, включая их компетенцию и ресурсы. Это поможет оценить возможности и ограничения государственных органов в обеспечении соблюдения требований к фасованной продукции.
- проведение эксперимента с некоторыми продуктами общего потребления, на предмет соответствия нормам законодательства
- формулирование предложений для решения возникшей ситуации, в том числе аргументация в пользу необходимости улучшения законодательства и эффективности контрольных механизмов для обеспечения качества и безопасности продукции.

В целях определения и соблюдения требований к фасованной продукции применялся метод эксперимента и анализа литературных источников. При этом в качестве литературных источников использованы действующие нормативные акты США, Казахстана и стандарты.

Подробнее приведем опыт работы США по вопросам фасованных товаров.

Национальный институт стандартов и технологий NIST (National Institute on standards and technology – NIST) является национальным метрологическим институтом США. Работы в области метрологии в NIST проводит Отдел мер и весов (Office of Weights and Measures).

В Соединенных Штатах Америки применяются как Федеральные законы, так и законы отдельных штатов по мерам и весам. Федеральные законы по мерам и весам в торговле касаются только некоторых видов продукции (например, только мяса и птицы), или групп товаров (например, фасованных товаров широкого потребления) и имеют преимущественную силу перед законами штатов. Большинство измерений в торговле регламентируются законами и нормативными документами штатов.

Все федеральные штаты могут вводить свои собственные законы и правила по всем вопросам мер и весов в торговле, включая те, которые входят в Федеральное законодательство.

Низамова Гульсум Сеильхановна
Ведущий специалист Управления законодательной метрологии РГП «Казахстанский институт стандартизации и метрологии».
Магистрант 1 курса специальности «Стандартизация и сертификация (по отраслям)» Евразийский Национальный университет имени Л.Н.Гумилева, г. Астана, Казахстан.

В области фасованных товаров США применяют принцип указания цены единицы фасованного товара для сопоставления покупателями цен в розничных магазинах. Система указания цены единицы фасованного товара является предпочтительной по сравнению со стандартизацией размеров упаковки.

Что касается требований к точности для фасованной продукции, то в данном случае среднее значение количества товара для партии должно быть не менее номинального количества, указанного на упаковке (соблюдается принцип контроля среднего количества товара (average quantity system - AQS), предусмотренный Международной рекомендацией OIML R 87). Отклонение содержания отдельно взятой упаковочной единицы от заявленного номинального количества должно находиться в установленных пределах. Предел допустимого недовложения для каждой отдельно взятой упаковочной единицы называется «максимальным допустимым отклонением». Упаковки с недовложением, превышающим максимальное допустимое отклонение, рассматриваются в качестве несоответствующих и к продаже не допускаются.

У США больше требований в отношении маркировки, чем в Европейском союзе (ЕС). Контрольные температуры для некоторых жидких продуктов отличаются от требований ЕС.

Правовая система США стимулирует продавцов требовать от изготовителей фасованной продукции выполнение установленных требований, поскольку юридическую ответственность за реализуемую фасованную продукцию несут продавцы.

В США действуют следующие Законы (законодательные акты), затрагивающие вопросы контроля за фасованной продукцией:

- Единый закон о мерах и весах, 1983 года;
- Единый закон взвешивания,1965 года;
- Акт о переводе на метрическую систему (Metric Conversion Act), принят в 1975 г.;
- Акт о добросовестной упаковке и маркировке товаров (The Fair Packaging and Labeling Act).

В данном Едином законе о мерах и весах, 1983 года приводятся определения ключевым понятиям в метрологии, таких как измерение, калибровка, прослеживаемость, эталон, аккредитация и др.

Государственное подразделение мер и весов, созданное для административных целей занимается выполнением следующих функций от имени граждан государства:

- обеспечение того, чтобы весы и меры в коммерческих службах на территории штата соответствовали их назначению, были надлежащим образом установлены и точны и поддерживались в надлежащем состоянии их владельцем или пользователем.
- предотвращение недобросовестных или вводящих в заблуждение сделок по весу или мере в отношении любого товара или услуги, рекламируемых, упакованных, продаваемых или приобретаемых в пределах штата.
- предоставление всем пользователям эталонов или весоизмерительного оборудования для точной калибровки и соответствующей метрологической сертификации средств измерения веса.

Особенностью этого Закона является требования к рекламе продукции, а именно когда упакованный товар рекламируется каким-либо образом с указанием розничной цены, тогда с этой розничной ценой должно быть связано указание количества (вес, объем) на упаковке в соответствии с требованиями закона или нормативных актов.

Также подробно описываются полномочия проверяющих органов и требования к маркировке, упаковке, ценообразованию, а также указаны нормы за нарушение требований законодательства.

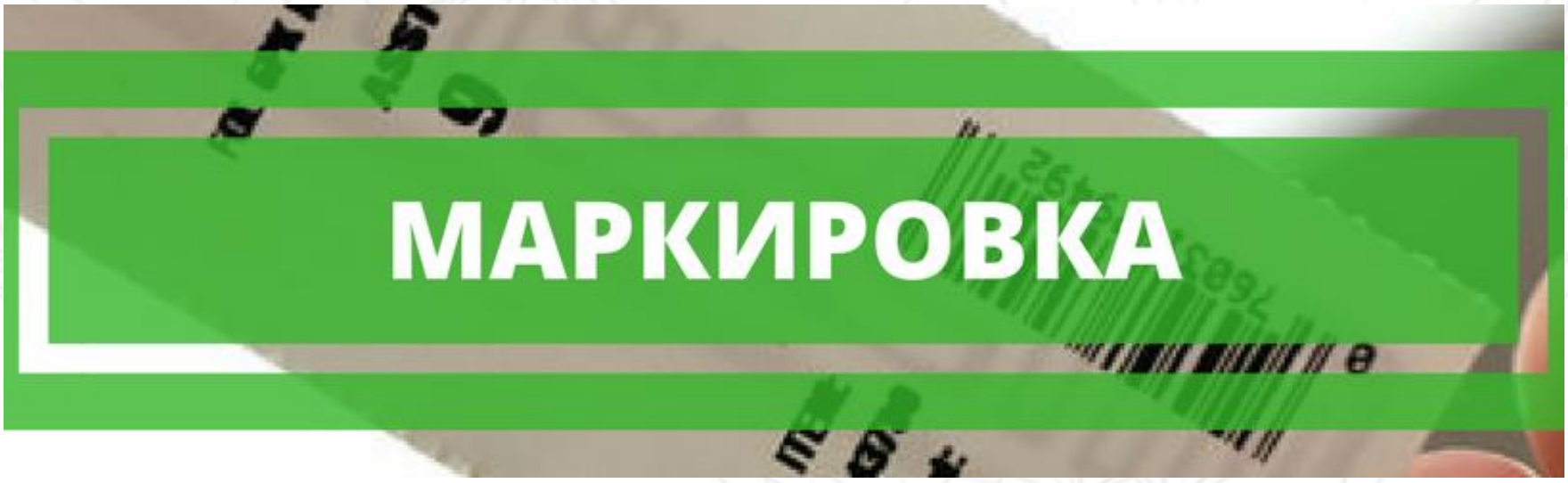
Приведены полномочия государственных органов, обязанности местных должностных лиц, гражданско-правовые отношения, в том числе административная (определение штрафных санкций, административное слушание, взыскание штрафных санкций) и уголовная ответственность за несоблюдение требований Закона.

Единый закон взвешивания, 1965 года обеспечивает регистрацию, лицензирование и правоприменительную программу для «общественных весовщиков» или сторонних измерителей в коммерческих сделках. Целью этого Закона является обеспечение точности измерений государственными весовщиками, в котором приведены следующие определения:

Общественный весовщик – лицо, которое проводит публичное взвешивание, как определено при публичном взвешивании.

Публичное взвешивание – это процесс взвешивания, измерения транспортных средств с помощью которых перевозится имущество, продукция, товары или изделия.

90.01.01: Руководящие и законодательные материалы
Низамова Гульсум Сеильхановна
Ведущий специалист Управления законодательной метрологии РГП «Казахстанский институт стандартизации и метрологии».
Магистрант 1 курса специальности «Стандартизация и сертификация (по отраслям)» Евразийский Национальный университет имени Л.Н.Гумилева, г. Астана, Казахстан.



МАРКИРОВКА

Транспортное средство – весовое устройство (за исключением железнодорожных грузовых вагонов), в котором, на котором или с помощью которого перевозится или может перевозиться какое-либо имущество, продукция, товар или изделие.

В Законе определены требования к процедуре взвешивания и к используемым весам: вместимость, размер платформы и т.д, а также приведены требования к получению лицензии «общественного весовщика», такие как умение точно взвешивать или измерять, умение оформлять сертификаты, использование методов измерения и оборудования и др.

Итогом проведения работ, является выдача сертификата, к которому также предъявляются требования об указании веса брутто товара и связанного с ним транспортного средства или контейнера.

При изучении документа «Руководство NIST HB 133-2023 «Проверка содержимого нетто в упакованных товарах», присланного NIST США, необходимо выделить несколько отличий от законодательства Республики Казахстан в области фасованной продукции, приведенные ниже.

К примеру, в документе подробно описываются процедуры испытаний продукции на определение некоторых характеристик, такие как: определение нормы влажности (учет потери влаги), масса нетто упакованного в лед продукта и замороженных блоков, определение веса нетто и процента очистки в упаковках свежих и замороженных продуктов, определение чистого содержания сжатого газа в баллонах. Приведены процедуры испытания товаров, маркированных в соответствии с процедурой измерения емкости, таких как бокалы и фужеры из прессованного и выдувного стекла, процедура объемного испытания краски, лака и неаэрозольных лакокрасочных материалов, тестирование вязких материалов, таких как герметики и пасты, процедура объемного испытания вязких и невязких жидкостей и др.

Указанное руководство разработано в качестве процедурного руководства по проверке соответствия чистого содержимого в упакованных товарах заявленным данным. Это руководство было разработано в первую очередь для использования государственными, местными и некоторыми федеральными должностными лицами.

Рассмотрим законодательные нормы Казахстана в отношении фасованной продукции. В настоящее время кроме Закона РК «Об обеспечении единства измерений» (далее - Закон) действуют следующие нормы законодательства.

Утверждены Правила по установлению соответствия количества фасованной изготовителем или продавцом продукции в упаковках любого вида, а также завезенной импортером расфасованной продукции при ее реализации и продукции, отчуждаемой при совершении торговых операций, в целях государственного метрологического контроля (приказ Министра торговли и интеграции Республики Казахстан от 30 июня 2021 года № 436-НҚ).

СТ РК 2.156-2009 «Порядок проведения государственного метрологического контроля за количеством фасованных товаров в упаковках любого вида при их расфасовке, продаже и импорте» (далее - СТ РК 2.156), применение которого является обязательным, устанавливает общие требования к количеству товаров, содержащихся в упаковочных единицах, к его маркировке (только в части обязательности нанесения маркировки номинального количества товара и массы основного продукта без жидкости), к партии фасованных товаров, предназначенных для государственного метрологического контроля.

Низамова Гульсум Сеильхановна
Ведущий специалист Управления законодательной метрологии РГП «Казахстанский институт стандартизации и метрологии».
Магистрант 1 курса специальности «Стандартизация и сертификация (по отраслям)» Евразийский Национальный университет имени Л.Н.Гумилева, г. Астана, Казахстан.

В СТ РК 2.156 есть минимальные требования о недопустимости изготовления «фальшивых» фасованных товаров (содержимое упаковочной единиц должно заполнять не менее 70 % объема упаковки, за исключением подарочных и сувенирных товаров, а также товаров, к упаковке которых в соответствии с нормативными документами предъявляют специфические требования).

В Казахстане метрологические требования к фасованной продукции с одинаковым номинальным количеством с указанием длины, площади и количества штук гармонизированы с OIML R 87:2004 «Количество фасованного товара» (далее - OIML R 87:2004), метрологические требования к количеству товара гармонизированы с Директивой 76/211/ЕЭС «О сближении законодательства государств-членов ЕС в части фасования некоторых продуктов в соответствии с их массой или объемом в упаковки любого вида» (далее - Директива 76/211/ЕЭС) и международной рекомендацией OIML R 87:2004 (СТ РК 2.156 содержит информационные Приложения, регулирующие процедуру расчета средней массы тары, допускаемые значения влажности, которые учитываются при осуществлении проверок количества фасованной продукции, рекомендуемый порядок проверки содержимого нетто фасованной продукции, содержащих замороженные продукты и процедуру определения содержимого нетто основного продукта без жидкости, предусмотренные OIML R 87:2004). Планы и процедуры выборочного контроля при проведении государственного метрологического контроля за фасованной продукцией гармонизированы с Директивой 76/211/ЕЭС и OIML R 87:2004.

Казахстан принял ГОСТ 8.579-2019 «Требования к количеству фасованных товаров при их производстве, фасовке, продаже и импорте» (далее - ГОСТ 8.579), который содержит метрологические требования к количеству продукции, содержащихся в упаковочных единицах, к партии фасованной продукции, предназначенных для метрологического надзора, а также к мерным сосудам, используемым в качестве потребительской тары для жидкой фасованной продукции, в котором предусмотрено требование о маркировке на ценниках при продаже цены единицы фасованной продукции.

В рамках изучения вопроса о соблюдении требований законодательства, проведен эксперимент с целью выявления соответствия количества фасованной продукции, приобретенной в крупном торговом объекте ТОО «Скиф Трейд» (SMALL) г. Астаны, улица Ш. Айтматова, 44. Замеры были на соответствие требованиям законодательства Республики Казахстан в области обеспечения единства измерений с использованием Государственного вторичного эталона единицы массы-килограмм от 1 мг до 20 кг (KZ.01.01.00003-2003)

Экспериментатором с целью проверки содержимого нетто величине, обозначенной на упаковке, произведен закуп и измерение массы нетто продукции широкого потребления согласно Таблице 1 в количестве 20 наименований на общую сумму 14406 тг.

Таблица 1. Результаты проведенного эксперимента

№	Наименование продукции	Название	Масса/объем, указанная (ый) на упаковке, г,л.	Масса/объем, измеренная (ый) на эталоне, г,л.	Отклонение	Примечание
1	**Хлеб бородинский, нарезка**	SMALL	350	342,026	-7,974	соответствует
2	**Хлеб**	«Столичный хлеб»	450	466,58	16,58	соответствует
3	**Рис для плова**	«Натуральная кухня»	700	727,397	27,397	соответствует
4	**Горох колотый**	«Царская каша»	800	794,174	-5,826	соответствует
5	**Охлажденная подложка филе**	«Кус-Вкус»	728	705,425	-22,575	не соответствует
6	**Крупа манная**	«ВИП»	700	697,642	-2,358	соответствует
7	**Крупа перловая**	«Макфа»	800	800,942	-0,942	соответствует
8	**Молокосодержащий продукт**	«Луга Алатау», жирность 50%	244	242, 835	-1,165	соответствует
9	**Сахар рафинад**	«Чайкофский»	250	242,038	-7,962	соответствует
10	**Хлопья овсянные**	«Царская каша»	400	390,215	-9,785	соответствует
11	**Сухари**	«Трапеза»	200	197,124	-2,876	соответствует

90.01.01: Руководящие и законодательные материалы
Низамова Гульсум Сеильхановна
Ведущий специалист Управления законодательной метрологии РГП «Казахстанский институт стандартизации и метрологии».
Магистрант 1 курса специальности «Стандартизация и сертификация (по отраслям)» Евразийский Национальный университет имени Л.Н.Гумилева, г. Астана, Казахстан.

Таблица 1. Результаты проведенного эксперимента

№	Наименование продукции	Название	Масса/объем, указанная (ый) на упаковке, г,л.	Масса/объем, измеренная (ый) на эталоне, г,л.	Отклонение	Примечание
12	**Оливки черные с косточкой**	«ITLU»	125 основной продукт	135,368	10,368	соответствует
13	**Мандарин**	Медовый, пр-ва Китай	722	718,123	-3,877	соответствует
14	**Колбаса**	«Президентская Нәрлен»	350	354,037	4,037	соответствует
15	**Яблоки**	«Голден премиум»	692	687,807	-4,193	соответствует
16	**Молоко,**	«Родина»	1 л	1,045 л	0,045	соответствует
17	**Круассаны со сливочным кремом**	«Яшкино»	180	193,016	13,016	соответствует
18	**Макароны перья**	«Султан»	400	398,175	-1,825	соответствует
19	**Крупа гречневая**	«Айдони»,	800	798,482	-1,518	соответствует
20	**Порошок стиральный**	«Миф» морозная свежесть	2000	1984,1	-15,9	соответствует

Проверка соответствия количества содержащегося в упаковке товара величине, обозначенной на упаковке производилась разрушающим методом, на соответствие стандарту ГОСТ 8.579.

По результатам измерения содержимого массы нетто в продукции «охлажденная подложка филе «Кус-Вкус», реализуемой в ТОО «Скиф Трейд» (SMALL) выявлено, что количество содержащегося в упаковке товара не соответствует величине, обозначенной на упаковке (недовес превышающий допустимую норму).

По итогам проведенного эксперимента, 12 наименований продукции имеют недовес, который допустим в пределах нормы по ГОСТ 8.579 и 7 наименований продукции имеют массу нетто больше, указанной на упаковке.

Из данного эксперимента, можно сделать вывод, что продукция, которая наиболее востребована у потребителей, чаще всего имеет недовес в пределах допустимой нормы. Это, вероятно, указывает на необходимость более тщательного контроля и корректировки процессов упаковки для повышения точности, а также на возможные недостатки в точности весоизмерительных приборов, используемых при фасовке.

Для более детального понимания ситуации с недовесом продукции в торговых точках города Астана, был проведен онлайн опрос среди жителей жилых комплексов «ЖК Мадрид» и «Мадрид 2». Целью исследования было выяснение частоты столкновения потребителей с ситуациями недовеса товаров при покупке в супермаркетах или других розничных точках, а также их реакции на такие случаи.

В опросе приняли участие 2326 респондентов. Результаты показали, что ни один из участников опроса не обращался в компетентные органы по поводу недовеса продукции. Все респонденты отметили, что не обращают внимания на возможные расхождения в весе товаров, ссылаясь на нехватку времени и отсутствие желания тратить усилия на решение этого вопроса. В ответах потребители указывали, что, приобретая несколько различных товаров, таких как продовольственные изделия и товары бытовой химии, они не проверяют вес упаковок непосредственно в магазине, а также не проводят подобных проверок дома.

Более того, большинство опрошенных выразило мнение, что даже в случае обнаружения недовеса они не видят смысла в обращении с жалобой или подаче заявления. Среди причин назывались неудобства, связанные с бюрократическими процедурами и возможной неэффективностью решения проблемы через официальные каналы. Также отмечено, что в исключительных случаях, если ситуация затронет крупные суммы или приобретаемый товар окажется сильно недовешенным, опрошенные согласились, что будут вынуждены подать жалобу. Однако в таких ситуациях доказательства недовеса часто сложно собрать, что делает обращение с жалобой маловероятным.

90.01.01: Руководящие и законодательные материалы
Низамова Гульсум Сеильхановна
Ведущий специалист Управления законодательной метрологии РГП «Казахстанский институт стандартизации и метрологии».
Магистрант 1 курса специальности «Стандартизация и сертификация (по отраслям)» Евразийский Национальный университет имени Л.Н.Гумилева, г. Астана, Казахстан.

На сегодняшний день, изучив нормативные базу Казахстана, стран-участниц ЕАЭС, США можно сделать вывод, что потребитель не защищен от обмана в отношении количества продукции в упаковке. Этому может служить отсутствие должного контроля за соблюдением требований к фасованной продукции и недобросовестное отношение продавцов и производителей.

На текущий момент в Казахстане законодательно существует госконтроль за фасованной продукцией, но то как он выполняется является не достаточным для обеспечения безопасности для потребителя. В Законе упоминается только лишь единожды, что объектом государственного метрологического контроля является количество фасованной продукции в упаковках любого вида при ее реализации. Статьи 26, 27 Закона и пункты 1, 2 статьи 419 Кодекса РК «Об административных правонарушениях» исключены Законом РК от 05.10.2018 № 184-VI, которые четко предусматривали контрольные функции со стороны государственного органа.

В ходе обсуждения, прошедшего 22 октября текущего года с территориальными подразделениями Комитета технического регулирования и метрологии (далее - ДКТРМ) установлено, что контрольные функции ДКТРМ ограничены Предпринимательским кодексом РК и проверка субъектов предпринимательства осуществляется только на основании поступивших жалоб. Но как показывает статистика, предоставленная ДКТРМ с 2019 года по всему Казахстану поступило только 3 обращения по несоответствию количества продукции, указанной на упаковке (Улытауская обл-1 шт., и г. Алматы - 2 шт.), что повторно свидетельствует о том, что потребитель не заинтересован контролировать сведения, указанные в приобретаемых товарах.

В свою очередь, Комитет по защите прав потребителей (далее - КЗПП), который должен выступать гарантом защиты прав граждан, фактически лишен контрольных функций. В своем письме КЗПП проинформировал, что несоответствие количества продукции, указанного на упаковке, фактическому количеству не подлежит контролю с его стороны.

Контроль за такими нарушениями в настоящее время возложен на органы внутренних дел, которые рассматривают дела об административных правонарушениях, предусмотренных статьей 190 Кодекса, включая обмеривание, обвешивание и обман потребителей со стороны индивидуальных предпринимателей и организаций, занимающихся торговлей и предоставлением услуг.

Данные нарушения влекут штраф:

- на физических лиц в размере десяти,
- на субъектов малого предпринимательства – в размере двадцати,
- на субъектов среднего предпринимательства – в размере тридцати,
- на субъектов крупного предпринимательства – в размере пятидесяти месячных расчетных показателей.

Комитет административной полиции МВД РК предоставил следующие данные о нарушениях по статье 190 ч.1 КоАП КР (Нарушение законодательства Республики Казахстан о защите прав потребителей): за период с 2019 года по настоящее время привлечено 246 правонарушителей (в 2019 году -18, в 2020 году-19, в 2021 году-49, в 2022 году-49, в 2023 году-61, за 10 месяцев 2024 года-50). Касаемо поступивших обращений физических и юридических лиц в части несоответствия количества продукции, указанной на упаковке Комитет административной полиции сообщил, что отдельных указанных данных не ведется.

Низамова Гульсум Сеильхановна
Ведущий специалист Управления законодательной метрологии РГП «Казахстанский институт стандартизации и метрологии».
Магистрант 1 курса специальности «Стандартизация и сертификация (по отраслям)» Евразийский Национальный университет имени Л.Н.Гумилева, г. Астана, Казахстан.

Наибольшее внимание требованиям к упаковке и маркировке количества продукции уделено в ТР ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части ее маркировки». Однако, в данном ТР ТС не указаны метрологические требования, необходимые для проведения контроля количества фасованного товара и отсутствуют критерии приемлемости для обращения фасованной продукции на рынке.

ГОСТ 8.579 фактически мог стать реальным документом, при применении которого повсеместно в странах СНГ стало бы возможным обеспечить гарантии того, что количество товара, расфасованного в отсутствии покупателя, будет соответствовать тому, что указано на упаковке. Однако вопрос, маркировки фасованной продукции знаком «Ф» на упаковках, остается открытым, так как носит рекомендательный характер.

Примером единого гармонизированного подхода на международном уровне являются публикации МОЗМ. На текущий момент действует документ МОЗМ «Международное Руководство OIML G 21:2017 «Руководящие указания для определения требований к системе сертификации фасованных товаров». Основной целью реализации этих требований выступает обеспечение доверия покупателей к цифре, обозначающей номинальное количество содержащегося в упаковке товара, который расфасовывался и упаковывался в отсутствии потребителя, которые также направлены на устранение технические барьеров в торговле взаимопоставляемой продукцией.

Директивы 75/106/ЕЭС «О сближении законодательства государств-членов ЕС в части фасования некоторых жидкостей в соответствии с их объемом в упаковки любого вида» (далее - Директива 75/106/ЕЭС) и 76/211/ЕЭС не были обязательными для производителей фасованных товаров, однако их положения должны быть внедрены в национальное законодательство стран ЕС и использованы для надзора за рынком. Альтернативой применению директив служит национальное законодательство, в котором могут быть установлены иные требования к фасованной продукции, продаваемой внутри страны. Если на упаковке фасованных товаров присутствует знак «℮», это свидетельствует о том, что производитель или упаковщик гарантирует соответствие количества товара в упаковке требованиям директив ЕС. В таком случае другие участники рынка, такие как продавцы, не несут ответственности за объем товара в упаковке, что является значительным преимуществом при продаже таких товаров. Поскольку большинство фасованных товаров в Европе маркировано знаком «℮», это преимущество играет важную роль.

По результатам проведенного эксперимента, социального опроса, анализа международной практики правового регулирования фасованных товаров, а также правил и процедур осуществления контроля, предлагается следующее:

1. Внести изменения в Закон РК «Об обеспечении единства измерений» и КоАП РК дополнив требованиями к государственному метрологическому контролю за количеством фасованной продукции в упаковках любого вида при ее реализации. Также, на основе опыта США, предусмотреть требования к рекламе продукции, а именно когда упакованный товар рекламируется каким-либо образом с указанием розничной цены, тогда с этой розничной ценой должно быть связано указание количества (вес, объем) на упаковке в соответствии с требованиями закона или нормативных актов.
2. Для повышения информативности потребителей важно организовать массовую кампанию о доступных механизмах защиты прав, как со стороны ДКТРМ, так и со стороны КЗПП и КазСтандарта. Потребитель должен четко знать, куда обращаться в каждой конкретной ситуации. Кроме того, необходимо повысить квалификацию специалистов ДКТРМ, совместно с КЗПП исследуя международный опыт в области государственного контроля. Это позволит не только улучшить понимание и улучшить работы в области контроля за фасованной продукцией, но и в целом создать более безопасную и прозрачную среду для потребителей.
3. Учитывая глобализацию экономики, целесообразно, чтобы обязательные требования к количеству фасованных товаров были согласованы с Международными рекомендациями МОЗМ. С учетом опыта европейских стран, где ни один продавец, импортер, не возьмет на реализацию фасованную продукцию в упаковках без знака «е» на упаковке, так как при обнаружении нарушений вся ответственность ляжет на него, для отечественного производителя наличие знака «Ф» на упаковках фасованных товаров должно стать столь же необходимым и значимым. Считаем, что в Казахстане и рамках ЕАЭС при установлении единых требований к количеству фасованной продукции должен использоваться единый знак маркировки фасованных товаров.

Низамова Гульсум Сеильхановна
Ведущий специалист Управления законодательной метрологии РГП «Казахстанский институт стандартизации и метрологии».
Магистрант 1 курса специальности «Стандартизация и сертификация (по отраслям)» Евразийский Национальный университет имени Л.Н.Гумилева, г. Астана, Казахстан.

4. Сложившуюся ситуацию можно изменить путем создания системы сертификации и запуска пилотного проекта. В рамках системы сертификации возможно создание назначенного органа (является национальным регулирующим органом и органом надзора за рынком, ответственным за законодательную метрологию, как пример, ГНМЦ) или органа по сертификации на соответствие количества фасованной продукции требованиям ГОСТ 8.579, как одного из направлений деятельности системы.

Цели сертификации фасованных товаров будут включать:

- установление правил и процедур для подтверждения того, что маркировка и количество фасованного товара отвечают всем соответствующим законодательным требованиям;
- содействие гармонизации, единому толкованию и применению требований законодательной метрологии к количеству продукта в упаковочных единицах, включая требования к маркировке и требования к системе производства.

Развитие этого направления деятельности системы сертификации создаст предпосылки для обеспечения в будущем взаимного признания знаков «е» и «Ф» Казахстаном и странами ЕС, что будет способствовать снятию технических барьеров при экспорте и импорте фасованной продукции, но, главное, хоть в какой-то мере защитит отечественного потребителя от ежедневного «маленького» обмана, вырастающего в огромный ущерб.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. NIST Handbook NIST HB 133-2023 «Checking the Net Contents of Packaged Goods» (p. 54-61)
2. Handbook 130 – 2024 r1 III. Uniform Laws A. Uniform Weights and Measures Law (p. 16-25)
3. Handbook 130 – 2024 r1 III. Uniform Law B. Uniform Weighmaster Law (p. 31-37)
4. Закон Республики Казахстан «Об обеспечении единства измерений»
Режим доступа: https://adilet.zan.kz/rus/docs/Z000000053_
5. Правила по установлению соответствия количества фасованной изготовителем или продавцом продукции в упаковках любого вида, а также завезенной импортером расфасованной продукции при ее реализации и продукции, отчуждаемой при совершении торговых операций, в целях государственного метрологического контроля, утвержденные приказом Министра торговли и интеграции Республики Казахстан от 30 июня 2021 года № 436-НҚ.
Режим доступа: https://adilet.zan.kz/rus/docs/V2100023411
6. ГОСТ 8.759-2019 «Требования к количеству фасованных товаров при их производстве, фасовании, продаже и импорте».
7. СТ РК 2.156-2009 «Порядок проведения государственного метрологического контроля за количеством фасованных товаров в упаковках любого вида при их расфасовке, продаже и импорте».
8. ТР ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части ее маркировки»
Режим доступа:
https://eec.eaeunion.org/upload/medialibrary/9db/TrTsPishevkaMarkirovka.pdf?ysclid=m3pk7kxixq982474514
9. Научно-исследовательская работа по теме «Проведение исследований международной практики установления и реализации требований к количеству фасованных товаров, поставляемых, в частности, на рынок Европейского союза и государств – членов Евразийского экономического союза, и подготовка на основании их результатов предложений по установлению в рамках Евразийского экономического союза обязательных требований к фасованным товарам и рекомендаций по механизмам их реализации и контроля».
Режим доступа: https://eec.eaeunion.org/upload/iblock/0ec/OTCHET-NIR-2018-fasovannye-tovary.pdf
8. Международное Руководство OIML G 21:2017 «Руководящие указания для определения требований к системе сертификации фасованных товаров»
Режим доступа: https://www.oiml.org/en/publications/other-language-translations/russian/coomet/oiml-g21-2017-ru-2021.pdf

Низамова Гульсум Сеильхановна
Ведущий специалист Управления законодательной метрологии РГП «Казахстанский институт стандартизации и метрологии».
Магистрант 1 курса специальности «Стандартизация и сертификация (по отраслям)» Евразийский Национальный университет имени Л.Н.Гумилева, г. Астана, Казахстан.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

9. Council Directive 75/106/EEC of 19 December 1974 on the approximation of the laws of the Member States relating to the making-up by volume of certain prepackaged liquids
Режим доступа: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:31975L0106
10. Directive 76/211/EEC on the making-up by weight or by volume of certain pre-packaged products
Режим доступа: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:31975L0106
11. Кодекс РК «Об административных правонарушениях»
Режим доступа: https://adilet.zan.kz/rus/docs/K1400000235

Сведения об авторе:
НИЗАМОВА Гульсум Сеильхановна
Ведущий специалист Управления законодательной метрологии РГП «Казахстанский институт стандартизации и метрологии».
Магистрант 1 курса специальности «Стандартизация и сертификация» (по отраслям) Евразийского Национального университета имени Л.Н.Гумилева, г. Астана.
Телефон: 87055685237.
Электронная почта: g.nizamova@ksm.kz.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
SMART
90.01.85: Автоматизация и автоматизированные системы в метрологии
С.Ж. Джуманиязова. 2 курс магистранты, 7М07550 «Метрология» (салалар бойынша) мамандығы
Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан
Г.К. Бектурганова. аға оқытушы, химия ғылымдарының кандидаты. Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан
С.Ж. Джуманиязова. Магистрант 2 курса специальности 7М07550 «Метрология» (по отраслям). ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан
Г.К. Бектурганова. Старший преподаватель, кандидат химических наук
S.Zh. Jumaniyazova. 2nd-year Master's student, specialty 7M07550 "Metrology" (by sectors). L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan. salta0200juma@gmail.com
G.K. Bekturganova. Senior Lecturer, Candidate of Chemical Sciences. L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan. gulmirabekt@yandex.kz

БОЛАШАҚ МЕТРОЛОГИЯСЫ: ДӘЛ ӨЛШЕМДЕРГЕ АРНАЛҒАН ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТ ЖӘНЕ ЦИФРЛЫҚ ЕГІЗДЕР

АҢДАТПА

Бұл мақалада жасанды интеллекттің (ЖИ) метрологияны қалай түрлендіріп, деректерді талдау мен өлшеу дәлдігін арттырудың инновациялық әдістерін ұсынатыны туралы ақпарат берілген. Қателерді түзету, үлкен деректерді өңдеу және құралдарды калибрлеуді оңтайландыруға көмектесетін заманауи машиналық оқыту әдістері сипатталған. Сенсорлардың деградациясын болжау, өлшеу белгісіздігін бағалау, өзгермелі жағдайларға бейімделу және метеорология мен климатологиядағы болжамдық модельдердің дәлдігін арттырудағы ЖИ мүмкіндіктері қарастырылады. ЖИ технологиялары неғұрлым дәл және сенімді өлшеу жүйелерін құруға ықпал етеді, бұл климаттық зерттеулер мен басқа да ғылыми салаларда жаңа мүмкіндіктер ашады.

Сондай-ақ, жасанды интеллект (ЖИ) пен цифрлық егіздердің өзара байланысы және олардың бір-бірін толықтыратын мүмкіндіктері қарастырылады. Цифрлық егіздер нақты объектілердің, жүйелердің немесе процестердің жағдайын және мінез-құлқын нақты уақыт режимінде дәл көрсететін виртуалды модельдер болып табылады. Жасанды интеллект өз кезегінде цифрлық егіздердің аналитикалық және болжамдық мүмкіндіктерін кеңейтуге көмектеседі.

Түйінді сөздер: метрология, жасанды интеллект, өлшеу жүйелері, цифрлық егіздер.

МЕТРОЛОГИЯ БУДУЩЕГО: ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ И ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ КАК ИНСТРУМЕНТЫ ТОЧНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

АННОТАЦИЯ

В данной статье приведена информация о том, как искусственный интеллект (ИИ) трансформирует метрологию, предлагая инновационные подходы к автоматизации анализа данных и повышению точности измерений. Описаны современные методы машинного обучения, которые помогают исправлять погрешности, обрабатывать большие объемы данных и оптимизировать калибровку приборов. Рассматриваются возможности ИИ в прогнозировании деградации сенсоров, оценке неопределенности измерений, адаптации к изменяющимся условиям и повышении точности предсказательных моделей в метеорологии и климатологии. Технологии ИИ способствуют созданию более точных и надежных измерительных систем, что открывает новые перспективы в климатических исследованиях и других научных областях.

Также рассматривается связь между цифровыми двойниками и искусственным интеллектом (ИИ) и в их взаимодополняющих возможностях. Цифровые двойники представляют собой виртуальные модели реальных объектов, систем или процессов, которые могут точно отражать их состояние и поведение в реальном времени. Искусственный интеллект, в свою очередь, помогает расширить функциональность цифровых двойников, улучшая их аналитические и предсказательные возможности.

Ключевые слова: метрология, искусственный интеллект, измерительные системы, цифровые двойники.

METROLOGY OF THE FUTURE: ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND DIGITAL TWINS AS TOOLS FOR PRECISE MEASUREMENTS

ANNOTATION

This article provides insights into how artificial intelligence (AI) is transforming metrology by offering innovative approaches to automating data analysis and improving measurement accuracy. It describes modern machine learning methods that help correct errors, process large volumes of data, and optimize instrument calibration. The paper examines AI capabilities in predicting sensor degradation, assessing measurement uncertainty, adapting to changing conditions, and enhancing the accuracy of predictive models in meteorology and climatology. AI technologies contribute to the development of more accurate and reliable measurement systems, opening new prospects in climate research and other scientific fields.

The relationship between digital twins and artificial intelligence (AI) is also explored, highlighting their complementary capabilities. Digital twins are virtual models of real-world objects, systems, or processes that accurately reflect their current state and behavior in real time. AI, in turn, enhances the functionality of digital twins by improving their analytical and predictive capabilities.

Keywords: metrology, artificial intelligence, measurement systems, digital twins.

С.Ж. Джуманиязова. 2 курс магистранты, 7М07550 «Метрология» (салалар бойынша) мамандығы
Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан
Г.К. Бектурганова. аға оқытушы, химия ғылымдарының кандидаты. Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан
С.Ж. Джуманиязова. Магистрант 2 курса специальности 7М07550 «Метрология» (по отраслям). ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан
Г.К. Бектурганова. Старший преподаватель, кандидат химических наук
S.Zh. Jumaniyazova. 2nd-year Master's student, specialty 7M07550 "Metrology" (by sectors). L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan. salta0200juma@gmail.com
G.K. Bekturganova. Senior Lecturer, Candidate of Chemical Sciences. L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan. gulmirabekt@yandex.kz

Введение

Количество исследований, посвящённых искусственному интеллекту, резко возросло в текущем столетии. В этой области существуют международные стандарты и десятки проектов стандартов, как национальных, так и международных, касающихся искусственного интеллекта. Однако известные определения ИИ противоречивы. Между тем ИИ в основном рассматривается с трёх позиций: как набор свойств, как набор технологий и как инженерная дисциплина.

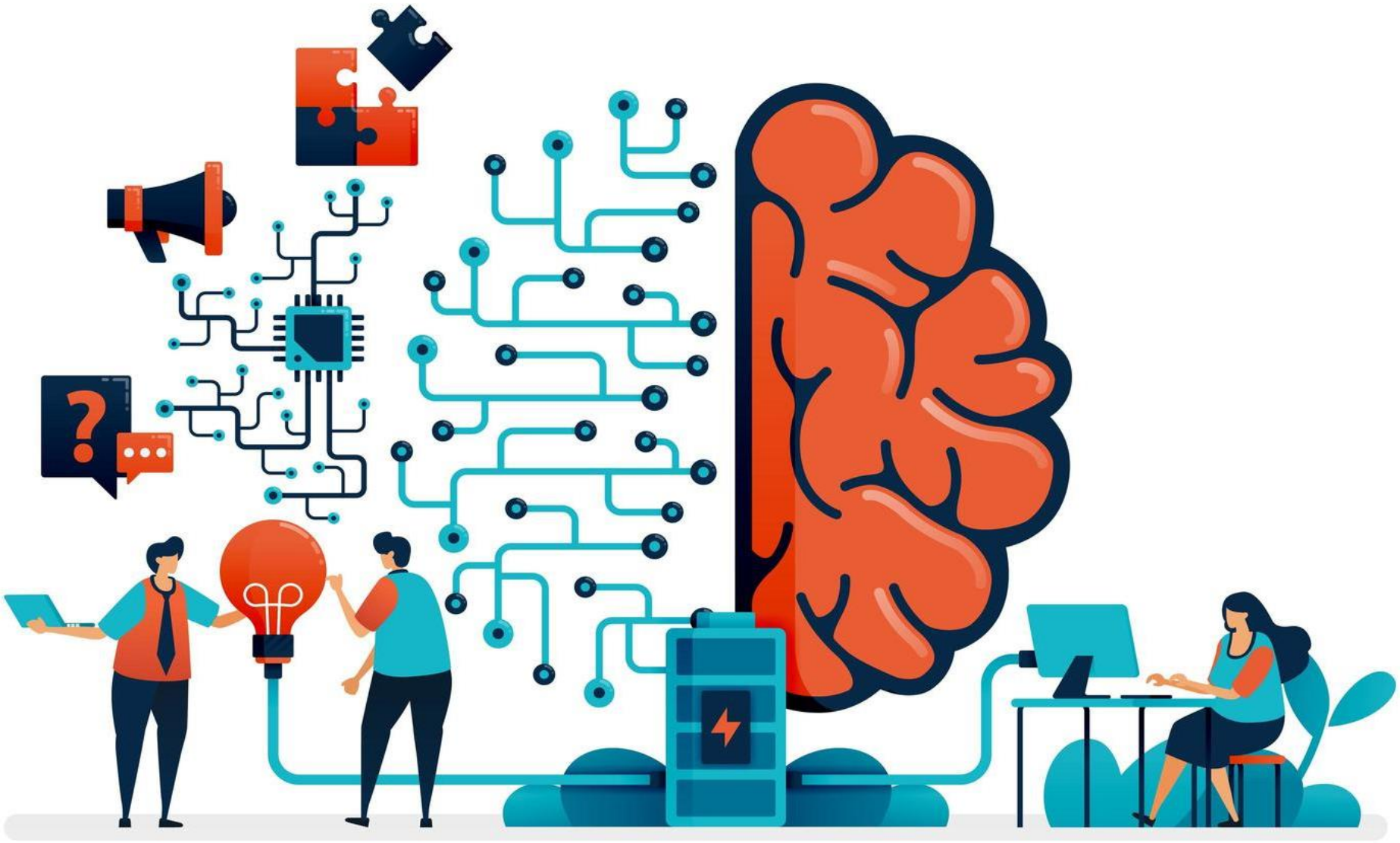
В рамках данной статьи ИИ рассматривается как набор свойств, позволяющих анализировать данные, поступающие по входным каналам, получать знания, строить представления, формировать концепции и переосмысливать их в зависимости от результатов самообучения.

Устройствами входных каналов могут быть различные датчики и другие измерительные преобразователи. На основе анализа данных искусственный интеллект может выявлять корреляции между данными, распознавать изображения, измерять многомерные величины, классифицировать их, прогнозировать изменения в соотношениях различных параметров со временем, а также принимать решения или предлагать их человеку-оператору.

В настоящее время задачи, как правило, формулируются человеком-оператором. Во многих случаях ИИ находит алгоритм для их решения, иногда не информируя об этом оператора. Однако через несколько лет люди будут ставить только стратегические задачи, в то время как тактические задачи, такие как подавление мешающих воздействий или устранение неполадок, будут выполняться ИИ самостоятельно.

Таким образом, если в прошлом технические системы создавались для увеличения возможностей отдельных органов человека (рук, ног, глаз и т.д.) и для ускорения решения простых математических задач, то развитие искусственного интеллекта открывает перспективу повышения способности человека к решению задач когнитивного характера.

Поскольку уровень сложности и разнообразие задач, которые должны выполняться системами, основанными на искусственном интеллекте, различны, разумно создать ряд типов систем, отличающихся по уровню искусственного интеллекта.



С.Ж. Джуманиязова. 2 курс магистранты, 7М07550 «Метрология» (салалар бойынша) мамандығы
Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан
Г.К. Бектурганова. аға оқытушы, химия ғылымдарының кандидаты. Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан
С.Ж. Джуманиязова. Магистрант 2 курса специальности 7М07550 «Метрология» (по отраслям). ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан
Г.К. Бектурганова. Старший преподаватель, кандидат химических наук
S.Zh. Jumaniyazova. 2nd-year Master's student, specialty 7M07550 "Metrology" (by sectors). L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan. salta0200juma@gmail.com
G.K. Bekturganova. Senior Lecturer, Candidate of Chemical Sciences. L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan. gulmirabekt@yandex.kz

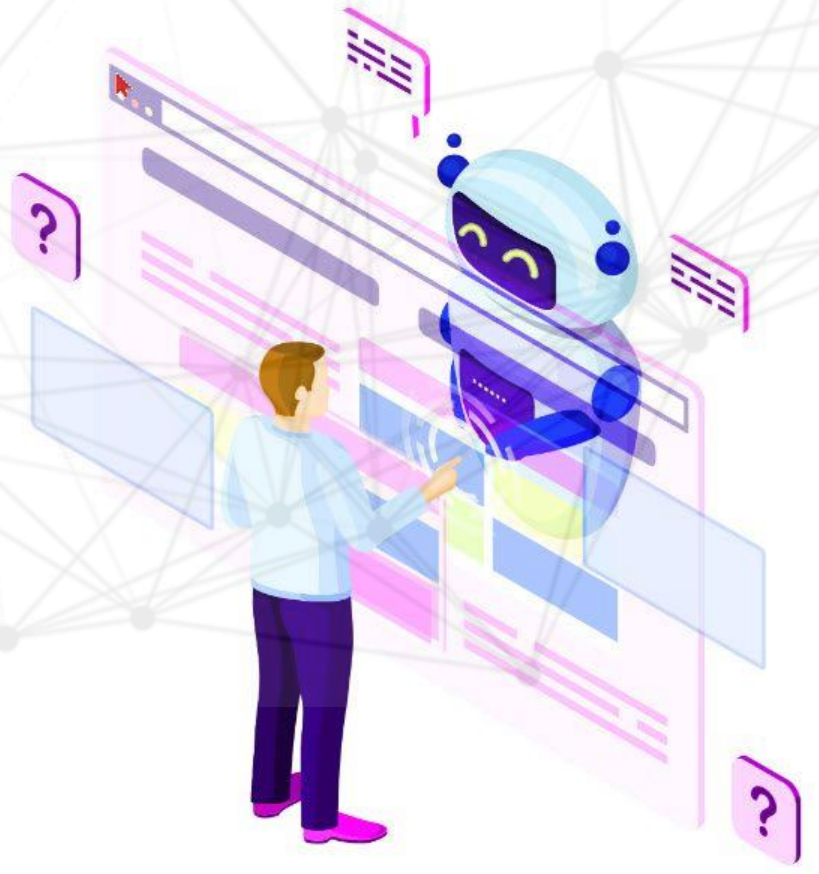
Связь искусственного интеллекта и цифровых двойников в метрологии становится все более значимой, поскольку они взаимно усиливают друг друга, улучшая точность, надежность и эффективность измерений. Искусственный интеллект, особенно методы машинного обучения, обеспечивает анализ и интерпретацию больших объемов данных, которые поступают от цифровых двойников, что способствует более глубокому пониманию процессов измерений и повышает качество метрологических данных.

Цифровое двойникование — это быстро развивающаяся область исследований. Цифровые двойники объединяют модели и данные для получения актуальной информации о состоянии системы, помогая принимать обоснованные решения в таких областях, как мониторинг конструкций и современное производство. Использование метрологических данных для обновления моделей таким образом приносит преимущества во многих сферах, включая саму метрологию. Недавние мероприятия по цифровизации метрологии предоставляют уникальную возможность преобразовать метрологические данные в «цифровые двойники» и интегрировать их в метрологические процессы.

В данной статье рассматриваются ключевые особенности цифровых двойников, которые способствуют их применению в метрологии и измерениях, подчеркиваются связи между цифровыми двойниками и виртуальной метрологией. Описано, как метрология может использовать цифровых двойников и как метрологические данные могут способствовать их применению, а также предлагаются потенциальные направления будущего развития, направленные на максимизацию достигнутых выгод.

Видение искусственного интеллекта, его возможностей и перспектив

В настоящее время ИИ принято делить на слабый (узкий) и сильный (общий). Системы, основанные на слабом искусственном интеллекте, извлекают информацию из ограниченного набора данных и способны справляться только с конкретными задачами, для которых они были обучены. Как правило, такие системы ориентированы на задачи, которые, будучи выполненными человеком, не требуют высокой квалификации, но требуют регулярного использования обновляемых справочных данных. Часто коммуникация подобных систем с человеком, включая разговорные навыки с ограниченным словарным запасом, также обязательна.



К таким задачам можно отнести, например, работу официанта, охранника, гида, переводчика, кладовщика и т.д. Следует отметить, что системы, основанные на слабом искусственном интеллекте, в настоящее время получили широкое распространение, и количество их видов и объемы продукции, производимой с их использованием, неуклонно растут.

Системы с сильным искусственным интеллектом значительно дороже. Они способны рассуждать, принимать решения в условиях неопределённости, планировать, обучаться, интегрировать предшествующие знания при принятии решений, предлагать новые идеи и т.д. Можно предположить, что системы с сильным ИИ также будут выпускаться в нескольких вариантах, в зависимости от конкретных задач, которые они призваны решать.

Возможно, в будущем возникнет потребность в координации действий между несколькими роботами, оснащёнными ИИ, для решения новых задач. В частности, это будет необходимо для выполнения действий одновременно или для совместной обработки информации, поступающей из множества источников, количество которых может превышать возможности одного ИИ-устройства.

С.Ж. Джуманиязова. 2 курс магистранты, 7М07550 «Метрология» (салалар бойынша) мамандығы
Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан
Г.К. Бектурганова. аға оқытушы, химия ғылымдарының кандидаты. Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан
С.Ж. Джуманиязова. Магистрант 2 курса специальности 7М07550 «Метрология» (по отраслям). ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан
Г.К. Бектурганова. Старший преподаватель, кандидат химических наук
S.Zh. Jumaniyazova. 2nd-year Master's student, specialty 7M07550 "Metrology" (by sectors). L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan. salta0200juma@gmail.com
G.K. Bekturganova. Senior Lecturer, Candidate of Chemical Sciences. L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan. gulmirabekt@yandex.kz

Очевидно, что прошивка робота позволит осуществлять такого рода сотрудничество. Например, робот сможет «понимать», что не может справиться с задачей самостоятельно, и инициирует сотрудничество. По сути, такой упреждающий запрос о помощи будет означать эмоциональный отклик, который, если его воспримет другой робот, ознаменует начало эры социализации роботов. Техническая революция такого рода неизбежна, так как она открывает новые перспективы для развития цивилизации.

Естественно, потребуется кодекс этики для ИИ-систем, который позволит исключить нежелательные последствия их социализации. Примечательно, что в 2021 году в России был опубликован Кодекс этики для искусственного интеллекта. Он устанавливает «общие этические принципы и стандарты поведения, которыми руководствуются участники отношений с искусственным интеллектом, а также соответствующие механизмы реализации положений настоящего Кодекса». Кодекс применяется к отношениям, связанным с этическими аспектами разработки (проектирования, инжиниринга, пилотирования), внедрения и использования технологий искусственного интеллекта на всех этапах жизненного цикла. В документе подчёркивается, что «люди, их права и свободы должны рассматриваться как высшая ценность».

Тем не менее маловероятно, что подобный документ способен в корне изменить направление развития робототехники. По мере того как число роботов, способных к эмоциональным реакциям, превысит определённый предел, возможна более развитая социализация, возможно, с участием заинтересованных людей.

Тогда можно ожидать спонтанного отбора лидеров, которые смогут ставить задачи для группы роботов, и скрытого влияния людей на изменения прошивки роботов. Это порождает предположения о возможных конфликтах между роботами и людьми. История цивилизации предоставляет множество примеров подобных ситуаций во взаимоотношениях между человеческими сообществами. Как правило, такие конфликты возникают при нарушении этических норм, установленных как религиозными, так и государственными законами.

Измерительные системы на основе искусственного интеллекта

Проблема предотвращения конфликтов между роботами и людьми пока не является актуальной темой, хотя забывать о ней не следует. В настоящее время перед специалистами по метрологии стоит другая задача: эффективное применение искусственного интеллекта для целей измерений.

Первое направление работы включает идентификацию многомерных величин, характеризующих отклонения от номинальных значений, измерение параметров этих величин и определение динамики отклонений во времени. Следующий этап — разработка методов и средств, позволяющих получить желаемый результат, который зависит от решаемой задачи.

Существует несколько групп задач, связанных с применением искусственного интеллекта и машинного зрения в метрологии, включая задачи, направленные на обнаружение скрытых дефектов и трещин в материалах, используемых в критически важных изделиях. Одной из таких задач является поиск неровностей в материалах, что особенно важно для обеспечения безопасности конструктивных опор и других элементов инфраструктуры.

Обычные методы ультразвукового анализа эффективно обнаруживают наличие неровностей при панорамном сканировании, однако такие методы часто имеют ограничения по точности и времени анализа. Использование многоканальных измерений с применением устройств на основе искусственного интеллекта позволяет значительно повысить эффективность этих процессов. Когда результаты измерений, проведенных с помощью таких устройств, показывают корреляцию между различными точками пространства при определенных воздействиях на опору или при изменении этих данных во времени, это становится индикатором наличия скрытых трещин. Такой подход позволяет оперативно выявлять потенциальные угрозы и предпринимать меры по их устранению, что значительно повышает безопасность эксплуатации критических объектов.

Пример из метрологии можно привести в контексте наблюдения за деформациями или изменениями структуры материалов в различных условиях. В метрологических измерениях, например, для мониторинга точности геодезических сетей или мониторинга устойчивости конструкций (мостов, зданий и т. д.), системы, использующие ИИ, могут анализировать данные с многочисленных датчиков и, на основе корреляции и анализа данных, выявлять потенциальные аномалии или структурные изменения, которые могут быть связаны с деформациями или ухудшением состояния объекта.

С.Ж. Джуманиязова. 2 курс магистранты, 7М07550 «Метрология» (салалар бойынша) мамандығы
Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан
Г.К. Бектурганова. аға оқытушы, химия ғылымдарының кандидаты. Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан
С.Ж. Джуманиязова. Магистрант 2 курса специальности 7М07550 «Метрология» (по отраслям). ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан
Г.К. Бектурганова. Старший преподаватель, кандидат химических наук
S.Zh. Jumaniyazova. 2nd-year Master's student, specialty 7M07550 "Metrology" (by sectors). L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan. salta0200juma@gmail.com
G.K. Bekturganova. Senior Lecturer, Candidate of Chemical Sciences. L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan. gulmirabekt@yandex.kz

Так же задачи связаны с мониторингом климатических изменений и прогнозированием метеорологических условий. Системы на основе искусственного интеллекта могут анализировать огромные объемы данных, поступающих с метеостанций, спутников и других источников, чтобы выявлять долгосрочные климатические тренды, а также предсказывать аномальные погодные явления, такие как ураганы, наводнения и засухи. Благодаря возможностям самообучения такие системы могут адаптироваться к новым климатическим условиям и помогать ученым точнее моделировать изменения климата.

Кроме того, искусственный интеллект может играть ключевую роль в автоматизации процессов контроля качества на производстве. Системы ИИ способны проводить анализ собранных измерений и выявлять дефекты продукции на ранних стадиях, что минимизирует риск выпуска бракованной продукции и снижает издержки на последующее устранение дефектов. Эти системы особенно востребованы в производстве высокоточных компонентов, где малейшие отклонения могут привести к серьёзным последствиям.

Таким образом, искусственный интеллект в измерительных системах представляет собой мощный инструмент, способный повысить точность измерений и расширить возможности диагностики в самых различных отраслях — от медицины и климатологии до промышленности и инфраструктуры.

Повышение достоверности "измерений", выполняемых с участием экспертов, до приемлемого уровня, исключающего грубые ошибки, является вторым направлением метрологических исследований и разработок, которое опирается на возможности измерительных систем на основе искусственного интеллекта.

Чтобы свести к минимуму влияние субъективных факторов, экспертные суждения должны быть приведены к общей шкале. При выборе экспертов следует учитывать уровень их компетентности, который зависит от задач, которые предстоит решить. Это требование может быть выполнено с помощью искусственного интеллекта. Полезным методом является, например, корреляционный анализ ответов экспертов на абстрактные вопросы в сочетании с рядом показателей, характеризующих особенности нейрофизиологической активности экспертов (таких как биоритмы мозга, звучание голоса и т.д.) при проведении их оценок.

Искусственный интеллект стал ключевым фактором в преобразовании метрологии, при этом машинное зрение играет одну из ведущих ролей в обеспечении высокой точности и автоматизации измерений. Системы машинного зрения, интегрируя камеры, датчики и передовые алгоритмы ИИ, способны захватывать и интерпретировать визуальные данные с непревзойденной точностью, что делает возможным проведение высокоточных измерений и производство компонентов с исключительным качеством.

С.Ж. Джуманиязова. 2 курс магистранты, 7М07550 «Метрология» (салалар бойынша) мамандығы
Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан
Г.К. Бектурганова. аға оқытушы, химия ғылымдарының кандидаты. Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан
С.Ж. Джуманиязова. Магистрант 2 курса специальности 7М07550 «Метрология» (по отраслям). ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан
Г.К. Бектурганова. Старший преподаватель, кандидат химических наук
S.Zh. Jumaniyazova. 2nd-year Master's student, specialty 7M07550 "Metrology" (by sectors). L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan. salta0200juma@gmail.com
G.K. Bekturganova. Senior Lecturer, Candidate of Chemical Sciences. L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan. gulmirabekt@yandex.kz

ИИ в метрологии не ограничивается только статическими измерениями. Он эффективно обрабатывает динамические данные, что позволяет мониторить в реальном времени движущиеся компоненты, сложные поверхности и геометрические формы. Это значительно улучшает понимание и контроль за производственными процессами. Контроль качества является основным аспектом любого производственного процесса, и ИИ с машинным зрением значительно улучшает этот процесс. В отличие от традиционных методов, ИИ-системы не только проверяют компоненты на наличие дефектов и отклонений, но и делают это с постоянной последовательностью, исключая человеческие ошибки и усталость. Благодаря обработке данных в реальном времени, системы ИИ могут мгновенно выявлять любые отклонения от стандартов качества, что позволяет оперативно устранять проблемы и предотвращать выпуск дефектных продуктов.

Реальная сила ИИ заключается в способности мгновенно анализировать данные, что создает замкнутый цикл обратной связи в производственной линии. Это позволяет быстро реагировать на изменения и оперативно вносить корректировки, что значительно повышает эффективность и сокращает время, затрачиваемое на контроль качества.

Данные в реальном времени: катализатор усовершенствования метрологии. Внедрение искусственного интеллекта и машинного зрения в метрологию выводит точность измерений на новый уровень. Обработка данных в реальном времени позволяет мгновенно анализировать и использовать информацию по мере ее поступления, что резко сокращает время ожидания результатов и ускоряет процесс принятия решений.

Традиционные процессы измерений, включающие несколько этапов — проведение измерений, запись данных и последующий анализ — часто занимают много времени. Включение ИИ и машинного зрения значительно сокращает этот цикл. Измерения фиксируются и немедленно обрабатываются, предоставляя точную информацию о соответствии компонентов стандартам качества.

Это сокращение времени цикла измерений не только ускоряет производство, но и позволяет быстрее выявлять отклонения и устранять их, что существенно повышает эффективность метрологических процессов. ИИ позволяет оперативно корректировать параметры измерений, минимизируя время и ресурсы, затрачиваемые на проверку.

Слияние искусственного интеллекта и машинного зрения в метрологии приводит к революционным изменениям в производственных процессах. Эта синергия не только обеспечивает непревзойденную точность измерений, но и изменяет подходы к контролю качества, сокращая время обработки данных и повышая гибкость производства. Внедрение ИИ в метрологию откроет новые возможности для производства высококачественной продукции с минимальными затратами времени и ресурсов, обеспечивая значительные конкурентные преимущества в глобальной экономике.

Цифровые двойники

Определение цифрового двойника до сих пор находится в стадии обсуждения, однако основные компоненты – объект, модель и поток данных между ними – признаны необходимыми элементами. "Близнецовая" часть названия предполагает начальную идентичность реального и виртуального объектов с сохранением их высокого сходства с течением времени, что требует обновления модели.

Первоначальное определение НАСА трактовало цифровой двойник как метод управления автопарком, используя физические модели для мониторинга состояния техники и прогнозирования её ресурса. Некоторые исследователи утверждают, что поток данных должен быть двусторонним, чтобы модель могла влиять на физический объект. Другие рассматривают модель более широко, включая концептуальные модели и базы данных, что расширяет определение, но может снижать его прогнозные функции. Виртуальные тестовые среды, особенно в автономных транспортных системах, часто представляют модель как "фотореалистичное представление" без обновления реального состояния среды.

Цифровой двойник обновляется данными от реального объекта; обратный поток необязателен, но может быть полезен. Цифровой двойник, например, может применяться для мониторинга износа испытательного оборудования, что позволяет планировать замены и оптимизировать производственные процессы. В то же время некоторые исследователи, особенно метеорологи, не называют свои модели "цифровыми двойниками", хотя методики, такие как ассимиляция данных для корректировки прогнозных моделей, потенциально могут быть полезны для развития цифрового двойникования.

С.Ж. Джуманиязова. 2 курс магистранты, 7М07550 «Метрология» (салалар бойынша) мамандығы
Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан
Г.К. Бектурганова. аға оқытушы, химия ғылымдарының кандидаты. Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан
С.Ж. Джуманиязова. Магистрант 2 курса специальности 7М07550 «Метрология» (по отраслям). ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан
Г.К. Бектурганова. Старший преподаватель, кандидат химических наук
S.Zh. Jumaniyazova. 2nd-year Master's student, specialty 7M07550 "Metrology" (by sectors). L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan. salta0200juma@gmail.com
G.K. Bekturganova. Senior Lecturer, Candidate of Chemical Sciences. L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan. gulmirabekt@yandex.kz

Виртуальная метрология: отличия от цифровых двойников

Многие цифровые двойники основываются на физических моделях. Использование физических моделей для проектирования изделий десятилетиями остается стандартной практикой в таких отраслях, как аэрокосмическая промышленность, автомобилестроение и гражданское строительство. Подобные методы давно применяются и в метрологии для проектирования оборудования, проведения экспериментов и анализа их результатов. Воспроизведение этапов измерительной процедуры в "виртуальном метрологическом эксперименте" может быть крайне полезным, даже если это не является полноценным аналогом цифрового двойника. Недавно в рамках программы стратегических исследований, разработанной европейскими метрологическими институтами (Европейская метрологическая сеть Mathmet), виртуальная метрология была выделена как ключевая область для дальнейших исследований. Программа описывает текущее положение дел и определяет направления для будущих исследований. Также следует отметить, что виртуальная метрология уже широко используется в полупроводниковой промышленности. Разнообразие определений термина "цифровой двойник" иногда приводит к тому, что в некоторых статьях более уместным было бы использовать термин "виртуальная метрология". Примером является работа, где кинематическая модель твердого тела координатно-измерительной машины (КИМ) применяется для оценки неопределенностей, связанных с некоторыми геометрическими и оптическими характеристиками работы устройства. Эти характеристики признаны ключевыми факторами неопределенности для многих приборов. В статье модель проверяется путем сравнения изменений значений, полученных в 100 измерениях одного и того же артефакта, с изменениями значений, полученных в 100 виртуальных измерениях эквивалентного виртуального артефакта. Два набора значений имели одинаковый диапазон; стандартное отклонение измерений составило 0,645 мкм, а для смоделированных данных – 0,684 мкм.

Другой пример приводится в работе, где детально описаны основные элементы, необходимые для создания виртуального метрологического эксперимента, прослеживаемого и соответствующего лучшим практикам оценки неопределенности. В обоих случаях отсутствует поток данных из реального мира и обновление модели, что отличает их от концепции цифрового двойника.

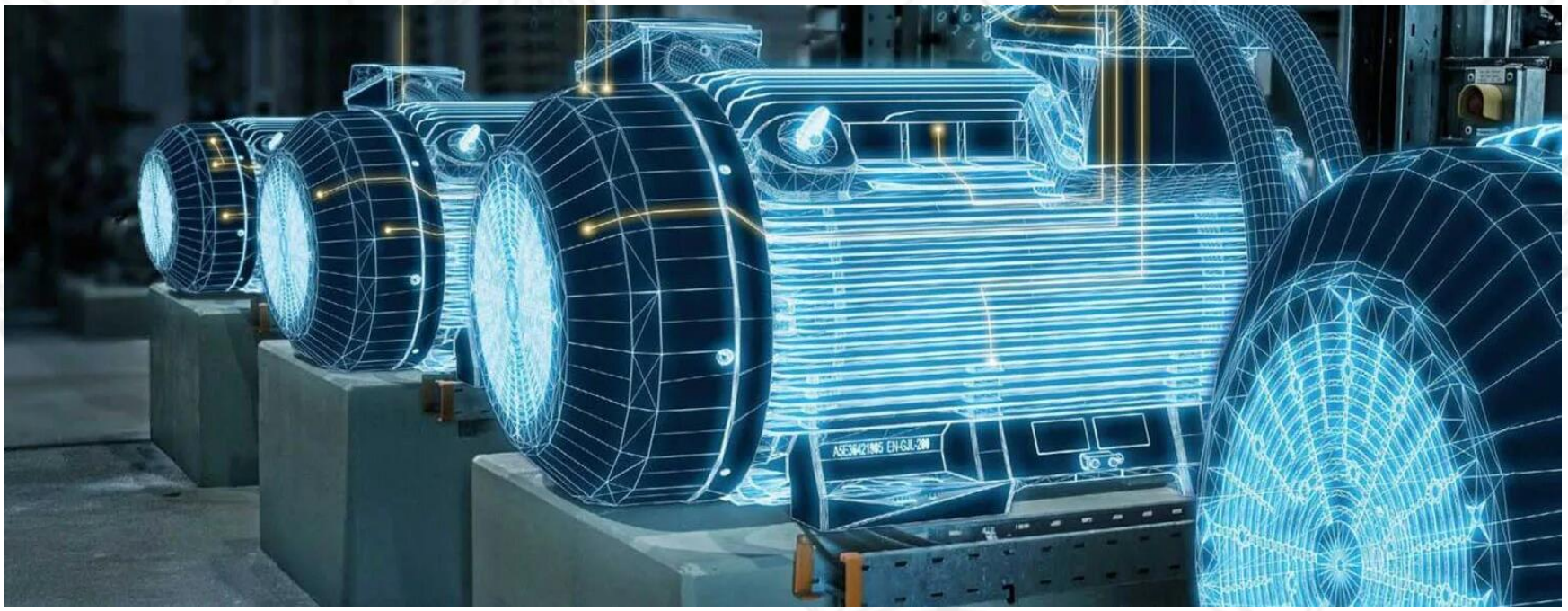
В работе используется модель CAD изделия и виртуальная КИМ для определения стратегии измерения геометрических характеристик изделия с последующим экспортом стратегии в формате, читаемом реальной КИМ. Это позволяет виртуальной и реальной КИМ выполнять одни и те же шаги и измерения, что делает данные сопоставимыми без дополнительной обработки. Результаты затем отображаются на модели CAD для удобства интерпретации.

Анализ статей о цифровых двойниках и метрологии показывает, что большинство из них сосредоточено на промышленной метрологии, а не на применении цифровых двойников для поддержки фундаментальных исследований в метрологии. Наиболее активное применение цифровых подходов наблюдается в размерной метрологии, особенно в координатной, поверхностной и метрологии произвольной формы.

Примеры включают:

- разработку подходов для метрологии и контроля деталей самолетов с поддержкой цифровых двойников;
- использование цифрового двойника оптической микрокоординатной измерительной машины для безопасного планирования траектории измерений;
- сокращение времени измерений в структурированной световой метрологии за счет объединения измеренных и смоделированных данных;
- создание точного цифрового двойника для калибровочных артефактов произвольной формы.

С.Ж. Джуманиязова. 2 курс магистранты, 7М07550 «Метрология» (салалар бойынша) мамандығы
Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан
Г.К. Бектурганова. аға оқытушы, химия ғылымдарының кандидаты. Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан
С.Ж. Джуманиязова. Магистрант 2 курса специальности 7М07550 «Метрология» (по отраслям). ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан
Г.К. Бектурганова. Старший преподаватель, кандидат химических наук
S.Zh. Jumaniyazova. 2nd-year Master's student, specialty 7M07550 "Metrology" (by sectors). L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan. salta0200juma@gmail.com
G.K. Bekturganova. Senior Lecturer, Candidate of Chemical Sciences. L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan. gulmirabekt@yandex.kz



Некоторые из этих примеров скорее представляют собой виртуальную метрологию, чем полноценные цифровые двойники. Тем не менее, использование цифровых двойников в КИМ (координатно-измерительных машинах) могло бы изменить подход к эксплуатации КИМ, включая требования к температурному контролю. Если бы цифровой двойник, моделирующий реакцию КИМ на изменения температуры, был проверен и доступен, это позволило бы снизить уровень контроля температуры, используя двойник для корректировок. Хотя многие КИМ уже имеют алгоритмы температурной компенсации, они обычно возвращают значения к одной заданной температуре, не учитывая её колебания во время измерений.

Интересно, что именно промышленная метрология продвинулась в использовании цифровых двойников дальше других областей. Это связано с несколькими факторами: размерные величины обычно задают критерии приемлемости деталей; в сложных проектах уже много лет применяются цифровые данные и автоматизированные измерения; стандарты CAD, такие как ISO 10303-21-2016 «Industrial automation systems and integration — Product data representation and exchange. Part 21: Implementation methods: Clear text encoding of the exchange structure», упрощают создание цифровых двойников, делая их интуитивно понятными. Дополнительно, использование оптических методов в измерениях генерирует большие объемы данных, требующих базовой модели или визуализации для их интерпретации. Использование цифровых двойников пока встречается редко, но в будущем может существенно поддержать метрологию и измерительную науку.

Цифровые двойники для измерительных систем: оценка неопределенности

Правильная оценка соответствия характеристик продукции геометрическим спецификациям требует, чтобы результат был предоставлен в соответствии с измерениями, используемыми в метрологии, и оценкой неопределенности. Это представляет собой важную проблему. Методы оценки неопределенности в координатных методах измерений (СММ) требуют значительных затрат времени и часто требуют использования специальных стандартов, многочисленных представлений и обширных знаний персонала. В условиях промышленности 4.0, где необходимы короткие сроки и высокий контроль качества, решение этой проблемы возможно через использование виртуальных измерений, то есть создание цифрового двойника, который имитирует поведение физического аналога, учитывая погрешности, такие как влияние окружающей среды, характеристик измерительного устройства, стратегий измерения и заготовки.

Метод Монте-Карло (МК) на основе виртуальных измерений позволяет оценить неопределенность измерений, что делает возможным определение этой неопределенности. Использование виртуальных экспериментов и цифровых двойников в метрологии требует не только методов оценки неопределенности, но и надежных процедур валидации, чтобы они могли быть использованы как замена или расширение сертифицированных измерительных приборов.

С.Ж. Джуманиязова. 2 курс магистранты, 7М07550 «Метрология» (салалар бойынша) мамандығы
Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан
Г.К. Бектурганова. аға оқытушы, химия ғылымдарының кандидаты. Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан
С.Ж. Джуманиязова. Магистрант 2 курса специальности 7М07550 «Метрология» (по отраслям). ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан
Г.К. Бектурганова. Старший преподаватель, кандидат химических наук
S.Zh. Jumaniyazova. 2nd-year Master's student, specialty 7M07550 "Metrology" (by sectors). L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan. salta0200juma@gmail.com
G.K. Bekturganova. Senior Lecturer, Candidate of Chemical Sciences. L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan. gulmirabekt@yandex.kz

Общая структура цифровых метрологических двойников как программного обеспечения для оценки неопределенности была предложена Пороскуном и соавторами. Эта работа стала основой для разработки программного обеспечения для оценки неопределенности на основе метода МК, которое может быть использовано для разработки и внедрения новых измерительных систем. Структура была взята из СММ. Цифровые двойники для СММ для оценки неопределенности измерений на основе метода МК активно исследуются в последние годы. В разных решениях, использующих метод МК для оценки неопределенности, применяются те же предположения, что и в случае с цифровым двойником.

Для применения структуры программного обеспечения в различных областях метрологии была разработана вспомогательная библиотека, которая реализует процедуры оценки неопределенности.

Ян Сладек и Рафал Гаска, польские исследователи, известные своим вкладом в области координатной метрологии и точных измерений, разработали концепцию системы, позволяющей определять погрешности измерений до их выполнения. Это позволяет экспериментально определить ошибки компонентов, а затем выбрать стратегию измерения, обеспечивающую наибольшую точность. Исследование касается координатных измерительных машин (СММ) с контактной измерительной головкой. Система состоит из двух основных компонентов: симулятора СММ и его виртуальной модели точности. Симулятор позволяет определять задачи измерений, а виртуальная модель точности анализирует ошибки, возникающие в кинематической системе станка, с использованием экспериментальных данных о остаточных ошибках, которые не компенсируются системой коррекции ошибок.

Другим компонентом является модуль, моделирующий погрешности измерительной головки. Этот модуль учитывает связь погрешностей давления с направлением перемещения измеряемой точки. Для подготовки модели использовались данные, полученные путем измерения сферических модулей в различных точках.

В исследовании Vlaeyen и соавторы предложили метод оценки погрешностей измерений в цифровом двойнике оптической измерительной системы, состоящей из лазерного линейного сканера (LLS), установленного на СММ. Оценка неопределенности для такой сложной системы является значительным вызовом из-за большого числа ошибок. В этом исследовании оценка неопределенности в LLS была выполнена с учетом различных факторов, таких как положение лазерного источника и направление движения, что позволило точно смоделировать погрешности. Метод Монте-Карло использовался для оценки неопределенности, и результаты были подтверждены экспериментами.

Таким образом, цифровой двойник оптической системы показал высокую надежность в оценке неопределенности для различных диаметров, и может быть использован для автономной оценки неопределенности, что позволяет сократить время на проверку. В дальнейшем исследователи планируют изучить влияние других факторов, таких как температура и характеристика поверхности, на точность измерений.

Рекомендации для выполнения точных измерений с использованием систем машинного зрения

Методы, позволяющие проводить высокоточные измерения, хорошо изучены и основаны на твердых принципах. Калибровка имеет решающее значение для точных измерений.

Одной из возможностей машинного зрения, которая выходит за рамки человеческого зрения, является его способность производить измерения с высокой точностью и правильностью. В этой первой из трех частей обсуждаются методы, позволяющие системам зрения достигать высокоточных измерений. Рассмотрим проблемы достижения высокой точности и правильности и способы их решения.

Рисунок 1- Определение точности по ISO 5725

С.Ж. Джуманиязова. 2 курс магистранты, 7М07550 «Метрология» (салалар бойынша) мамандығы
Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан
Г.К. Бектурганова. аға оқытушы, химия ғылымдарының кандидаты. Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан
С.Ж. Джуманиязова. Магистрант 2 курса специальности 7М07550 «Метрология» (по отраслям). ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан
Г.К. Бектурганова. Старший преподаватель, кандидат химических наук
S.Zh. Jumaniyazova. 2nd-year Master's student, specialty 7M07550 "Metrology" (by sectors). L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan. salta0200juma@gmail.com
G.K. Bekturganova. Senior Lecturer, Candidate of Chemical Sciences. L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan. gulmirabekt@yandex.kz

Стандарт ISO 5725 определяет истинность как фиксированное отклонение между средним значением серии измерений и принятым истинным значением размера. Истинность представляет собой систематическую ошибку, которую, по крайней мере теоретически, можно улучшить за счёт более точной калибровки. Точность, в свою очередь, – это случайное отклонение от истинности, которое наблюдается в каждом отдельном измерении и вызвано непредсказуемыми шумами. Обычно предполагается, что точность имеет нормальное (гауссово) распределение и выражается через стандартное отклонение.

Термин "достоверность" (accuracy) обозначает сочетание истинности и нескольких стандартных отклонений (обычно трёх) точности.

Высокоточные методы измерения

Методы, используемые в машинном зрении для достижения высокоточных измерений, основаны на принципе статистики, который гласит, что если имеется ряд из нескольких значений, представляющих повторные измерения, и где каждое значение в ряду имеет неопределенность или вариацию со стандартным отклонением, то среднее значение нескольких значений будет иметь неопределенность неопределенность:

$$\bar{\sigma} = \sigma/\sqrt{N} \quad (1)$$

где:

$\bar{\sigma}$ - стандартное отклонение среднего значения, или неопределенность среднего значения (то есть точности усреднённого результата);

σ - стандартное отклонение каждого отдельного измерения, отражающее вариацию между отдельными измерениями в ряду;

N - количество измерений в ряду на основе которых вычисляется среднее значение.

Таким образом, обработка изображений в машинном зрении улучшает точность, а не истинность. Поскольку калибровка выполняется с использованием субпиксельных методов, истинность также часто составляет малую долю пикселя. Обработка изображений в машинном зрении обеспечивает только субпиксельную точность. Она не обеспечивает автоматически истинность или точность на субпиксельном уровне.

Профиль края в оттенках серого

Рассмотрим метод повышения точности измерений, который заключается в подгонке точки края к значениям шкалы серого, пересекающим край – профилю края (см. Рисунок 2). Истинное положение края принимается как перегиб значений шкалы серого вдоль края. Перегиб соответствует пику в первой производной или нулевому пересечению во второй производной значений шкалы серого. Хотя вычислительно легче найти нулевое пересечение, чем пик, вторая производная, вероятно, более шумная, чем первая производная, что приводит к снижению точности.

Существует общее представление, что изображение не должно достигать насыщения или обрезаться в нижней части настройкой уровня черного камеры. Это может быть верно, если перегиб профиля края находится вблизи верхней или нижней части диапазона серой шкалы. Однако в целом, если обрезание не искажает форму волны вблизи перегиба, насыщение или обрезание уровня черного не повлияют на точность измерения.

Рисунок 2 - Интерполяция границ в оттенках серого

В случае, когда перегиб находится далеко от краев диапазона шкалы серого (например, когда он находится в средней части шкалы), можно позволить определенный уровень обрезания, не влияя на точность измерений. Важно, чтобы обрезание не происходило вблизи перегиба, иначе это может привести к искажению формы волны, что снижает точность измерения.

90.01.85: Автоматизация и автоматизированные системы в метрологии
С.Ж. Джуманиязова. 2 курс магистранты, 7М07550 «Метрология» (салалар бойынша) мамандығы
Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан
Г.К. Бектурганова. аға оқытушы, химия ғылымдарының кандидаты. Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан
С.Ж. Джуманиязова. Магистрант 2 курса специальности 7М07550 «Метрология» (по отраслям). ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан
Г.К. Бектурганова. Старший преподаватель, кандидат химических наук
S.Zh. Jumaniyazova. 2nd-year Master's student, specialty 7M07550 "Metrology" (by sectors). L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan. salta0200juma@gmail.com
G.K. Bekturganova. Senior Lecturer, Candidate of Chemical Sciences. L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan. gulmirabekt@yandex.kz

Таким образом, корректная настройка уровня черного и возможность насыщения или обрезания изображения зависят от конкретных характеристик изображения и точности измерений. Однако если обрезание происходит на безопасном расстоянии от перегиба и не нарушает его форму, оно не должно существенно повлиять на точность измерений.

Мы должны понимать, что сама калибровка подвержена ошибкам в правильности и точности.

Рисунок 3 — Калибровочная цель; Шахматный узор

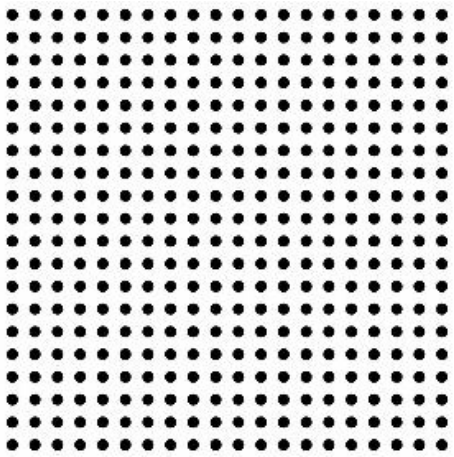


Рисунок 4 — Калибровочная цель; Массив точек

Типичная калибровка выполняется с помощью сетки точек или квадратов, как показано на рисунках 3 и 4. Центры точек или углы квадратов, определяемые с помощью субпиксельных методов, подгоняются под уравнения для коррекции искажений и масштабирования. Поскольку калибровка подразумевает использование такого большого количества точек данных, ее точность должна быть очень хорошей. Большинство калибровочных целей изготавливаются в соответствии с очень строгими стандартами качества и размеров. Однако точность и долгосрочная стабильность цели должны быть основными факторами при ее выборе.

Методы, позволяющие проводить высокоточные измерения, хорошо изучены и основаны на твердых принципах. Калибровка имеет решающее значение для точных измерений.

Выводы

Использование ИИ, машинного зрения и цифровых двойников в метрологии значительно трансформирует подходы к измерениям, повышая их точность, скорость и эффективность. ИИ позволяет анализировать и обрабатывать большие объемы данных в реальном времени, улучшая способность систем предсказывать, диагностировать и оптимизировать процессы. Машинное зрение, интегрированное с современными алгоритмами ИИ, дает возможность не только обнаруживать дефекты и отклонения на производственных линиях, но и контролировать качество с непревзойденной последовательностью и точностью, что значительно повышает надежность измерений.

Цифровые двойники, являясь виртуальными репрезентациями физических объектов и процессов, позволяют проводить симуляции и мониторинг в реальном времени, интегрируя данные с различных датчиков и источников информации. Это дает возможность не только оптимизировать производственные процессы, но и предсказывать изменения и потенциальные неисправности, минимизируя риски и повышая безопасность.

Совмещение этих технологий в метрологии способствует значительному улучшению качества измерений, а также сокращению времени цикла и стоимости испытаний. Использование ИИ, машинного зрения и цифровых двойников открывает новые возможности для мониторинга, прогнозирования и контроля на всех уровнях: от отдельных измерений до глобальных систем. В результате, эти инновации не только укрепляют роль метрологии в различных отраслях, но и закладывают основу для дальнейших научных и технических прорывов, определяя будущее точных измерений и автоматизации в промышленности и науке. Цифровые двойники используют высокую информативность и актуальность данных, а также предсказательную силу моделей, чтобы обеспечить надежные выводы о текущем состоянии системы. Цифровые двойники могут быть полезны для метрологии, поскольку позволяют лучше понимать системы, которые изменяются со временем. В некоторых случаях анализ изменений характеристик во времени важен сам по себе; в других случаях цифровой двойник можно использовать для выявления аномального поведения.

С.Ж. Джуманиязова. 2 курс магистранты, 7М07550 «Метрология» (салалар бойынша) мамандығы
Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан
Г.К. Бектурганова. аға оқытушы, химия ғылымдарының кандидаты. Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан
С.Ж. Джуманиязова. Магистрант 2 курса специальности 7М07550 «Метрология» (по отраслям). ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан
Г.К. Бектурганова. Старший преподаватель, кандидат химических наук
S.Zh. Jumaniyazova. 2nd-year Master's student, specialty 7M07550 "Metrology" (by sectors). L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan. salta0200juma@gmail.com
G.K. Bekturganova. Senior Lecturer, Candidate of Chemical Sciences. L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan. gulmirabekt@yandex.kz

Метрология, в свою очередь, может способствовать внедрению цифровых двойников, содействуя текущим усилиям по разработке цифровой структуры для передачи метрологических данных. Обеспечение согласованного подхода к цифровым системам и единой точки отсчета в виде системы СИ упростит обеспечение того, чтобы в системе цифровых двойников использовались правильные и согласованные единицы измерения. Гармонизация структуры постоянных систем позволит интегрировать калибровочные данные непосредственно в цифровые двойники, а более широкое применение цифровых паспортов, данных обеспечит разнообразие данных для разработки цифровых двойников.

Текущие исследования в различных областях, от встроенной метрологии до сенсорных сетей, будут способствовать практическому развитию и внедрению цифровых двойников, повышая надежность данных, которые они используют, точность прогнозов, которые они генерируют, и обоснованность принимаемых на их основе решений.

Сочетание ИИ и цифровых двойников открывает возможности для более точного моделирования, оперативного реагирования и оптимизации в самых разных областях: от промышленности до медицины и управления городским хозяйством.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

Abramovici, M., Göbel, J. C., Savarino, P. "Reconfiguration of Smart Products During Their Use Phase Based on Virtual Product Twins." CIRP Annals - Manufacturing Technology 66, no 1 (2017): 165–168.

Artificial Intelligence News Web Portal (https://artificialintelligence-news.com).

Code of Ethics for Artificial Intelligence (in Russian) Web Portal (https://www.profiz.ru/upl/2021).

Grieves, M. "Digital Twin: Manufacturing Excellence Through Virtual Factory Replication." White Paper, 2014.

Kuts, V., Modoni, G. E., Terkaj, W., Tähemaa, T., Sacco, M., Otto, T. "Exploiting Factory Telemetry to Support Virtual Reality Simulation in Robotics Cell." Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics) 10324 (2017): 212–221.

Lindqvist, R., Strand, D., Nilsson, M., Collins, V., Torstensson, J., Kressin, J., Spensieri, D., Archenti, A. "3D Model-Based Large-Volume Metrology Supporting Smart Manufacturing and Digital Twin Concepts." Metrology 3 (2023): 29–64.

Luo, W., Hu, T., Zhang, C., Wei, Y. "Digital Twin for CNC Machine Tool: Modeling and Using Strategy." Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing 10, no 3 (2019): 1129–1140.

Mustapaa, T., et al. "Digital Metrology for the Internet of Things." 2020 Global Internet of Things Summit (GIoTS) (2020). https://doi.org/10.1109/GIOTS49054.2020.9119603.

Stark, J. "Product Lifecycle Management." In Product Lifecycle Management (Volume 1): 21st Century Paradigm for Product Realisation. Springer, 2015: 1–29.

Taymanov, R., Sapozhnikova, K. "The Role of Artificial Intelligence in Measuring Systems." In Proceedings of the XXXI International Scientific Symposium "Metrology and Metrology Assurance" (MMA), Sozopol, Bulgaria, 7–11 September 2021: 1–5.

Wright, L., Davidson, S. "How to Tell the Difference Between a Model and a Digital Twin." Advances in Modelling and Simulation in Engineering Sciences 7 (2020): 13.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
SMART

МРНТИ 90.27.31 Физико – химические измерения
Ш.Е. Маулимгазинова – Жетекші маман, Қазақстан стандарттау және метрология институты Республикалық мемлекеттік кәсіпорны («ҚазСтандарт» РМК), Астана қ., Қазақстан Республикасы
Ш.Е. Маулимгазинова – Вед. специалист, Республиканское государственное предприятие Казахстанский институт стандартизации и метрологии (РГП «КазСтандарт»), г. Астана, Республика Казахстан
Sh.E. Maulimgazinova – Lead Specialist, Republican State Enterprise Kazakhstan Institute of Standardization and Metrology (RSE «KazStandart»), Astana, Republic of Kazakhstan
e-mail sh.maulimgazinova@ksm.kz

ҒЫЛЫМИ МАҚАЛАҒА ШОЛУ: IUPAC ТЕХНИКАЛЫҚ ЕСЕБІ, 2001 «МОЛЯРЛЫҚ БАСТАПҚЫ ЭЛЕКТР ӨТКІЗГІШТІК СТАНДАРТТАРЫ»

АҢДАТПА

Бұл шолу Халықаралық теориялық және қолданбалы химия Одағының (IUPAC) kcl Сулы ерітінділерінің молярлық бастапқы электр өткізгіштік стандарттарын құру туралы есебін талдайды. Есепте 0,01, 0,1 және 1,0 моль/кг концентрациясы бар ерітінділердің электр өткізгіштігін 0-ден 50 °C-қа дейінгі температурада 5 °C қадаммен өлшеу әдісі ұсынылған. Әзірленген стандарт аналитикалық химия мен метрология үшін дәл, тұрақты мәндерді қамтамасыз ететін демальды шкаланы алмастырады. Есептің негізгі аспектілеріне эксперименттік әдістер, электр өткізгіштігінің температураға тәуелділігін есептеу және жаңа тәсілдің сенімділігі мен сенімділігін негіздейтін белгісіздіктерді бағалау кіреді.

ОБЗОР НАУЧНОЙ СТАТЬИ: IUPAC ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ, 2001 «МОЛЯЛЬНЫЕ ПЕРВИЧНЫЕ СТАНДАРТЫ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ»

АННОТАЦИЯ

Настоящий обзор анализирует отчет Международного союза теоретической и прикладной химии (IUPAC) по созданию моляльных первичных стандартов электропроводности водных растворов KCl. В отчете предложена методика для измерения электропроводности растворов с концентрациями 0,01, 0,1 и 1,0 моль/кг при температуре от 0 до 50 °C с шагом 5 °C. Разработанный стандарт замещает демальную шкалу, обеспечивая точные, стабильные значения для аналитической химии и метрологии. Основные аспекты отчета включают экспериментальные методы, расчетную аппроксимацию зависимости электропроводности от температуры, а также оценку неопределенностей, которая обосновывает достоверность и надежность нового подхода.

Ключевые слова: Электропроводность, моляльные первичные стандарты, аналитическая химия

REVIEW OF THE SCIENTIFIC ARTICLE: IUPAC TECHNICAL REPORT, 2001 «MOLALITY-BASED PRIMARY STANDARDS OF ELECTROLYTIC CONDUCTIVITY»

ANNOTATION

This review analyzes the report by the International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC) on the development of molality-based primary standards of electrolytic conductivity for aqueous solutions of KCl. The report presents a methodology for measuring the conductivity of KCl solutions with concentrations of 0.01, 0.1, and 1.0 mol/kg at temperatures from 0 to 50 °C in 5 °C increments. The newly developed standard replaces the demal scale, providing accurate and stable values for analytical chemistry and metrology. Key aspects of the report include experimental methods, a polynomial approximation of conductivity dependence on temperature, and uncertainty estimation, which supports the reliability of the new approach.

МРНТИ 90.27.31 Физико – химические измерения
Ш.Е. Маулимгазинова – Жетекші маман, Қазақстан стандарттау және метрология институты Республикалық мемлекеттік кәсіпорны («ҚазСтандарт» РМК), Астана қ., Қазақстан Республикасы
Ш.Е. Маулимгазинова – Вед. специалист, Республиканское государственное предприятие Казахстанский институт стандартизации и метрологии (РГП «КазСтандарт»), г. Астана, Республика Казахстан
Sh.E. Maulimgazinova – Lead Specialist, Republican State Enterprise Kazakhstan Institute of Standardization and Metrology (RSE «KazStandart»), Astana, Republic of Kazakhstan
e-mail sh.maulimgazinova@ksm.kz

МЕТОДЫ И ОПИСАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЯЧЕЕК

Описание установки и общего процесса измерений

Отчет IUPAC предлагает две экспериментальные установки, адаптированные для работы с растворами разной концентрации. Для растворов с моляльностью 0,01 и 0,1 моль/кг использовалась Jones-ячейка, а для раствора с моляльностью 1,0 моль/кг — четырехэлектродная ячейка постоянного тока. Обе установки были оптимизированы для точного измерения электропроводности, с учетом влияния температуры и других факторов.

Jones-ячейка: конструкция и методология

Jones-ячейка, предложенная для измерения электропроводности растворов с низкой моляльностью, представляет собой классическую ячейку для измерения сопротивления растворов с переменным током. Конструкция включает съемную трубку, которая проходит через центральную часть ячейки. Геометрия трубки определяет постоянную ячейки ККК, которая рассчитывается как отношение длины трубки l к ее поперечному сечению A:

$$K = \frac{l}{A} \quad (1)$$

где:

l — длина трубки,

A — площадь поперечного сечения трубки, измеренная механически.

Сопротивление раствора R измерялось при нескольких частотах переменного тока (1, 2 и 5 кГц) с последующей экстраполяцией к бесконечной частоте. Это позволяет исключить влияние частотных эффектов, таких как индуктивные и ёмкостные составляющие сопротивления. Электропроводность рассчитывается как:

$$k = \frac{K}{R} \quad (2)$$

где:

к — электропроводность раствора при данной температуре.

Погрешности в измерении размеров трубки и сопротивления учитываются в общей оценке неопределенности результата.

Четырехэлектродная ячейка: конструкция и методика измерений

Для измерений электропроводности растворов с высокой концентрацией (1 моль/кг) в отчете описана четырехэлектродная ячейка постоянного тока. В конструкции этой ячейки предусмотрены четыре электрода, установленные таким образом, чтобы две пары электродов использовались для подачи тока и измерения потенциала. Такая конфигурация помогает минимизировать поляризационные эффекты, возникающие при взаимодействии электродов и раствора, что особенно важно при высоких значениях электропроводности.

Электроды из Ag|AgCl были выбраны для обеспечения стабильности и исключения нежелательных побочных реакций на поверхности электродов. Метод измерения потенциала между центральными электродами заключается в подаче постоянного тока через внешние электроды и измерении напряжения. Этот метод позволяет добиться высокой точности измерения электропроводности, что особенно важно при высокой концентрации ионов в растворе.

РЕЗУЛЬТАТЫ И РАСЧЕТНЫЕ ФОРМУЛЫ

Аппроксимация зависимости электропроводности от температуры

В отчете представлены значения электропроводности для растворов KCl с моляльностью 0,01, 0,1 и 1,0 моль/кг в диапазоне температур от 0 до 50 °C, приведены в Таблице 1.

Таблица 1 - Рекомендуемые значения электролитической проводимости (с поправкой на H2O), для различных молярностей KCl, с расширенной неопределенностью, равной $2u_c$.

t, °C	104 k/S m–1						
	m(KCl) = 0.01 mol/kg		m(KCl) = 0.1 mol/kg		m(KCl) = 1.0 mol/kg		H_2O (CO_2 saturated)
	Value	2uc	Value	2uc	Value	2uc	Value
0	772.92	0.23	7116.85	2.85	63 488	25	0.58
5	890.96	0.27	8183.70	3.27	72 030	29	0.68
10	1013.95	0.30	9291.72	3.72	80 844	32	0.79
15	1141.45	0.34	10 437.1	4.2	89 900	36	0.89
18	1219.93	0.37	11 140.6	4.5	–	–	0.95
20	1273.03	0.38	11 615.9	4.6	99 170	40	0.99
25	1408.23	0.42	12 824.6	5.1	108 620	43	1.10
30	1546.63	0.46	14 059.2	5.6	118 240	47	1.20
35	1687.79	0.51	15 316.0	6.1	127 970	51	1.30
40	1831.27	0.55	16 591.0	6.6	137 810	55	1.40
45	1976.62	0.59	17 880.6	7.2	147 720	59	1.51
50	2123.43	0.64	19 180.9	7.7	157 670	63	1.61

МРНТИ 90.27.31 Физико – химические измерения
Ш.Е. Маулимгазинова – Жетекші маман, Қазақстан стандарттау және метрология институты Республикалық мемлекеттік кәсіпорны («ҚазСтандарт» РМК), Астана қ., Қазақстан Республикасы
Ш.Е. Маулимгазинова – Вед. специалист, Республиканское государственное предприятие Казахстанский институт стандартизации и метрологии (РГП «КазСтандарт»), г. Астана, Республика Казахстан
Sh.E. Maulimgazinova – Lead Specialist, Republican State Enterprise Kazakhstan Institute of Standardization and Metrology (RSE «KazStandart»), Astana, Republic of Kazakhstan
e-mail sh.maulimgazinova@ksm.kz

Эти данные предложены в качестве новых первичных стандартов электропроводности для использования в аналитической и метрологической практике. Стандартные значения представлены в температурном диапазоне от 0 до 50 °C с шагом в 5 °C, с учетом современных требований к точности измерений и обработки данных.

Методология расчета и представление данных

Для расчета электропроводности к в зависимости от температуры t для каждого из растворов используется полиномиальная зависимость третьего порядка:

$$\frac{k}{k_0} = a + b\left(\frac{t}{t_0}\right) + c\left(\frac{t}{t_0}\right)^2 + d\left(\frac{t}{t_0}\right)^3 \quad (3)$$

где:

к — электропроводность при температуре t,
к0— стандартная электропроводность при t0,
t — температура раствора,
t0 — стандартная температура (1 °C),
a, b, c и d — параметры аппроксимации, зависящие от моляльности раствора.

Коэффициенты a, b, c и d были экспериментально определены для каждой из трех концентраций. Эти параметры позволяют легко рассчитать электропроводность раствора при любой температуре в пределах указанного диапазона, приведены в таблице 2.

Таблица 2

Моляльность, mol/kg	Параметры			
	a	b	c	d
0.01b	$7.729\ 21 \times 10^{-2}$	$2.308\ 46 \times 10^{-3}$	$1.077\ 15 \times 10^{-5}$	$-5.840\ 94 \times 10^{-8}$
0.1b	0.711 685	$2.090\ 02 \times 10^{-2}$	$8.991\ 44 \times 10^{-5}$	$-5.071\ 24 \times 10^{-7}$
1.0	6.348 82	0.167 913	$6.007\ 81 \times 10^{-4}$	$-3.837\ 02 \times 10^{-6}$

Для исключения вклада растворенного CO_2 в электропроводность измеряемых растворов значения были скорректированы на проводимость воды, находящейся в равновесии с атмосферным CO_2. Данный подход необходим для минимизации влияния посторонних ионов на результаты и повышения точности измерений. Значения проводимости воды при различных температурах приводятся в отчете и вычитаются из измеренных данных для растворов KCl, обеспечивая тем самым корректные результаты.

Измерения электропроводности для растворов с моляльностью 0,01 и 0,1 моль/кг изначально проводились по температурной шкале IPTS-68, однако в современном метрологическом стандарте применяется шкала ITS-90. Чтобы стандартизировать значения электропроводности для использования с текущей температурной шкалой, все значения были пересчитаны на ITS-90. Это включало пересчет коэффициентов полинома для каждой моляльности и корректировку расчетов для получения значений, соответствующих современным температурным стандартам.

Оценка неопределенности

Отчет IUPAC предоставляет детальную оценку комбинированных расширенных неопределенностей $U=2u_c$ для рекомендованных значений электропроводности, указанных в таблице. Комбинированные неопределенности u_c были рассчитаны из компонентных неопределенностей u_i в соответствии с протоколом ISO. Первоначальные неопределенности, представленные в отчете как доверительные интервалы с вероятностью 95 %, были делены на 2 для получения значений u_i в случаях нормального распределения. Если предполагалось равномерное распределение вероятности, исходное значение делилось на $\sqrt{3}$ для получения соответствующего u_i. Затем компоненты u_i объединялись по квадратуре (по методу корня суммы квадратов), чтобы определить комбинированную неопределенность u_c для каждого раствора. Все процентные неопределенности представлены на относительной основе.

Каждое рекомендованное значение включает два компонента неопределенности типа А. Первый компонент типа А — это разница между сглаженным значением электропроводности к, полученным по уравнению полиномиальной аппроксимации, и индивидуальными значениями к, измеренными при конкретной температуре. Соответствующие значения u_i составляют 0,0046 % для раствора с моляльностью 0,01 моль/кг, 0,0126 % для 0,1 моль/кг и 0,0145 % для 1,0 моль/кг.

Второй компонент типа А — неопределенность измерения постоянной ячейки K_T для центральной трубки. Это измерение основано на механических измерениях длины l и внутреннего диаметра d трубки. Для Jones-ячейки (используемой для растворов с моляльностями 0,01 и 0,1 моль/кг) значения K_T и u_i составляют 10,0585 $см^{-1}$ и 0,00065 $см^{-1}$ (0,0065 %), соответственно. Для четырехэлектродной ячейки (используемой для раствора с моляльностью 1,0 моль/кг) значения K_T и u_i равны 31,195 $см^{-1}$ и 0,0027 $см^{-1}$ (0,0085 %), соответственно.

Основной вклад в u_i при определении K_T в обоих случаях приходится на измерение диаметра трубки d.

МРНТИ 90.27.31 Физико – химические измерения
Ш.Е. Маулимгазинова – Жетекші маман, Қазақстан стандарттау және метрология институты Республикалық мемлекеттік кәсіпорны («ҚазСтандарт» РМК), Астана қ., Қазақстан Республикасы
Ш.Е. Маулимгазинова – Вед. специалист, Республиканское государственное предприятие Казахстанский институт стандартизации и метрологии (РГП «КазСтандарт»), г. Астана, Республика Казахстан
Sh.E. Maulimgazinova – Lead Specialist, Republican State Enterprise Kazakhstan Institute of Standardization and Metrology (RSE «KazStandart»), Astana, Republic of Kazakhstan
e-mail sh.maulimgazinova@ksm.kz

Измерения диаметра d выполнялись в трех угловых позициях вдоль трубки и на трех (Jones-ячейка) или четырех (четырехэлектродная ячейка) участках вдоль оси трубки, всего 9 (Jones-ячейка) или 12 (четырехэлектродная ячейка) измерений. Длина l измерялась для обеих ячеек в четырех точках, расположенных с интервалом 90° вокруг окружности трубки, в результате чего для каждой ячейки было получено четыре значения l. Отмеченные значения u_i, указанные выше, представляют собой суммарную неопределенность u_i, определенную для K_T, рассчитанную на основе измерений.

Компоненты неопределенности типа B

В отчете также описаны ключевые систематические неопределенности, обозначенные как компоненты типа B.

Влияние температурного расширения на K_T: для расчета корректировки постоянной ячейки Kcell,T с учетом температурного расширения трубки используется уравнение:

$$\frac{\Delta Kcell_{T}\text{c}}{K_{cell\,T}\text{c}} = \alpha_g \Delta t \quad (4)$$

где:

α_g — коэффициент линейного расширения боросиликатного стекла ($3{,}6\times10^{-6}K^{-1}$).

Для Jones-ячейки корректировки K_T учитывались при каждом значении температуры t в диапазоне от 0 до 50°C. Максимальная корректировка составляет 0,009 % и наблюдается при температурах 0 и 50°C. Влияние этой корректировки на комбинированную неопределенность считается незначительным.

Для четырехэлектродной ячейки значение K_T использовалось без корректировки на температуру, а неопределенность для постоянной K_T была установлена на уровне 0,0052 % на основе предполагаемого изменения K_T с температурой.

2. Неопределенность температуры ванны: вклад в общую неопределенность от изменений температуры определялся на основе температурного коэффициента к при каждом значении температуры и неопределенности измерений температуры t. Температурный коэффициент определялся на основе аппроксимации полиномиальной зависимости к от t. Погрешность температурного измерения термометром составляет ±0,002 °C, и эта величина применялась для расчета соответствующих u_i в значении к.
3. Чистота реагентов: использованный хлорид калия был высокой степени чистоты (SRM 999), и для устранения влаги он предварительно прокаливался при 500 °C в течение 4 часов, а затем хранился в десикаторе над безводным Mg(ClO4)2 до использования. Рассчитанная неопределенность u_i, связанная с чистотой реагента, составила 0,0025 %.
4. Испарение раствора: влияние испарения раствора при его переносе в ячейку оценивается с величиной u_i = 0,0025 %.

Для измерений сопротивления в Jones-ячейке при 0,01 и 0,1 моль/кг значение u_i для измерения сопротивления составляет 0,00057%. Это значение включает погрешности, связанные с сопротивлением проводов. В четырехэлектродной ячейке для раствора 1,0 моль/кг u_i для измерения составляет 0,00061%, что учитывает погрешности при измерении потенциала и тока (определяемые по падению напряжения на четырехконтактном стандартном резисторе, калиброванном относительно эталона сопротивления).

Неопределенность корректировки электропроводности растворителя составляет 2×10^{-6} См/м, что равно 1% от чистой поправки. Эта величина соответствует u_i для электропроводности раствора менее 0,0015% в каждом случае.

Максимальные значения $2u_c$ рассчитанные на основе компонентов типа A и B методом корня суммы квадратов, составляют 0,025%, 0,034% и 0,037% для растворов 0,01, 0,1 и 1,0 моль/кг, соответственно. Консервативное значение 0,03 % относительной неопределенности применялось к значениям электропроводности раствора 0,01 моль/кг. Для растворов 0,1 и 1,0 моль/кг использовалось значение 0,04% для получения расширенной неопределенности в таблице.

Сравнение с предыдущими стандартами

В отчете IUPAC также проводится анализ соответствия новых моляльных стандартов электропроводности с ранее установленными стандартами на демальной основе, принятыми Международной организацией законодательной метрологии (OIML) и IUPAC. Исторически демальные стандарты были разработаны на основе объема, а концентрации выражались в эквивалентах на литр раствора (демал). Основное отличие нового подхода заключается в том, что концентрация KCl выражается в молях на килограмм растворителя, что устраняет зависимости от изменений объема раствора, вызванных изменениями температуры или давления. В данном отчете оценка проводится путем повторных измерений электропроводности по демальной шкале с использованием той же аппаратуры, что и для новых стандартов.

МРНТИ 90.27.31 Физико – химические измерения
Ш.Е. Маулимгазинова – Жетекші маман, Қазақстан стандарттау және метрология институты Республикалық мемлекеттік кәсіпорны («ҚазСтандарт» РМК), Астана қ., Қазақстан Республикасы
Ш.Е. Маулимгазинова – Вед. специалист, Республиканское государственное предприятие Казахстанский институт стандартизации и метрологии (РГП «КазСтандарт»), г. Астана, Республика Казахстан
Sh.E. Maulimgazinova – Lead Specialist, Republican State Enterprise Kazakhstan Institute of Standardization and Metrology (RSE «KazStandart»), Astana, Republic of Kazakhstan
e-mail sh.maulimgazinova@ksm.kz

Результаты сравнения приведены в таблице с указанными значениями электропроводности и расширенными неопределенностями для демальных стандартов и новых моляльных стандартов. Максимальные отклонения между новыми и демальными стандартами для всех трех растворов составляют 0,027%. Эти отклонения лежат в пределах допустимой погрешности новых стандартов и подтверждают, что новый моляльный стандарт сохраняет преемственность с предыдущими стандартами, при этом улучшая точность и стабильность результатов.

Для демонстрации приемлемости новых значений в отчете представлены измерения, выполненные с использованием моляльных и демальных стандартов, которые были пересчитаны к температурной шкале IPTS-68 (Международная практическая температурная шкала 1968 года). Новые данные согласуются с предыдущими значениями в рамках расширенной неопределенности, что демонстрирует надежность новых стандартов и их соответствие ранее установленным эталонам. Это также позволяет новым стандартам оставаться совместимыми с предыдущими измерениями, выполненными на демальной шкале.

Заключение

Отчет IUPAC представляет собой значительный вклад в область стандартизации электропроводности водных растворов и повышает точность измерений для аналитической химии и метрологии. Переход от демальных стандартов к моляльным стандартам решает проблему изменений объема, связанных с изменениями температуры и давления, и делает новые стандарты пригодными для применения в широком спектре аналитических приложений и исследований.

Новые моляльные стандарты электропроводности для водных растворов KCl в концентрациях 0,01, 0,1 и 1,0 моль/кг и температурном диапазоне от 0 до 50 °C обеспечивают высокую точность и воспроизводимость измерений. Проведенная оценка расширенной неопределенности демонстрирует, что полученные значения отличаются высокой стабильностью и точностью, что позволяет применять их в международной метрологической практике. Отклонения между новыми значениями и ранее принятыми демальными стандартами лежат в пределах погрешности, что подтверждает преемственность и надежность новых данных.

Внедрение новых стандартов имеет значительное значение для аналитической химии, где точность и надежность измерений электропроводности играют ключевую роль в калибровке аналитических приборов, контроле качества и стандартизации методов. Новые моляльные стандарты рекомендуются для применения в лабораториях, национальных метрологических институтах и других организациях, где важны точные и воспроизводимые измерения электропроводности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. IUPAC ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ, 2001 «Моляльные первичные стандарты электропроводности».
2. Международная рекомендация МОЗМ Р №56, Образцовые растворы, воспроизводящие проводимость электролитов, OIML, 1980.
3. Руководство по выражению неопределенности измерений, ISO, Женева, Швейцария (1993).
4. Jones, G., Bradshaw, B. C. J. Am. Chem. Soc. 55, 1780–1800 (1933).
5. Parker, H. C., Parker, E. W. J. Am. Chem. Soc. 46, 312–335 (1924).
6. Juhász, E., Marsh, K. N. Pure Appl. Chem. 53, 1841–1845 (1981).

Дусказиева Асем Уралбековна. Казахстанский Институт стандартизации и метрологии, Астана, Казахстан
a.duskaziyeva@ksm.kz

ДВУСТОРОННИЕ ПИЛОТНЫЕ СЛИЧЕНИЯ В ОБЛАСТИ ИЗМЕРЕНИЙ ПЛОТНОСТИ ЖИДКОСТИ

АННОТАЦИЯ

В данной статье рассмотрены результаты сличений, в которых РГП «Казахстанский Институт стандартизации и метрологии» (КазСтандарт) участвовал в рамках Евро-азиатского сотрудничества государственных метрологических учреждений (КООМЕТ). В статье обсуждается организация двухсторонних пилотных сличений государственных эталонов плотности жидкости между КазСтандартом и Узбекским национальным институтом метрологии (УзНИМ), где КазСтандарт выступил в роли пилотной лаборатории. Основная цель сличений – подтверждение точности и международной прослеживаемости эталонов плотности.

Целью сличений эталонов единицы плотности жидкости является сравнение результатов измерений плотности образцов жидкостей, выполненных лабораториями-участницами. Измерения плотности жидкости в основном выполняются лабораториями, чтобы обеспечить средствами калибровки и поверки рабочие средства измерений плотности, такие, например, как ареометры и вибрационные плотномеры.

Плотность, как важная физическая характеристика, измеряется в различных отраслях промышленности. В статье рассматриваются измерение плотности жидкости методом гидростатического взвешивания эталонной меры плотности, погруженной в испытуемые образцы жидкости. Этот метод измерения плотности жидкости и твёрдых тел, основанный на законе Архимеда.

КазСтандарт, обладая государственным эталоном плотности жидкости, принимает активное участие в международных сличениях для обеспечения единообразия и точности измерений на глобальном уровне. В рамках проекта КООМЕТ 555/AZ-a/12 были проведены сличения с ВНИИМ им. Д.И. Менделеева, где КазСтандарт подтвердил свою компетентность.

Ключевые слова: КООМЕТ, сличения, неопределённость, плотность

BILATERAL PILOT COMPOUNDS IN THE AREA OF FLUID DENSITY MEASUREMENTS

ANNOTATION

This article discusses the results of comparisons in which the RSE "Kazakhstan Institute of Standardization and Metrology" (KazStandart) participated in the framework of the Euro-Asian cooperation of state metrological institutions (COOMET). The article discusses the organization of bilateral pilot comparisons of state standards of liquid density between Kazstandart and the Uzbek National Institute of Metrology (UzNIM), where KazStandart acted as a pilot laboratory. The main purpose of the comparisons is to confirm the accuracy and international traceability of density standards.

The purpose of comparing the standards of the liquid density unit is to compare the results of density measurements of liquid samples performed by participating laboratories. Liquid density measurements are mainly performed by laboratories in order to provide calibration and verification tools for working density measurements, such as hydrometers and vibration density meters.

Density, as an important physical characteristic, is measured in various industries. The article discusses the measurement of liquid density by hydrostatic weighing of a reference density measure immersed in the liquid samples under test. This is a method for measuring the density of liquids and solids based on Archimedes' law.

KazStandart, having the state standard of liquid density, takes an active part in international comparisons to ensure uniformity and accuracy of measurements at the global level. Within the framework of the COOMET 555/AZ-a/12 project, comparisons were conducted with the Mendeleev VNIIM, where KazStandart confirmed its competence.

Keywords: COOMET, comparisons, uncertainty, density

Дусказиева Асем Уралбековна. Казахстанский Институт стандартизации и метрологии, Астана, Казахстан
a.duskaziyeva@ksm.kz

РГП «КазСтандарт» проводит постоянные работы по совершенствованию, созданию, исследованию и расширению функциональных возможностей эталонов и эталонного оборудования Казахстана.

Государственный эталон единицы плотности жидкости (Рис.1) предназначен для воспроизведения, хранения и передачи единицы плотности жидкости в диапазоне от 650 до 2000 кг/м3, при помощи рабочих эталонов (или непосредственно) рабочим средствам измерений в соответствии с Государственной поверочной схемой.

Принцип действия эталона основан на измерениях плотности жидкости методом гидростатического взвешивания эталонных поплавков в воздухе и в жидкости с известными значениями плотности при заданной температуре измерений.

Эталон состоит из комплекса следующих средств измерений:

- эталонных мер плотности;
- аналитические весов;
- термостата жидкостного низкотемпературного;
- стеклянных ртутных термометров;
- термогигрометры.

Рис.1 Государственный эталон единицы плотности жидкости

Государственный эталон единицы плотности жидкости используются для поверки и калибровки ареометров 1-го и 2-ого разрядов спиртомеров, сахарометров, ареометров для нефти, плотномеров типа DE, DMA и т.д., для разработки и производства стандартных образцов плотности жидкостей и т.д.

Плотность является физической величиной, характеризующей физико-химические свойства веществ. Измерение плотности играет существенную роль при проведении исследовательских работ в различных отраслях науки и техники, равно как при осуществлении контроля за технологическими процессами и качеством продукции.

Следует отметить большое значение приборов для автоматического измерения плотности, которые являются элементом комплексной автоматизации целого ряда производственных процессов во многих отраслях промышленности химической, металлургической, нефтяной, пищевой и др.

Значительную роль измерения плотности играют в организации правильной системы количественного учета жидких веществ при их приемке, хранении и отпуске, когда масса жидкостей, например горюче-смазочных материалов не может быть измерена непосредственным взвешиванием на весах. Количество жидкости сначала определяют в объемных единицах, а затем, умножая на плотность, найденную для тех же условий, что и объем, переводят в единицы массы.

Вот почему во всем мире вопросам организации правильного измерения плотности придается большое значение. В мире установлены единые условия измерения плотности, запрещено применение условных шкал, введена единая нормальная температура для всех ареометрических приборов, проведена стандартизация ряда лабораторных приборов для измерения плотности, налажено промышленное производство этих приборов, внедрена четкая система их поверки, расширяется выпуск автоматических плотномеров.

В сентябре 2014 г. на 19-м заседании технического комитета ТК 1.6 «Масса и связанные с ней величины» было принято решение о проведении дополнительных сличений в области измерений плотности жидкости. Пилотной лабораторией выступала научно-исследовательская лаборатория государственных эталонов и научных исследований ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева», г. Санкт-Петербург, РФ. В 2015 году IV квартале РГП «КазСтандарт» принял участие в дополнительных сличениях COOMET №555/AZ/12 «Сличения жидких образцов плотности».

Измерения выполнялись на четырех образцах плотности жидкости, поставляемых ВНИИМ, как пилот - лабораторией. Образцы плотности жидкости приготовлены из тридекана, тетрахлорэтилена, дистиллированной воды и высоковязкого масла и не квалифицируется как опасный продукт. Каждая жидкость поставляется в стеклянных бутылках в количестве не менее 20 дм3 каждой.

Дусказиева Асем Уралбековна. Казахстанский Институт стандартизации и метрологии, Астана, Казахстан
a.duskaziyeva@ksm.kz

В 2019 году на заседании технического комитета ТК 1.6 «Масса и связанные величины» было принято решение о проведении двухсторонних пилотных сличений в области измерений плотности жидкости между КазСтандарт и УзНИМ по теме 789/KZ-a/19 «Пилотные сличения по плотности жидкости в диапазоне от 600 до 1000 kg/m^3».

Это стало важным шагом для КазСтандарт, так как организация впервые выступала в роли пилотной лаборатории, имея опыт участия в предыдущих международных сличениях.

Основной целью пилотных сличений является не только проверка и оценка точности измерений плотности жидкости, но и обмен опытом, знаниями и лучшими практиками. По просьбе УзНИМ, КазСтандарт делится своим опытом участия в международных сличениях, а также знаниями, накопленными в процессе проведения таких мероприятий. Это позволяет не только укрепить сотрудничество между метрологическими институтами, но и способствует повышению качества измерений и развитию новых методик, соответствующих международным стандартам.

Пилотные сличения способствуют поддержанию единства измерений в рамках Евро-азиатского сотрудничества (далее-КООМЕТ), что необходимо для признания результатов измерений в международном сообществе.

Пилотные сличения позволяют установить более тесное сотрудничество между метрологическими учреждениями различных стран, что способствует обмену опытом и информацией, а также улучшению качества измерений.

Участие в сличениях помогает лабораториям подтвердить свою компетентность и соответствие международным требованиям, что особенно важно в контексте аккредитации и признания их результатов на международном уровне.

Для успешного проведения сличений пилотной лабораторией разрабатывается и согласовывается Технический протокол, который содержит:

- описание последовательности действий при проведении сличений;
- детальное описание средств измерений: модель, тип, серийный номер, размеры, вес, упаковка и технические данные;
- рекомендации по обращению с транспортируемым эталоном сравнения, включая инструкции по распаковке, пересылке и упаковке;
- последовательность действий при распаковке эталонов сравнения в каждой лаборатории;
- испытания и проверки, которые необходимо провести перед началом измерений;
- условия эксплуатации эталона сравнения во время измерений;
- форму представления результатов измерений;
- методику выполнения измерений;
- оценку неопределенности измерений и рекомендации по её расчёту, включая ковариационную матрицу;
- срок представления результатов измерений, который составляет один месяц после завершения измерений.

КазСтандартом был подготовлен и направлен объекты сличений. Объектами сличений представляет собой эталонные образцы плотности жидкости гептана, воды и масла высокой вязкости 1100 мПас (при 20^{o}C).

Каждая жидкость поставляется во флаконе вместимостью 500 мл. После измерений лабораторией образцы отправляются обратно лаборатории-пилоту, для повторных измерений с целью определения возможного изменения плотности образцов в процессе транспортировки и выполнения измерений лабораторией.

Методика измерений и расчет плотности

Для сличения выбрана температура 20°C.

Для каждой жидкости при 20°C выполнены не менее десяти измерений. Плотность жидкости рассчитывают по уравнению:

$$\rho_{ПЖ} = \frac{M_П - (1 - e_B / 8000) M_{ПЖ}}{V_П} \qquad (1)$$

где, $\rho_{ПЖ}$ - плотность жидкости, кг/м^3;
- $M_{ПЖ}$ результат взвешивания поплавка в жидкости, кг;
- $M_П$ и $V_П$ масса и объем поплавка, определяемые из сертификата на поплавок, кг и м^3 соответственно;
- e_B плотность воздуха с учетом атмосферного давления и температуры, кг/м^3; 8000 – условная плотность материала гирь, кг/м^3.

Неопределенность измерений

При оценке неопределенности измерений плотности жидкостей включают все влияющие величины, их значения и стандартные неопределенности. Расширенная неопределенность результата измерения плотности жидкости, представленная в виде: U95=k95·uc рассчитывается в соответствии с ИСО 1725 «руководство по выражению неопределенности измерений».

Для вычисления неопределенности кинематической вязкости жидкости рассматриваются следующие составляющие.

Дусказиева Асем Уралбековна. Казахстанский Институт стандартизации и метрологии, Астана, Казахстан
a.duskaziyeva@ksm.kz

Суммарная стандартная неопределенность плотности жидкости оценивается на основании формулы (1) в следующем виде:

$$u_c(\rho_{ПЖ}) = \sqrt{c^2(\frac{M_П}{V_П})u^2(\frac{M_П}{V_П}) + c^2(M_{ПЖ})u^2(M_{ПЖ}) + c^2(V_П)u^2(V_П) + c^2(e_В)u^2(e_В)} \quad (2)$$

Стандартная неопределенность соотношения массы и объема поплавка берется из сертификата калибровки поплавка в предположении нормального распределения:

$$u(\frac{M_П}{V_П}) = \frac{U}{2} \quad (3)$$

U – значение расширенной неопределенности из сертификата.

Коэффициент чувствительности стандартной неопределенности соотношения массы и объема поплавка вычисляется по производному уравнения измерений (1):

$$c(\frac{M_П}{V_П}) = 1 \quad (4)$$

Стандартная неопределенность массы взвешенного поплавка в жидкости состоит из двух составляющих и определяется по следующей формуле:

$$u(M_{ПЖ}) = \sqrt{u_A{}^2(M_{ПЖ}) + u_B{}^2(M_{ПЖ})} \quad (5)$$

Первая составляющая по типу А стандартной неопределенности массы взвешенного поплавка в жидкости, обусловленная случайным разбросом результатов измерений, вычисляется по формуле:

$$u_A(M_{ПЖ}) = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} * \sum_{i=1}^{n}\left(M_{ПЖ_i} - M_{ПЖ_{ср}}\right)^2} \quad (6)$$

Вторая составляющая по типу В стандартной неопределенности массы взвешенного поплавка в жидкости является стандартная неопределенность применяемого для взвешивания массы поплавка весов, указанная в документе на весы. В случае указания в документе на весы только его погрешность Δb, предполагая прямоугольное распределение вероятности стандартную неопределенность оценивают по следующей формуле:

$$u_B(M_{ПЖ}) = \frac{\Delta b}{\sqrt{3}} \quad (7)$$

Коэффициент чувствительности стандартной неопределенности массы взвешенного поплавка в жидкости вычисляется по производному уравнения измерений (1):

$$c(M_{ПЖ}) = \frac{e_В / 8000 - 1}{V_П} \quad (8)$$

Стандартная неопределенность объема поплавка оценивается в предположении прямоугольного распределения вероятности в пределах цены деления значения объема поплавка, указанного в сертификате на калибровку.

$$u(V_П) = \frac{\delta V_П}{2\sqrt{3}} \quad (9)$$

Коэффициент чувствительности стандартной неопределенности объема поплавка вычисляется по производному уравнения измерений (1):

$$c(V_П) = \frac{(1 - e_В / 8000)M_{ПЖ} - M_П}{V_П^2} \quad (10)$$

Плотность воздуха вычисляют по формуле:

$$e_В = \frac{e_0(B - P_{ВП})}{760*(1 + 0{,}00366t)} + \varphi\rho_{ВП} \quad (11)$$

где, e_0 – плотность воздуха при температуре 0°С и нормальном атмосферном давлении (1,294 кг/м^3);

В – атмосферное давление воздуха во время поверки ареометра, мм. рт. ст.;

t – температура воздуха, 0°С;

ф – относительная влажность воздуха, доли единицы;

$P_{ВП}$ – парциальное давление водяного пара при температуре t, мм рт.ст.;

$\rho_{ВП}$- плотность насыщенного водяного пара при температуре t, кг/м^3.

Стандартная неопределенность плотности воздуха при температуре 0°С и нормальном атмосферном давлении (1,294 кг/м^3), рассчитывается в предположении прямоугольного распределения в пределах цены деления нормального значения атмосферного давления 1,294 кг/м^3:

$$u(e_0) = \frac{0{,}001}{2\sqrt{3}} = 0{,}000289 кг/м^3 \quad (12)$$

Литература:
1.Технический протокол COOMET №555/AZ/12 (COOMET.M.D-S1)
2. «Руководство по выражению неопределенности измерений», Международная организация по стандартизации (ISO), 1995.
3.«Mutual recognition of national measurement standards and of calibration and measurement certificates issued by national metrology institutes». BIPM, Paris, 14 October 1999.
4.R.S. Davis. «Equation for the Determination of the Density of Moist Air (1981/91)», Metrologia, 1992, vol. 29, pp. 67-70.
5.«Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement», International Organization for Standartization (ISO), 1995.

Заманбекова Айдана Маратқызы. Магистрант ОП 7М07550 - Метрология, кафедра «Стандартизация, сертификация и метрология» ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан.
aidanazam8@icloud.com

Киргизбаева Камиля Жузбаевна. к. т. н., доцент кафедры «Стандартизация, сертификация и метрология», ЕНУ им.Л. Н. Гумилева, Астана, Казахстан

ДИНАМИКАЛЫҚ ЖҮКТЕМЕЛЕР КЕЗІНДЕ АСТЫҚТЫҢ БЕРІКТІГІН БАҒАЛАУҒА АРНАЛҒАН ҚҰРАЛДАР

АҢДАТПА

Мақалада соққылар кезінде астықтың беріктігін тексеруге арналған құралдар сипатталған. Құрылғылардың екі түріне назар аударылады: маятник типтес копер және жүкпен қатар зерттелетін копер . Бұл зерттеулер астықтың әртүрлі соққыларға беріктігін дәлірек зерттеу үшін жаңа әдістер мен құралдарды жасауға көмектеседі. Сондай-ақ, көптеген сынақтарды бір уақытта жүзеге асыра алатын құрылғыларды жасаудың маңыздылығы атап өтіледі, Дәндердегі ылғалдың әртүрлі болуына байланысты нәтижелер бірдей емес және механикалық күштердің әсерінен астықтың құрылымы бұзылуы туралы аталып кеткен.

Түйін сөздер: дәннің зақымдануы, динамикалық жүктемелер, тұқымдар, ылғалдылық, маятник, копер.

ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПРОЧНОСТИ ЗЕРНА ВО ВРЕМЯ ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗОК

АННОТАЦИЯ

В статье рассматриваются конструктивные схемы приборов для изучения прочности зерна при динамических нагрузках. Основное внимание уделено копрам, которые обеспечивают низкоскоростное механическое воздействие. Описаны два типа копров: маятниковые и с падающим грузом. Эти исследования важны для разработки новых методов и приборов, обеспечивающих более точное и эффективное изучение прочности зерна при различных механических воздействиях. Также подчеркивается необходимость создания приборов с высокой производительностью испытаний при большом количестве повторений, что обусловлено вариацией данных из-за индивидуального содержания влаги в зернах.

Ключевые слова: повреждения зерна, динамические нагрузки, семена, влажность, маятник, копер.

INTERSKEI FOR THE TOOLS ZHYRNA ВРЕМЯ DYNAMIC NEGRUMSYK

ANNOTATION

The article discusses the design schemes of devices for studying grain strength under dynamic loads. The main attention is paid to copra, which provide low-speed mechanical impact. Two types of coper are described: pendulum and with a falling load. These studies are important for the development of new methods and devices that provide a more accurate and effective study of grain strength under various mechanical influences. The need to create devices with high test performance with a large number of repetitions is also emphasized, due to the variation of data due to the individual moisture content in the grains.

Keywords: grain damage, dynamic loads, seeds, humidity, pendulum, coper.

Заманбекова Айдана Маратқызы. Магистрант ОП 7М07550 - Метрология, кафедра «Стандартизация, сертификация и метрология» ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан.
aidanazam8@icloud.com

Киргизбаева Камиля Жузбаевна. к. т. н., доцент кафедры «Стандартизация, сертификация и метрология», ЕНУ им.Л. Н. Гумилева, Астана, Казахстан

Астықтың соғылуы – бұл астықтың механикалық зақымдалуының бір түрі, ол астық дәндерінің сыртқы күштердің әсерінен деформациялануы немесе сынуы нәтижесінде пайда болады. Бұл процесс көбінесе астықты жинау, тасымалдау, сақтау және өңдеу кезінде орын алады.

Астықтың соғылуының негізгі себептері:

- Жинау кезінде: Комбайндардың және басқа да жинау техникасының дұрыс реттелмеуі немесе дұрыс пайдаланылмауы.
- Тасымалдау кезінде: Астықты тасымалдау кезінде қатты соққылар мен дірілдер.
- Сақтау кезінде: Астықты сақтау орындарында дұрыс емес өңдеу немесе сақтау шарттары.
- Өңдеу кезінде: Астықты тазалау, кептіру және басқа да өңдеу процестерінде механикалық әсерлер.

Осының салдарынан астықтың сапасының төмендеуі, өнімнің сақтау мерзімінің қысқаруы, астықтың өңдеу кезінде шығындардың артуы мүмкін. Механикалық немесе динамикалық күштердің астықтың зақымдалуына әсерін зерттеу үшін көптеген әдістер мен құралдар бар. Динамикалық жүктемелер кезінде астықтың беріктігін зерттеу төмен жылдамдықты немесе жоғары жылдамдықты механикалық әсерді қамтамасыз ететін екі типті аспаптарда жүргізіледі.

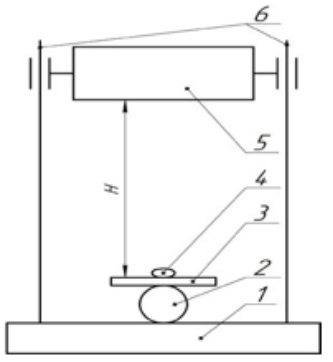
Төмен жылдамдықты әсер ететін құрылғыларға копер деп аталатын құрылғылар жатады. Коперлердің екі түрі бар: маятникті және жүкпен қатар зерттелетін копер. Маятниктік коперлерда бекітілген дәнге соққы шарикті мойынтірек арқылы оське ілінген маятникке бекітілген бойкпен жасалады (сурет. 1).

Жүктемелері бар коперлерда болса ,астыққа соққы құлаған жүкпен түсіріледі. Құлаған жүктің салмағы аз (52,2 г) және құлау биіктігі 1-ден 16 см-ге дейінгі зертханалық коперлер көп қолданыста [2].

Зерттеушілер зертханалық коперлерден ерекшеленетін параметрлері бар жеке жасалған коперлерді пайдаланды.Мысалы, С. М. Якушенков өз зерттеулерінде [3] жүк салмағы 0,2 кг және құлау биіктігі шамамен 2 м болатын Коперді қолданды (сурет. 2).

Құлаған жүктері бар коперлар, сондай-ақ маятникті коперлар, биіктік өлшемін айтарлықтай арттырмай, жоғары соққы жылдамдығын (15 м/с-тан астам) қамтамасыз ете алмайды. Бұл жағдай жоғары жылдамдықтағы әсерлерде астықтың тұрақтылығын зерттеуге арналған арнайы құралдарды жасау қажеттілігін тудырады.

Сурет 1 – Маятникті копер МК-30



Сурет 2 –құлау жүктемесі бар копердің сызбасы
1-жақтау; 2-жүктеме ұяшығы бар сақина; 3- темір блок; 4-бағыттаушы; 5-Жүк

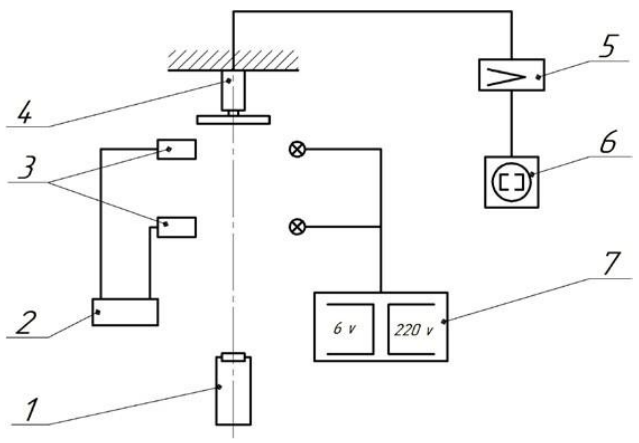
Жоғары жылдамдықты әсер ету кезінде астықтың беріктігін анықтауға арналған алғашқы құрылғылар, шын мәнінде, астықтың зертханалық ұсатқыштары болды. Сонымен, Ресейде (Висхом) "дзл-61 астық ұнтақтағыш" құрылғысы жасалды [1; 4]. Құрылғы электр қозғалтқышы мен тахометрі бар жақтаудан, электр қозғалтқышының білігіне қатты бекітілген төрт блокты ротордан және тиеу және түсіру тесіктері бар қаптамадан тұрды. Қаптама астықты соққыға беру мақсатында айналмалы түрде жасалды. Соққылардың жылдамдығы автотрансформатор арқылы 1-ден 23 м/с-қа дейін реттелді. Құрылғы астықтың ұсақтала бастайтын жылдамдығын шамамен анықтауға мүмкіндік берді.

Шетелдік дереккөздерде [2;5], Стейн ұнтақтағыш құралын пайдаланғандары туралы жазылған еді, онда астықтың толтырылатын бөлігі екі минут ішінде ұсақталады, содан кейін сынама торларда бөлшектеледі. Таңдалған ұсақ фракцияның түпнұсқаға оралуымен цикл бірнеше рет қайталануы мүмкін. Бұл құрылғыда дақылдың сорттық сипаттамаларының әсерін және астық ылғалдылығының оның ұсақталуына әсерін зерттеуге болады. Шетелде XX ғасырдың 60-70 жылдарында жоғары жылдамдықты әсер ету кезінде астықтың беріктігін зерттеу үшін айналмалы пышақпен астыққа әсер ету принципіне негізделген құрылғылар қолданылған делінген.

Заманбекова Айдана Маратқызы. Магистрант ОП 7М07550 - Метрология, кафедра «Стандартизация, сертификация и метрология» ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан.
aidanazam8@icloud.com

Киргизбаева Камиля Жузбаевна. к. т. н., доцент кафедры «Стандартизация, сертификация и метрология», ЕНУ им.Л. Н. Гумилева, Астана, Казахстан

Осылайша осы саланы зерттеген У.К.Биланский [3] астық шығаратын шұңқыры бар корпусқа оралған айналмалы жүздері бар роторды қолданды. Айналу осі көлденең орналасқан. Жылдамдықты реттеу реостатпен жүзеге асырылды. Айналымдар тахометр бойынша бекітілді. Астықты үдетудің қолайлы әдісі-серіппелі құрылғыларды пайдалану. XX ғасырдың 70-ші жылдарының соңында астық серіппелі үдеткіштері бар құрылғылар кеңінен таралды. Бұл құрылғыларда әдетте астық жылдамдығын өзгертуге мүмкіндік беретін серіппелі үдеткіш құрылғы, пьезоэлектрлік күш сенсорымен жабдықталған экран, фотоэлементтері бар уақытты тіркеу блогы, сигнал күшейткіші және осциллограф бар. Мұндай құрылғының схемасы 3-суретте көрсетілген [4].



3- сурет-дәннің динамикалық беріктігін зерттеуге арналған құрылғы:
1-үдеткіш құрылғы; 2-уақытты тіркеудің электрондық құрылғысы; 3-фотоэлемент; 4-күштерді тіркеудің пьезоэлектрлік датчигі; 5-күшейткіш; 6-осциллограф; 7-трансформатор

Бұл типтегі құрылғылар әр түрлі әсер ету жылдамдығында астық экранға соғылған кезде пайда болатын күш-жігерді анықтау үшін сенімді мәліметтер алуды қамтамасыз етеді. Осы құрылғыларды қолдана отырып, микро зақымданудың динамикалық әсер ету жылдамдығына тәуелділігін анықтауға болады. Олардың кемшілігі мынада: олар микро зақымдануларға динамикалық әсер ету жылдамдығының әсерін зерттеу кезінде үлкен статистикалық материалды жинауға бейімделмеген, өйткені құрылғыны жүктеудің жеке сипаты көп қайталанулармен тәжірибе жүргізу кезінде айтарлықтай уақытты қажет етеді. Сонымен қатар, бұл құрылғылар қымбат.

Осыған байланысты біз болашақта көптеген сынамалық қайталану кезінде жоғары сынақ өнімділігін қамтамасыз ететін құрылғыны әзірлеу міндетін қоямыз. Қайталау санын көбейту талаптары дәндердегі ылғалдың жеке құрамына байланысты алынған мәліметтердің үлкен өзгеруіне байланысты, оны анықтау өте қиын болып келеді.

Астықты тасымалдау, өңдеу мен тасымалдыу сақтау барысында дәннің осы қасиеттерінің ерекшеліктері мен есептесе отырып, оларды дұрыс пайдалана білсек, дәннің шығынын кемітіп, сапасын арттыра түсер едік .
Астық өңдеу процестерін механикаландыру, автоматтандыру, олардың ішінде астықты қабылдаған соң ең керектісін кептіру мен тазартудың тәсілдерін енгізу мен бүгінгі күннің талабына сай құрылған элеваторлар мен қоймаларда дәнді жөнді сақтау үшін астықтың әртүрлі қасиеттерін жете біліп, орынды пайдалану, қолдану керек.

Қорытынды: Машиналардың жұмыс бөліктерінен астыққа механикалық әсердің басым бөлігі соққыға астықтың қысылуына дейін төмендегенін ескерсек, ал дәннің геометриялық пішінінің ерекшеліктерін ескере отырып, астық тұқымының беріктік қасиеттерін сипаттау үшін қысу деформациясы қолданылады.Тасымалдау, механикалық күштер әсерінен астықтың зақымдалуы жиі кездесетін жайт .Бірақ оны дер кезінде анықтау қиынға соғады,Дәнді дақылдардың барлық өсірілген дақылдарын сақтау және ұтымды пайдалану, шикізаттан максималды өнім алу бүгінгі таңда негізгі мемлекеттік міндеттердің бірі болып табылады. Өнім сапасы мен өлшеу сапасы арасында тікелей байланыс бар. Осылайша, кәсіпорындағы өлшеулерді метрологиялық қамтамасыз ету деңгейі өнімдер мен қызметтердің сапасына тікелей әсер етеді. Осыған байланысты,өндірісті метрологиялық қамтамасыз етуді жетілдіру ең маңызды міндет болып табылады.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ:

Богус А. Э., Грачев Е. А. Исследование ударного импульса ребра вальца планетарного молотильного устройства о хлебную массу // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2018. № 135. С. 188-199.

Бурмистрова М. Ф., Комолькова Т. К., Кленин Н. И. и др. Физико-механические свойства сельскохозяйственных растений. М.: Гос. изд-во с.-х. лит-ры, 1956. 343 с.

Калашникова Н. В. Модуль упругости семян зерновых и зернобобовых культур // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. 1975. № 2. С. 50-51.

Наумов И. А. Исследование прочности зерна на сжатие // Мукомольно-элеваторная промышленность. 1956. №1. С. 16-19.

Трубилин Е. И., Богус А. Э. Некоторые вопросы кинематики экспериментального молотильного устройства // Сельский механизатор. 2020. № 5-6. С. 12-13.

90.29: Стандартные образцы состава и свойств веществ и материалов
Айтпаева Айгерим Қайратовна. 2-курс магистранты, 7М07550 «Метрология» мамандығы (салалар бойынша). Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан
Ғылыми жетекші – аға оқытушы, химия ғылымдарының кандидаты Бектурғанова Г.К.
Айтпаева Айгерим Кайратовна. Магистрант 2 курса специальности 7М07550 «Метрология» (по отраслям). ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан. Научный руководитель – старший преподаватель, кандидат химических наук Бектурганова Г.К.
Aytpaeva Aigerim Kairatovna. 2nd-year Master's student, 7M07550 "Metrology" specialty (by industry)
L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan. Scientific supervisor – Senior Lecturer, Candidate of Chemical Sciences, Bekturnanova G.K. aigerim_vko92@mail.ru

СТАНДАРТТЫ ҮЛГІНІҢ ШИКІ КЛЕЙКОВИНА МӨЛШЕРІН АТТЕСТАЦИЯЛАУ

АҢДАТПА

Мақалада стандартты үлгінің дәндегі шикі клейковина мөлшерінің аттестациясы межлабораторлық салыстырулар арқылы анықталады. Зерттеудің мақсаты — статистикалық өңдеу әдістері арқылы аттестатталған стандартты үлгінің мәнін анықтау. Зерттеу аясында он аккредиттелген зертхана жүргізген сынақтардың нәтижелері талданады, сондай-ақ Граббс және Кохрен критерийлері бойынша өлшеулердің дәлдігін бағалау және аномалияларды тексеру әдістері қарастырылады.

Жұмыс аттестация әдіснамасын сипаттайды, онда мәліметтерді өңдеу мен талдаудың статистикалық әдістері және өлшеу қателіктерінің белгісіздігін есептеу жүргізілген. Межлабораторлық салыстырулар нәтижелері зертханалар арасында жоғары үйлесімділікті көрсетеді, бұл статистикалық тұрғыдан мәнді ауытқулардың жоқтығымен расталады. Дисперсиялық талдау әдісі мен басқа әдістерді қолдану арқылы стандартты үлгінің дәлдігі мен сенімділігі тексеріледі.

Зерттеудің практикалық маңызы - стандартты үлгілердің дәлдігі мен сенімділігін қамтамасыз ететін аттестациялау әдісін әзірлеу мен қолдану болып табылады, бұл дәннің және басқа да ауыл шаруашылығы өнімдерінің сапасын бақылауда маңызды болып табылады.

АТТЕСТАЦИЯ СТАНДАРТНОГО ОБРАЗЦА МАССОВОЙ ДОЛИ СЫРОЙ КЛЕЙКОВИНЫ В ЗЕРНЕ

АННОТАЦИЯ

Статья посвящена исследованию аттестации стандартного образца массовой доли сырой клейковины в зерне посредством межлабораторных сличений. Цель работы — определить аттестованное значение данного стандартного образца с использованием статистической обработки результатов межлабораторных сличений. Исследование включает в себя анализ результатов испытаний, проведённых десятью аккредитованными лабораториями, с применением методов оценки точности измерений и проверки наличия выбросов по критериям Граббса и Кохрена.

Работа описывает методологию аттестации, включающую статистические методы для обработки и анализа данных, а также расчёт неопределённости измерений. Результаты межлабораторных сличений показали достаточно высокую согласованность между лабораториями, что подтверждается отсутствием статистически значимых выбросов. Методология оценки стандартного образца с использованием дисперсионного анализа и других методов подтверждает точность и надёжность результатов.

Практическая значимость исследования заключается в разработке и применении метода аттестации, который обеспечивает точность и достоверность измерений, что является важным аспектом для контроля качества зерна и других аграрных продуктов. Полученные результаты могут быть использованы для повышения доверия к результатам испытаний в различных лабораториях и для улучшения качества стандартных образцов.

Ключевые слова: межлабораторные сличения, стандартный образец, массовая доля сырой клейковины, статистическая обработка, аттестация, неопределенность измерений.

CERTIFICATION OF THE STANDARD SAMPLE OF RAW GLUTEN CONTENT IN GRAIN

ANNOTATION

The article explores the certification of a standard sample of raw gluten content in grain through interlaboratory comparisons. The aim of the study is to determine the certified value of this standard sample using statistical processing of interlaboratory comparison results. The research includes an analysis of the test results conducted by ten accredited laboratories, employing methods for assessing measurement accuracy and checking for outliers using the Grubbs and Cochran criteria.

The paper outlines the methodology for certification, which includes statistical methods for data processing and analysis, as well as the calculation of measurement uncertainty. The results of interlaboratory comparisons show high consistency between laboratories, confirmed by the absence of statistically significant outliers. The methodology of evaluating the standard sample using variance analysis and other methods demonstrates the accuracy and reliability of the results.

The practical significance of the study lies in the development and application of a certification method that ensures the accuracy and reliability of measurements, which is an essential aspect for quality control in grain and other agricultural products. The findings can be used to enhance confidence in test results across laboratories and to improve the quality of standard samples.

90.29: Стандартные образцы состава и свойств веществ и материалов
Айтпаева Айгерим Қайратовна. 2-курс магистранты, 7М07550 «Метрология» мамандығы (салалар бойынша). Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан
Ғылыми жетекші – аға оқытушы, химия ғылымдарының кандидаты Бектурғанова Г.К.
Айтпаева Айгерим Кайратовна. Магистрант 2 курса специальности 7М07550 «Метрология» (по отраслям). ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан. Научный руководитель – старший преподаватель, кандидат химических наук Бектурганова Г.К.
Aytpaeva Aigerim Kairatovna. 2nd-year Master's student, 7M07550 "Metrology" specialty (by industry)
L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan. Scientific supervisor – Senior Lecturer, Candidate of Chemical Sciences, Bekturnanova G.K. aigerim_vko92@mail.ru

АКТУАЛЬНОСТЬ АТТЕСТАЦИИ СТАНДАРТНЫХ ОБРАЗЦОВ ЧЕРЕЗ МЕЖЛАБОРАТОРНЫЕ СЛИЧЕНИЯ.

Межлабораторные сличения — это процесс сравнения результатов измерений, полученных различными лабораториями, с использованием одних и тех же стандартных образцов. Этот метод аттестации является важным инструментом для обеспечения надежности и точности измерений. Преимущества межлабораторных сличений включают более объективное и независимое оценивание точности и надежности стандартных образцов, а также повышение доверия к результатам измерений, полученным в различных лабораториях.

При определении аттестованного значения стандартного образца используют различные методы. В большинстве случаев отклонение результатов измерений сравнивают с определенным критерием для того, чтобы определить выбросы. Целью данной работы является определение аттестованного значения стандартного образца путем статистической обработки результатов межлабораторных сличений. В ходе исследований была проведена работа по межлабораторным сличениям среди аккредитованных лабораторий, выполняющих испытание по определению массовой доли сырой клейковины в зерне.

В сличениях приняло участие 10 лабораторий. Испытательные лаборатории проводили измерения с использованием параллельного типа программы проверки квалификации, т.е. когда образцы распределяются для выполнения одновременных испытаний. Результаты межлабораторных сличений по определению массовой доли сырой клейковины в зерне, полученные участниками приведены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты участников МЛС

№	Условный номер лаборатории	Результаты анализа, %	№	Условный номер лаборатории	Результаты анализа, %
1.	01-К-01	27,6	6.	01-К-06	27,20
1.	01-К-02	26,6	6.	01-К -07	27,88
1.	01-К-03	26,9	6.	01-К-08	28,20
1.	01-К-04	28,0	6.	01-К-09	27,40
1.	01-К-05	27,56	6.	01-К-10	26,90

Первым этапом проведения обработки результатов МЛС является проверка выборок на наличие выбросов (промахов) по критерию Граббса. Для этого необходимо рассчитать критерий Граббса G_{max} по максимальному и G_{min} минимальному значениям по следующим формулам:

Таблица 2. Результаты измерений 10 лабораторий, %.

№	01-К-01	01-К-02	01-К-03	01-К-04	01-К-05	01-К-06	01-К-07	01-К-08	01-К-09	01-К-10
1.	27,8	26,9	26,7	27,6	27,74	27,01	26,68	27,85	26,94	26,66
1.	27,5	26,7	27,2	28,1	27,52	26,94	27,56	28,92	27,81	28,31
1.	27,4	27,1	27,3	27,5	27,41	26,85	27,94	28,80	27,27	26,52
1.	27,3	26,6	27,1	27,9	27,32	27,49	28,64	28,91	27,47	27,85
1.	27,6	26,9	26,8	27,5	27,61	27,24	27,56	28,54	27,24	25,97
1.	27,9	26,7	26,9	27,9	27,50	26,45	28,61	27,32	26,72	28,11
1.	27,7	26,4	26,7	27,8	27,71	27,95	27,69	27,71	27,56	26,34
1.	27,9	26,2	26,4	28,4	27,72	26,89	26,92	26,98	27,67	26,44
1.	27,5	26,5	27,2	28,7	27,50	27,54	28,59	28,53	27,54	25,79
1.	27,7	26,4	26,6	28,5	27,61	27,67	28,61	28,47	27,81	26,97
$X_{ср}$	27,6	26,6	26,90	28,00	27,56	27,20	27,88	28,20	27,40	26,90
S_n	0.208	0.279	0.3	0.426	0.139	0.456	0.727	0.692	0.361	0.893

$$G_{max} = X_{max} - \langle X \rangle / S \quad (1)$$

$$G_{min} = |\langle X \rangle - X_{min}| / S \quad (2)$$

где, <X> – среднеарифметическое значение; Xmax и Xmin– максимальное и минимальное значение в ряду измерений; S – СКО.

Таблица 3. Результаты анализа по критерию Граббса.

Среднее значение $\bar{X}_{ср}$	27,424≈27,4
Стандартное отклонение S	0,524
Максимальное значение X_{max}	28,2
Минимальное значение X_{min}	26,6
Критерий Граббса G_{max}	1,481
Критерий Граббса G_{min}	1,573
$G_т$	2,29
$\sigma_{внутри\ лаб}$	0,255
$\sigma_{между\ лаб}$	2,745

При α =5% и числе наблюдений n = 10, найдём табличное значение критерия Граббса "$G_т$" равным 2,29. Таким образом, получено неравенство вида: $G_{max} \leq G_т$, (так как 1,481<2,29). Это говорит о том, что подверженный сомнению максимальный результат измерений равный 28,2%, не является грубой погрешностью и не может быть исключён из ряда наблюдений, а, следовательно, и все остальные результаты измерений также не могут быть отнесены к промахам и не могут быть отброшены из ряда измерений.

При аналогичном подходе можно найти минимальное значение критерия Граббса, так как для анализа выборки используется двусторонний критерий. Для неравенства вида $G_{min} \leq G_т$, при α =5% и числе наблюдений n = 10, табличное значение критерия Граббса равно 2,29. Поскольку G_{min}=1,573≤ $G_т$=2,29, минимальный результат измерений равный 26,6% также не является грубой погрешностью и не может быть исключён из ряда наблюдений, а, следовательно, все остальные результаты измерений также не могут быть отнесены к промахам и не могут быть отброшены из ряда измерений.

90.29: Стандартные образцы состава и свойств веществ и материалов
Айтпаева Айгерим Қайратовна. 2-курс магистранты, 7М07550 «Метрология» мамандығы (салалар бойынша). Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан
Ғылыми жетекші – аға оқытушы, химия ғылымдарының кандидаты Бектурғанова Г.К.
Айтпаева Айгерим Кайратовна. Магистрант 2 курса специальности 7М07550 «Метрология» (по отраслям). ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан. Научный руководитель – старший преподаватель, кандидат химических наук Бектурганова Г.К.
Aytpaeva Aigerim Kairatovna. 2nd-year Master's student, 7M07550 "Metrology" specialty (by industry)
L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan. Scientific supervisor – Senior Lecturer, Candidate of Chemical Sciences, Bekturnanova G.K. aigerim_vko92@mail.ru

Для проверки наличия внутрилабораторных расхождений между лабораториями используется критерий Кохрена. Для совокупности из p стандартных отклонений, рассчитанных исходя из одного и того же количества (n) результатов испытаний в базовых элементах, тестовая статистика Кохрена имеет вид:

$$C = \frac{S_{max}^2}{\sum S_i^2} \quad (3)$$

где S_{max} - наивысшее значение стандартного отклонения в совокупности.

Таблица 4. Сводная таблица результатов анализа с использованием критерия Кохрена.

Показатель	01-К-01	01-К-02	01-К-03	01-К-04	01-К-05	01-К-06	01-К-07	01-К-08	01-К-09	01-К-10
S_{max}	0,21	0,35	0,42	0,42	0,16	0,75	0,74	0,86	0,62	1,51
Критерий Кохрена С	0,333	0,658	0,480	0,371	0,599	0,516	0,372	0,468	0,657	0,437
$C_{табл}$ 1%	0,928									
$C_{табл}$ 5%	0,841									

В случае, если значение тестовой статистики меньше (или равно) 5%-ного критического значения, тестируемую позицию признают корректной.

a. В случае, если значение тестовой статистики больше 5%-ного критического значения и меньше (или равно) 1%-ного значения, тестируемую позицию называют квазивыбросом и отмечают одной звездочкой.
b. В случае, если значение тестовой статистики больше 1%-ного критического значения, тестируемую позицию называют статистическим выбросом и отмечают двумя звездочками.

На основании проведенного анализа с использованием критерия Кохрена можно сделать следующие выводы:

Результаты всех лаборатории признаются корректными, так как значения их тестовых статистик меньше 5%-го критического значения.

Все результаты, оставленные после оценки их приемлемости, обрабатывают по ГОСТ Р ИСО 5725-6-2002 следующим образом (Таблица 5). Вычисляют:

- среднее значение $X_{ср}$ по результатам каждой i-й лаборатории;
- общее среднее значение по всем результатам $\bar{X}_{ср}$;
- стандартное отклонение повторяемости в i-й лаборатории Si:

$$\sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{j=1}\left(x_j - X_{Cp}\right)^2} \quad (4)$$

- оценку стандартного отклонения повторяемости Sr:

$$S_r = \sqrt{\frac{1}{P}\sum_{i=1}^{p} S_i^2} \quad (5)$$

- оценку межлабораторной дисперсий S_L^2:

$$S_L^2 = \frac{1}{p-1}\sum_{i=1}^{P}\left(X_{C_P} - \overline{X_{C_P}}\right)^2 - \frac{S_r^2}{n} \quad (6)$$

В случае если по уравнению (6) получено отрицательное значение S_L^2, то принимают $S_L^2 = 0$.

межлабораторную дисперсию σ_L^2:

$$\sigma_L^2 = \sigma_R^2 - \sigma_r^2 \quad (7)$$

сравнивают оценку межлабораторной дисперсииS_L^2 с дисперсией σ_L^2 по критерию χ^2, описываемому неравенством

$$\frac{n \cdot S_L^2 + S_r^2}{n \cdot \sigma_L^2 + \sigma_r^2} \leq \frac{\chi_{0,95}^2(v)}{v} \quad (8)$$

где $\chi_{0,95}^2(\mathrm{v})$ – квантиль χ2 распределения с v=p-1 степенями свободы. При отсутствии других указаний уровень значимости α предполагается равным 0,05.

Таблица 5. Сводная таблица результатов анализа по ГОСТ Р ИСО 5725-6-2002.

Условный номер лаборатории	$X_{ср}$	$\bar{X}_{ср}$	Si	S_r	s_L^2	σ_L^2
01-К-01	27,6	27,424	0,208	0,505	0,25	0,75
01-К-02	26,6		0,279			
01-К-03	26,9		0,3			
01-К-04	28,00		0,426			
01-К-05	27,56		0,139			
01-К-06	27,20		0,456			
01-К-07	27,88		0,727			
01-К-08	28,20		0,692			
01-К-09	27,40		0,361			
01-К-10	26,90		0,893			

Таким образом получен следующий результат 0,355≤1,88, что означает неравенство (8) выполнено, значит межлабораторная дисперсия S_L^2 приемлема.

Из проведенных анализов по трем методам, можно сделать вывод, что всеми лабораториями на рассматриваемом уровне были получены достаточно точные результаты и их можно использовать для оценивания аттестованного значения СО и стандартной неопределённости от прецизионности.

90.29: Стандартные образцы состава и свойств веществ и материалов
Айтпаева Айгерим Қайратовна. 2-курс магистранты, 7М07550 «Метрология» мамандығы (салалар бойынша). Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан
Ғылыми жетекші – аға оқытушы, химия ғылымдарының кандидаты Бектурғанова Г.К.
Айтпаева Айгерим Кайратовна. Магистрант 2 курса специальности 7М07550 «Метрология» (по отраслям). ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан. Научный руководитель – старший преподаватель, кандидат химических наук Бектурганова Г.К.
Aytpaeva Aigerim Kairatovna. 2nd-year Master's student, 7M07550 "Metrology" specialty (by industry)
L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan. Scientific supervisor – Senior Lecturer, Candidate of Chemical Sciences, Bekturnanova G.K. aigerim_vko92@mail.ru

Для обеспечения точности и достоверности измерений необходимо провести аттестацию стандартного образца с оценкой неопределенности. Одним из методов оценки неопределенности является дисперсионный анализ. Дисперсионный анализ позволит нам определить вклад различных факторов в общую неопределенность и получить более точные результаты измерений.

Пользуясь формулами для расчета дисперсий между группами и внутри групп, заполним таблицу 6.

Дисперсия	MS
Между группами	2,745
Внутри групп	0,255

Дисперсия внутри группы:

$$s = \sqrt{0{,}255} = 0{,}505\%$$

Дисперсия между группами:

$$S = \sqrt{(2{,}745 - 0{,}255)/10} = 0{,}499\ \%$$

Неопределенность можно рассчитать не только с помощью оценки влияющих величин (bottom-up), но и методом дисперсионного анализа (top-down). Неопределенность измерения в данном случае равна:

$$\boldsymbol{U = k\sqrt{\frac{0{,}505^2}{10} + \frac{0{,}499^2}{10}} = 0{,}449\%.}$$

Таким образом, аттестованное значение СО можно записать как Мк= 27,4±0,4%.

Заключение

В ходе проведенных межлабораторных сличений была успешно аттестована массовая доля сырой клейковины в зерне. Проведенный анализ показал, что разработанный стандартный образец обладает высокой степенью точности и воспроизводимости, что подтверждается низкими значениями стандартного отклонения и отсутствием значимых выбросов по критериям Граббса и Кохрена.

Результаты экспериментов продемонстрировали, что выбранные методики анализа и статистической обработки данных (ГОСТ Р ИСО 5725-2002, ГОСТ 8.532-2002) являются надежными и применимыми для аттестации подобных стандартных образцов. Проведенные работы позволили подтвердить однородность дисперсий и точность измерений, что является важным условием для обеспечения достоверности полученных данных.

Таким образом, созданный стандартный образец массовой доли сырой клейковины в зерне может быть рекомендован для использования в лабораториях, занимающихся анализом зерновых культур. Дальнейшее применение данного образца позволит улучшить качество и точность аналитических методов, что, в свою очередь, будет способствовать повышению стандартизации и унификации процедур контроля качества зерна.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

ГОСТ ISO/IEC 17043-2013 Оценка соответствия. Основные требования к проведению проверки квалификации;
СТ РК ИСО 13528-2010 Статистические методы для проверки квалификации методом межлабораторных сличений;
ГОСТ Р 5725-2-2002 Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 2. Основной метод определения повторяемости и воспроизводимости стандартного метода измерений;
ГОСТ Р 5725-5-2002 Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений Часть 5 Альтернативные методы определения прецизионности стандартного метода измерений;
ГОСТ Р ИСО 5725-6—2002 Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 6. Использование значений точности на практике.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
SMART

МРНТИ (90.03.19)

Е.Ж. Омаргалиев*, Г.К. Бектурганова
(«Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті» КеАҚ, Казақстан, 010008, Астана қ., Қажымұқан көшесі, 13)
Е.Ж. Омаргалиев* , Г.К. Бектурганова
(НАО «Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева», Казахстан, 010008, г. Астана, ул. Кажымукана, 13)
E.Zh. Omargaliev*, G.K. Bekturganova
(NJSC « Eurasian National University named after L.N.Gumilyov», Kazakhstan, 010008, Astana, K. Munaitpasov street, 13)
Correspondent author e-mail: omargaliyevv@gmail.com

ГИДРОМЕТРИЯЛЫҚ ДӨҢГЕЛЕКТЕРДІ ТЕКСЕРУГЕ АРНАЛҒАН КОМПАРАТОРЛЫҚ ҚОНДЫРҒЫНЫ ЖЕТІЛДІРУ

АҢДАТПА

Мақалада су ағынының жылдамдығын өлшеуге арналған гидрометриялық вертушкаларды тексеруге арналған компараторлық қондырғыны жетілдіру мәселесі қарастырылады. Жұмыстың негізгі мақсаты – тасымалдау кезіндегі зақымдау қаупін азайтуға, шығындарды оңтайландыруға және деректердің дәлдігін арттыруға қабілетті мобильді компараторлық қондырғыны әзірлеу және теориялық негіздеу. Гидрометриялық вертушкалардың (ГР-21, ГР-55, ИСПВ-ГР-21М1) сипаттамалары мен тексеру әдістеріне талдау жасалды. Нәтижелер мобильді қондырғыны енгізу шығындарды едәуір азайтуға және өлшеу дәлдігін арттыруға мүмкіндік беретінін көрсетеді, бұл РГП «Казгидромет» метрологиялық қамтамасыз ету жұмысын жақсартуға практикалық маңызы бар.

Түйін сөздер: гидрометриялық вертушкалар, компараторлық қондырғы, тексеру, калибрлеу, метрологиялық қамтамасыз ету.

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОМПАРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПОВЕРКИ ГИДРОМЕТРИЧЕСКИХ ВЕРТУШЕК

АННОТАЦИЯ

В статье рассматривается усовершенствование компараторной установки для поверки гидрометрических вертушек, используемых для измерения скорости потока воды. Основная цель работы – разработка и теоретическое обоснование мобильной компараторной установки, способной снизить риски повреждения вертушек при транспортировке, оптимизировать затраты и повысить точность данных. Проведен анализ характеристик и методов эксплуатации гидрометрических вертушек (ГР-21, ГР-55, ИСПВ-ГР-21М1) и методик поверки. Результаты показывают, что внедрение мобильной установки позволит существенно сократить затраты и повысить точность измерений, что имеет практическую ценность для улучшения метрологического обеспечения РГП «Казгидромет».

Ключевые слова: гидрометрические вертушки, компараторная установка, поверка, калибровка, метрологическое обеспечение.

IMPROVEMENT OF THE COMPARATOR INSTALLATION FOR VERIFICATION OF HYDROMETRIC TURNTABLES

ANNOTATION

This article addresses the improvement of the comparator setup for calibrating hydrometric turntables used in measuring water flow velocity. The primary goal is to develop and theoretically substantiate a mobile comparator setup that minimizes damage risk during transportation, optimizes costs, and increases data accuracy. An analysis of hydrometric turntables (GR-21, GR-55, ISPV-GR-21M1) and calibration methodologies was conducted. Results indicate that implementing a mobile setup can significantly reduce costs and enhance measurement accuracy, providing practical value for improving the metrological support of RGP «Kazhydromet».

Key words: hydrometric turntables, comparator setup, calibration, metrological support.

МРНТИ (90.03.19)

Е.Ж. Омаргалиев*, Г.К. Бектурганова
(«Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті» КеАҚ, Казақстан, 010008, Астана қ., Қажымұқан көшесі, 13)
Е.Ж. Омаргалиев* , Г.К. Бектурганова
(НАО «Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева», Казахстан, 010008, г. Астана, ул. Кажымукана, 13)
E.Zh. Omargaliev*, G.K. Bekturganova
(NJSC « Eurasian National University named after L.N.Gumilyov», Kazakhstan, 010008, Astana, K. Munaitpasov street, 13)
Correspondent author e-mail: omargaliyevv@gmail.com

Введение

С 2004 года гидрологическая сеть Казахстана начала активно развиваться после периода сокращения, вызванного нехваткой финансирования в конце XX века. Начиная с 2001 года, когда гидрологическая служба получила дополнительное развитие, количество гидропостов увеличилось более чем в два раза – с 165 до 377 к 2023 году (Рисунок 1).

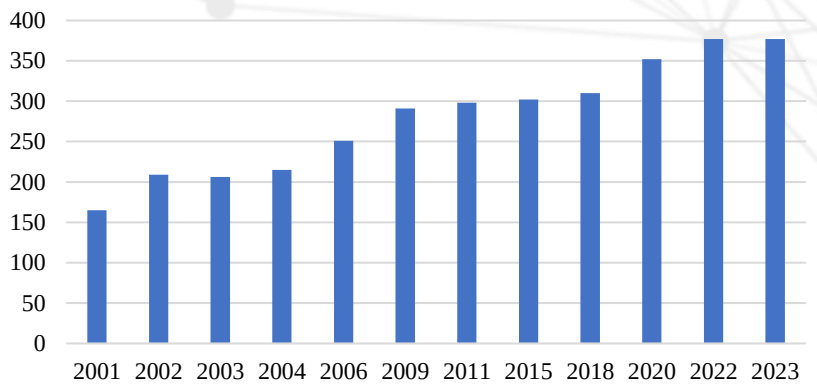


Рисунок 1 – Количество гидропостов

Как показано на диаграмме, такой рост отражает активные усилия, направленные на улучшение мониторинга водных ресурсов и повышения точности данных по состоянию поверхностных вод в Казахстане. Это расширение стало возможным благодаря поддержке и развитию государственной политики в области мониторинга поверхностных вод, что позволило значительно улучшить контроль и анализ гидрологических данных на всей территории страны.

Гидрологический пост – это пункт, расположенный на водном объекте и оснащенный приборами и устройствами для проведения регулярных гидрологических наблюдений [1].

Рост количества гидропостов свидетельствует о важности качественного мониторинга водных ресурсов в условиях меняющегося климата и возрастающих потребностей в точных гидрологических данных для устойчивого управления водными ресурсами. Гидрологический мониторинг способствует не только защите экосистем, но и созданию устойчивой базы данных, необходимой для прогнозирования паводков, засух и других экстремальных явлений.

Гидрологическая сеть РГП «Казгидромет» представляет собой разветвленную систему наблюдательных пунктов, предназначенную для комплексного мониторинга поверхностных вод на территории Казахстана. В настоящее время гидрологический мониторинг осуществляется на 377 постах, из которых 329 предназначены для наблюдения за реками, 38 – за озерами, и 10 постов расположены на морских станциях. Такая структура сети позволяет охватывать различные типы водных объектов, обеспечивая высокую степень детализации и точности в сборе гидрологических данных. Эти данные являются критически важными для анализа гидрологических процессов, прогноза водного режима и разработки стратегий рационального использования водных ресурсов, а также для обеспечения безопасности в условиях нарастающей климатической изменчивости.

Основным направлением выполняемых работ является измерение расходов воды и контроль водного режима рек, озер и морей, что обеспечивает получение актуальных данных о состоянии водных ресурсов страны. Периодичность наблюдений зависит от сезона: в меженный период проводится одно измерение каждые 7-10 суток, что составляет три измерения в месяц, тогда как в паводковый период частота наблюдений увеличивается до 5-6 раз на подъеме воды и 5-8 раз на спаде половодья. Для осуществления данных измерений используются гидрометрические вертушки, которые позволяют определить скорость течения воды, а также акустические доплеровские профилографы, обеспечивающие высокоточные измерения потока воды.

Изучением водного стока рек и временных водотоков занимались различные учреждения и ведомства, однако наиболее регулярные и качественные наблюдения проводят гидропосты РГП «Казгидромет». Учитывая разнообразие ландшафтов на территории страны, гидрологические посты РГП «Казгидромет» оснащены всеми видами гидрометрических переправ, что позволяет адаптироваться к условиям местности и обеспечивать точные данные о гидрологических параметрах.

Характеристики годового водного стока рек впервые были обобщены в исследованиях Б.Д. Зайкова [2]. В дальнейшем нормы годового стока рек для различных целей в пределах зоны формирования стока уточнялись и дополнялись работами В.Л. Шульца [3], П.Ф. Лаврентьева, В.В. Голубцова, Е.Г. Юриной [4], И.С. Соседова [5] и других исследователей.

Гидрометрическая вертушка представляет собой средство измерений, в основе действия которого лежит функциональная зависимость между скоростью течения воды и частотой вращения лопастей винта устройства. Однако существующие методы поверки этих приборов обладают рядом ограничений.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
SMART
МРНТИ (90.03.19)
Е.Ж. Омаргалиев*, Г.К. Бектурганова
(«Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті» КеАҚ, Казақстан, 010008, Астана қ., Қажымұқан көшесі, 13)
Е.Ж. Омаргалиев* , Г.К. Бектурганова
(НАО «Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева», Казахстан, 010008, г. Астана, ул. Кажымукана, 13)
E.Zh. Omargaliev*, G.K. Bekturganova
(NJSC « Eurasian National University named after L.N.Gumilyov», Kazakhstan, 010008, Astana, K. Munaitpasov street, 13)
Correspondent author e-mail: omargaliyevv@gmail.com

На сегодняшний день в Республике Казахстан поверка гидрометрических вертушек осуществляется централизованно в лаборатории РГП «Казгидромет» в г. Алматы. В процессе поверки вертушки снимаются с точек наблюдений и транспортируются в лабораторию, что сопряжено с рисками повреждений при транспортировке, значительными финансовыми затратами и потерей времени. Такая централизованная система поверки создает сложности для филиалов, расположенных в удаленных регионах, и приводит к необходимости использования резервного оборудования на время поверки.

Актуальность исследования обусловлена потребностью в создании мобильной компараторной установки, которая позволит проводить поверку гидрометрических вертушек непосредственно на местах их эксплуатации. Разработка мобильной метрологической системы, включающей компараторную установку, способна существенно повысить оперативность поверки, уменьшить эксплуатационные расходы и минимизировать вероятность повреждения оборудования. Введение такой установки также позволит улучшить воспроизводимость результатов измерений и повысить точность передачи значений гидрометрических параметров.

Целью настоящего исследования является теоретическое обоснование и разработка мобильной компараторной установки для поверки гидрометрических вертушек, ориентированной на повышение точности, надежности и экономической эффективности метрологического обслуживания. Работа включает анализ конструктивных и метрологических характеристик моделей вертушек, таких как ГР-21, ГР-55 и ИСПВ-ГР-21М1.

Материалы и методы

Гидрологическая сеть РГП «Казгидромет» проводит наблюдения с помощью современных, проверенных приборов, таких как ИСВП ГР-21М1 и акустические доплеровские профилографы (расходомеры), которые автоматически рассчитывают скорость и расход воды (Рисунок 2).

Рисунок 2 – Модель вертушки ИСВП ГР-21М1

Кроме того, используются и другие модели приборов, представленные ниже, которые также доказали свою эффективность и надежность в условиях разнообразных ландшафтов Казахстана. Гидрологические посты, оснащенные этими устройствами, обеспечивают высокую точность данных, что является ключевым фактором для эффективного мониторинга и управления водными ресурсами страны (Таблица 1).

Параметр	ГП-21М	ИСВП-ГР-21М1	ГР-55
Диапазон измерения скорости	0,05 – 2,500 м/с	0,04 – 5,0 м/с	0,06 – 5 м/с
Относительная погрешность измерений	{1,5 + 0,5*(5,0/V-1)}	-	±2%
Вес	1,5 кг	1,4 кг	6 кг
Габариты (мм)	115x90x48	120x285 или 120x540	320x210x210
Рекомендуемый диапазон температуры	-20...+40 °C (рабочий диапазон)	-20... +40 °C (рабочий диапазон)	-
Средняя стоимость (тенге)	759,800	772,900	770,950

Таблица 1 – Сводная таблица технических характеристик и средней стоимости гидрометрических вертушек

Эта сводная таблица предоставляет основные технические характеристики и среднюю стоимость гидрометрических вертушек ГП-21М, ИСВП-ГР-21М1 и ГР-55. В таблице указаны диапазоны измерения скорости, погрешность, вес, габариты и температурные диапазоны для каждой модели, а также их средняя стоимость. Таблица позволяет легко сравнить основные параметры приборов и определить, что ГР-55 является самой дорогой моделью, что может быть значимым фактором при выборе оборудования для конкретных нужд.

Как видно из данных таблицы, в данном исследовании применялись гидрометрические вертушки моделей ГР-21, ГР-55 и ИСВП-ГР-21М1, которые используются в Казахстане для мониторинга гидрологических показателей в реках и водоемах. Данные модели были выбраны исходя из их широкого применения и значимости для точного измерения скорости течений. Описание характеристик материалов, таких как диапазон измеряемых скоростей и допустимая погрешность, позволило обеспечить достоверность выводов. В стационарных условиях поверка и калибровка гидрометрических вертушек проводится с использованием специализированного оборудования, обеспечивающего контрольные измерения в условиях лаборатории.

МРНТИ (90.03.19)
Е.Ж. Омаргалиев*, Г.К. Бектурганова
(«Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті» КеАҚ, Казақстан, 010008, Астана қ., Қажымұқан көшесі, 13)
Е.Ж. Омаргалиев* , Г.К. Бектурганова
(НАО «Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева», Казахстан, 010008, г. Астана, ул. Кажымукана, 13)
E.Zh. Omargaliev*, G.K. Bekturganova
(NJSC « Eurasian National University named after L.N.Gumilyov», Kazakhstan, 010008, Astana, K. Munaitpasov street, 13)
Correspondent author e-mail: omargaliyevv@gmail.com

Перед началом поверки вертушка проходит визуальный осмотр для проверки целостности и исправности, после чего устанавливается на поверочный стенд. В лаборатории поток воды контролируется с помощью гидравлического лотка или резервуара, в котором можно задавать различные скорости для имитации реальных условий эксплуатации. Для обеспечения точности поверки используются эталонные приборы, заранее калиброванные в соответствии со стандартами РГП «КазИнМетр». Это оборудование позволяет проводить сравнение показаний вертушки с эталонными значениями, что необходимо для оценки точности и надежности её работы. Поверка проводится путем установки вертушки в поток воды, измерения скорости вращения её лопастей и последующего сравнения результатов с эталонными данными. В случае выявления отклонений от допустимых пределов, проводится калибровка, включающая настройку механизмов лопастей или системы подсчета оборотов. После калибровки контрольные измерения повторяются для подтверждения соответствия установленным нормам точности. Завершающим этапом является оформление акта поверки с результатами измерений и информацией о допущенных погрешностях, который передается в РГП «Казгидромет».

Для повышения эффективности и оптимизации процесса поверки разрабатывается методология усовершенствования компараторной установки, ориентированная на её использование в полевых условиях. В мобильной версии компараторной установки предусматриваются изменения, позволяющие проводить поверку непосредственно на местах эксплуатации вертушек, что значительно сокращает время и затраты на транспортировку. Конструкция установки адаптируется для компактного размещения в автомобиле и обеспечивает возможность создания стабильного потока воды для проведения измерений. Установка оснащается системой автономного питания от аккумуляторов или подключается к автомобильному источнику энергии, что делает её независимой от стационарных условий.

Для повышения точности в мобильной установке используются акустические доплеровские профилографы, обеспечивающие автоматическое измерение скорости потока и запись данных. Встроенное программное обеспечение позволяет анализировать результаты измерений на месте, а в случае необходимости оперативно выполнить калибровку. Данные сохраняются в цифровом формате и могут быть немедленно отправлены в центральную базу данных Казгидромета для дальнейшего анализа и учета. После завершения полевой поверки система автоматически генерирует отчет, включающий все необходимые данные о результатах измерений и выявленных погрешностях. Мобильная компараторная установка может быстро перемещаться между различными гидрологическими постами, обеспечивая более высокую эффективность по сравнению со стационарными методами поверки. Таким образом, предложенная методология усовершенствования компараторной установки позволяет значительно улучшить процесс поверки гидрометрических вертушек, повышая точность и надежность данных, что важно для устойчивого управления водными ресурсами Казахстана.

Методы исследования включали экспериментальные испытания, моделирование процессов поверки и анализ показателей точности. Для обеспечения достоверности выводов использовались методы наблюдения, анализа и сравнения данных.

В данной исследовательской работе применялся комплекс качественных и количественных методов, включая методологию причинно-следственных связей, которая позволила собрать актуальные данные и провести анализ их практического применения. Научная методология исследования включала несколько важных этапов. Во-первых, основным вопросом исследования было определение эффективности и экономической целесообразности использования мобильной компараторной установки для поверки гидрометрических вертушек, в отличие от существующей практики поверки в стационарной лаборатории. Гипотеза исследования предполагала, что внедрение мобильной компараторной установки позволит сократить затраты, минимизировать риск повреждения при транспортировке и повысить точность измерений.

Результаты и обсуждение

В результате проведенного теоретического исследования было подтверждено, что внедрение мобильной компараторной установки для поверки гидрометрических вертушек могло бы существенно сократить затраты и повысить эффективность процесса поверки. На данном этапе исследование основывается на анализе возможностей и предполагаемых преимуществ мобильной установки, однако её практическая реализация и испытания еще не проводились.

Е.Ж. Омаргалиев*, Г.К. Бектурганова
(«Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті» КеАҚ, Казақстан, 010008, Астана қ., Қажымұқан көшесі, 13)
Е.Ж. Омаргалиев* , Г.К. Бектурганова
(НАО «Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева», Казахстан, 010008, г. Астана, ул. Кажымукана, 13)
E.Zh. Omargaliev*, G.K. Bekturganova
(NJSC « Eurasian National University named after L.N.Gumilyov», Kazakhstan, 010008, Astana, K. Munaitpasov street, 13)
Correspondent author e-mail: omargaliyevv@gmail.com

Анализ текущих затрат на поверку в стационарных условиях показал, что основными статьями расходов являются транспортировка вертушек в лабораторию РГП «Казгидромет» в Алматы, а также затраты на аренду лабораторного оборудования и возможные ремонты в случае повреждений при транспортировке. В таблице ниже представлено сравнение предполагаемых затрат для мобильной установки по сравнению с существующей стационарной методикой (Таблица 2).

Таблица 2 – Гипотетическая таблица затрат на поверку гидрометрических вертушек

Категория затрат3	Количество единиц/ поездок в год	Текущий метод (годовой, тенге)	Риск (текущий метод)	Передвижная компараторная установка (годовой, тенге)	Риск (передвижная установка)	Экономия (тенге)
Транспортные расходы (любой другой город)	1 поездка	209,740	Высокий	50,350	Умеренный	159,400
Амортизация компаратора	1	150,180	Низкий	71,590	Низкий	78,590
Амортизация транспортного средства	1 поездка	48,100	Умеренный	10,380	Низкий	37,720
Расходы на персонал	1 специалист	96,560	Низкий	81,380	Низкий	15,180
Прочие операционные затраты	-	81,780	Низкий	38,200	Низкий	43,580
Дополнительные расходы на переезды	1 поездка	29,530	Высокий	-	-	29,530
Дополнительные расходы на замену поврежденных вертушек	-	В зависимости от числа повреждений (например, 750,000 тенге за одну поврежденную вертушку)	Высокий	-	Низкий	до 750,000 за вертушку
Общая стоимость поверки одной вертушки	-	615,890	-	251,900	-	363,990+ потенциальная экономия
	1*750,000 за поврежденную вертушку					

Данная таблица сравнивает затраты на поверку гидрометрических вертушек между текущим методом (транспортировка в Алматы) и использованием передвижной компараторной установки, которая позволяет проводить поверку на месте. Это сокращает транспортные и операционные расходы и снижает риск повреждения оборудования.

Рассмотрение данной теоретической модели демонстрирует, что переход к мобильной установке мог бы существенно снизить расходы на поверку за счет исключения затрат на транспортировку и аренду лаборатории. Снижение риска повреждения вертушек при транспортировке также потенциально повысило бы долговечность оборудования и сократило расходы на ремонт и замену.

Несмотря на отсутствие практической реализации, теоретический анализ показывает, что разработка мобильной компараторной установки для поверки гидрометрических вертушек имеет высокую экономическую целесообразность. Дальнейшие исследования и разработка прототипа мобильной установки позволили бы подтвердить эти выводы на практике и способствовали бы более оперативному и экономически выгодному проведению поверочных работ на территории Казахстана.

Пути минимизации негативных последствий перехода на новую методику

Для минимизации негативных последствий при переходе на новую методику поверки гидрометрических вертушек рекомендуется следующее:

- 1. Проведение пилотного тестирования на ограниченном количестве ключевых гидрологических постов, где можно будет оценить эффективность мобильной компараторной установки, выявить возможные технические и эксплуатационные недостатки, а также внести необходимые коррективы до её полного внедрения.
- 2. Обучение сотрудников, которые будут работать с новой установкой, с целью подготовки их к эксплуатации оборудования в полевых условиях, включая возможные неисправности и способы их устранения.
- 3. Организация регулярного технического обслуживания мобильной компараторной установки, что обеспечит её надежность и поддержание высокой точности измерений.

Заключение

Проведенное теоретическое исследование подтвердило, что мобильная компараторная установка для поверки гидрометрических вертушек способна существенно снизить затраты, сократить время поверки и уменьшить риски повреждения оборудования при транспортировке. Мобильная установка позволяет проводить поверку непосредственно на местах эксплуатации, что особенно актуально для Казахстана, учитывая его обширную территорию и удаленность многих гидрологических постов.

МРНТИ (90.03.19)

Е.Ж. Омаргалиев*, Г.К. Бектурганова
(«Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті» КеАҚ, Казақстан, 010008, Астана қ., Қажымұқан көшесі, 13)
Е.Ж. Омаргалиев* , Г.К. Бектурганова
(НАО «Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева», Казахстан, 010008, г. Астана, ул. Кажымукана, 13)
E.Zh. Omargaliev*, G.K. Bekturganova
(NJSC « Eurasian National University named after L.N.Gumilyov», Kazakhstan, 010008, Astana, K. Munaitpasov street, 13)
Correspondent author e-mail: omargaliyevv@gmail.com

Практическое значение такой установки для Казахстана заключается в возможности значительно улучшить метрологическое обеспечение гидрологических измерений, обеспечив более высокую точность и оперативность данных. Это также позволит расширить охват и улучшить качество мониторинга водных ресурсов в удаленных и труднодоступных районах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Республиканское государственное предприятие «Казгидромет». Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши, 2001 г., Часть 1 / Ответственный редактор **И.Н. Охота.**
2. Зайков Б.Д. Средний сток и его распределение в году по территории СССР // Тр.НИУ ГУГМС. Сер. IV. – Л.–М.: Гидрометеоиздат, 1946. – С. 5-20.
3. Шульц В.Л. Реки Средней Азии. – Л.: Гидрометеоиздат, 1963. – 691 с.
4. Лаврентьев П.Ф., Голубцов В.В., Юрина Е.Г. Средний сток и его колебания в басс. озер Балхаш – Алакольской впадины // Тр. КазНИГМИ. – 1963. – С. 3-28.
5. Соседов И.С. Методика территориальных воднобалансовых обобщений в горах. – Алма-Ата: Наука, 1976. – 150 с.

Искакова Зоя. Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ, Астана, Қазақстан. 7М07550 «Метрология» (салалар бойынша) мамандығының
2 курс магистранты.
Искакова Зоя. Магистрант 2 курса, специальности 7М07550 «Метрология» (по отраслям)
ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан
Zoya Iskakova. L. N. Gumilyov ENU, Astana, Kazakhstan. Specialty 7M07550 "Metrology" (by industry)
2nd year master's student
90_zoya@mail.ru

СИММЕТРИЯЛЫҚ БАҚЫЛАУ ӘДІСІМЕН ТҰРАҚТЫ ТОК КҮШІН ЖАНАМА ӨЛШЕУДІҢ ДӘЛДІГІН АРТТЫРУ

АҢДАТПА

Бұл мақалада симметриялы бақылауларды қолдана отырып, тұрақты ток күшін жанама өлшеудің дәлдігін арттыру әдісі қарастырылады. Зерттеудің өзектілігі өлшеу нәтижелеріне әсер ететін әртүрлі сыртқы факторлар жағдайында өлшеу жүйелерінің сенімділігі мен дәлдігін арттыру қажеттілігі болып табылады.

Жұмыста симметриялық бақылау әдісіне негізделген алгоритм ұсынылған, бұл жүйелік қателіктерді азайтуға және өлшеу дәлдігін арттыруға мүмкіндік береді. Ұсынылған әдістің тиімділігін тексеру үшін қолданылатын эксперименттік өлшеу құралдары мен әдістері сипатталған. Тәжірибенің нәтижесі дәстүрлі әдістермен салыстырғанда өлшеу дәлдігінің айтарлықтай жақсарғанын көрсетті, бұл статистикалық деректерді талдаумен расталады.

Сонымен қатар, электроника, энергетикалық жүйелер және метрологияны қоса алғанда, ғылым мен техниканың әртүрлі салаларында әзірленген әдістің ықтимал қолданылуы талқыланады. Қорытындыда осы саладағы әрі қарайғы зерттеулердің перспективалары туралы қорытындылар жасалды және тұрақты ток күшін өлшеу практикасына симметриялық бақылау әдісін енгізу бойынша ұсыныстар ұсынылды.

ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ КОСВЕННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ СИЛЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА МЕТОДОМ СИММЕТРИЧНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ

АННОТАЦИЯ

В данной статье рассматривается метод повышения точности косвенных измерений силы постоянного тока с использованием симметричных наблюдений. Актуальность исследования обусловлена необходимостью повышения надежности и точности измерительных систем в условиях разнообразных внешних факторов, влияющих на результаты измерений.

В работе предложен алгоритм, основанный на симметричном подходе к наблюдениям, который позволяет минимизировать систематические ошибки и повысить точность измерений. Описаны экспериментальные средства измерения и методики, примененные для проверки эффективности предложенного метода. Результаты экспериментов показали значительное улучшение точности измерений по сравнению с традиционными методами, что подтверждается статистическим анализом данных.

Статья также обсуждает возможные применения разработанного метода в различных областях науки и техники, включая электронику, энергетические системы и метрологию. В заключении сделаны выводы о перспективах дальнейших исследований в данной области и предложены рекомендации по внедрению метода симметричных наблюдений в практику измерений силы постоянного тока.

IMPROVING THE ACCURACY OF INDIRECT MEASUREMENTS OF DC POWER BY THE METHOD OF SYMMETRIC OBSERVATIONS

ANNOTATION

This article discusses a method for increasing the accuracy of indirect measurements of direct current strength using symmetric observations. The relevance of the study is the need to increase the reliability and accuracy of measurement systems in the context of various external factors affecting the measurement results.

The paper presents an algorithm based on the method of symmetric control, which makes it possible to reduce system errors and increase the accuracy of measurements. The experimental measuring instruments and methods used to test the effectiveness of the proposed method are described. The result of the experiment showed a significant improvement in the accuracy of measurements compared to traditional methods, which is confirmed by the analysis of statistical data.

The article also discusses possible applications of the developed method in various fields of science and technology, including electronics, energy systems and metrology. In conclusion, conclusions are drawn about the prospects for further research in this area and recommendations are proposed for the introduction of the method of symmetric observations into the practice of measuring DC power.

Ключевые слова: косвенные измерения, сила постоянного тока, точность измерения, шунт, симметричные наблюдения, погрешность измерения.

Искакова Зоя. Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ, Астана, Қазақстан. 7М07550 «Метрология» (салалар бойынша) мамандығының
2 курс магистранты.
Искакова Зоя. Магистрант 2 курса, специальности 7М07550 «Метрология» (по отраслям)
ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан
Zoya Iskakova. L. N. Gumilyov ENU, Astana, Kazakhstan. Specialty 7M07550 "Metrology" (by industry)
2nd year master's student
90_zoya@mail.ru

Косвенный метод измерения – это метод, при котором значение интересующей нас величины определяется через измерение других величин, которые связаны с ней. Например, для измерения силы постоянного тока высокого значения часто используются шунты.

Косвенные измерения силы постоянного тока:

- позволяют измерять силу тока в цепях, где прямое измерение невозможно или затруднено;
- позволяют измерять силу тока в цепях высокого напряжения или тока;
- позволяют измерять силу тока в цепях с малым сопротивлением.

Допустим, необходимо измерить силу тока в цепи с напряжением 12 В и сопротивлением 4 Ом. Сила тока может быть вычислена по закону Ома:

I = U / R = 12 В / 4 Ом = 3 А.

Итак, косвенные измерения силы постоянного тока позволяют измерять силу тока в различных цепях, даже если прямое измерение невозможно или затруднено.

Недостатки косвенных измерений силы постоянного тока:

- менее точны, чем прямые измерения;
- требуют знания сопротивления цепи.
- могут быть подвержены влиянию паразитных сопротивлений и ЭДС.

Для измерения силы постоянного тока высокого значения часто используются шунты.

Косвенный метод измерения силы постоянного тока с помощью шунтов основан на измерении падения напряжения на шунте, через который протекает измеряемый ток. Шунт представляет собой параллельно подключенное сопротивление с известным значением, чтобы создать известное напряжение при известном токе.

Для измерения силы тока постоянного тока с помощью шунта необходимо выполнить следующие шаги:

1. Подключаем шунт к цепи, через которую протекает измеряемый ток.
2. Измеряем падения напряжения на шунте с помощью вольтметра.
3. Рассчитаем значение силы тока по формуле:

I = U / Rsh,

где, I - сила тока, U - напряжение на шунте, Rsh - сопротивление шунта.

Таким образом, путем измерения напряжения на шунте и зная его сопротивление, можно определить значение силы тока, проходящего через цепь. Этот метод позволяет измерять высокие значения тока с высокой точностью и минимальными потерями мощности, а применение метода несимметричных наблюдений погрешности уменьшит влияние систематических ошибок на результаты.

Симметричные наблюдения погрешности – это метод, используемый при косвенных измерениях для уменьшения систематических ошибок путем симметричного учета погрешностей величин, влияющих на результат измерения.

Принцип симметричных наблюдений заключается в том, что при измерении величины с учетом неизвестных погрешностей принимаются два равноотстоящих значения этой величины и вычисляется их разность. При этом предполагается, что систематические ошибки, связанные с измеряемой величиной, будут симметрично распределены относительно среднего значения, и их влияние на результат измерения будет уменьшено.

Процедура симметричных наблюдений погрешности включает следующие шаги:

1. Выполнение нескольких измерений величины.
2. Вычисление среднего арифметического полученных значений.
3. Вычисление отклонения каждого измерения от среднего арифметического.
4. Вычисление среднего арифметического абсолютных отклонений.
5. Умножение среднего арифметического абсолютных отклонений на коэффициент Стьюдента для соответствующего уровня значимости и числа измерений.

Полученное значение представляет собой оценку погрешности измерения.

Преимущества симметричных наблюдений погрешности:

- Простота и удобство использования.
- Не требует знания закона распределения погрешностей.
- Обеспечивает надежную оценку погрешности при симметричном распределении погрешностей.

Недостатки симметричных наблюдений погрешности:

- Не подходит для случаев, когда погрешности распределены несимметрично.
- Может давать завышенную оценку погрешности при малом числе измерений.

Искакова Зоя. Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ, Астана, Қазақстан. 7М07550 «Метрология» (салалар бойынша) мамандығының
2 курс магистранты.
Искакова Зоя. Магистрант 2 курса, специальности 7М07550 «Метрология» (по отраслям)
ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан
Zoya Iskakova. L. N. Gumilyov ENU, Astana, Kazakhstan. Specialty 7M07550 "Metrology" (by industry)
2nd year master's student
90_zoya@mail.ru

Симметричные наблюдения погрешности используются в различных областях, включая:

- Измерения физических величин
- Оценка точности приборов
- Статистический анализ данных

Допустим, необходимо оценить погрешность измерения силы постоянного тока 10 А. Выполняем 10 измерений, и получаем следующие значения, указанные в таблице 1:

Таблица 1. Измеренные значения силы постоянного тока

№ измерения	Измеренное значение, А
1	10,01
2	10,02
3	10,0
4	9,99
5	10,01
6	10,02
7	10,00
8	9,98
9	10,01
10	10,0

Расчет среднего арифметического значения измерений:

(10,01 + 10,02 + 10,0 + 9,99 + 10,01 + 10,02 + 10,0 + 9,98 + 10,01 + 10,0) / 10 = 10,004 А.

Таблица 2. Расчет отклонения значения измерений от среднего арифметического:

№	Измеренное значение, А
1	0,006
2	0,016
3	-0,004
4	-0,014
5	0,006
6	0,016
7	-0,004
8	-0,024
9	0,006
10	-0,004

Расчет среднего арифметического значения абсолютных отклонений:

(0,006 + 0,016 + 0,004 + 0,014 + 0,006 + 0,016 + 0,004 + 0,024 + 0,006 + 0,004) / 10 = 0,01 А

Для уровня значимости 0,95 и числа измерений 10 коэффициент Стьюдента равен 2,262.

Таким образом, оценка погрешности измерения силы постоянного тока 10 А составляет:

0,01 А * 2,262 = 0,0226 А.

Это означает, что с вероятностью 95% истинное значение силы постоянного тока 10 А находится в пределах от 10,004 А - 0,0226 А до 10,004 А + 0,0226 А, то есть от 9,9814 А до 10,0266 А.

Следовательно, применение симметричных наблюдений погрешности позволяет улучшить точность измерений и уменьшить влияние систематических ошибок на результаты. Этот метод особенно полезен при косвенных измерениях, где необходимо учитывать различные источники погрешностей и минимизировать их влияние на конечный результат.

Метод симметричных наблюдений заключается в проведении многократных наблюдений через равные промежутки времени и усреднении результа-тов наблюдений, симметрично расположенных относительно среднего наблюдения.

Метод симметричных наблюдений можно также использовать для устранения других видов погреш-ностей, например систематических погрешностей из-за влияющих величин, изменяющихся по периоди-ческому закону. В этом случае симметричные наблюдения проводят через половину периода, когда погрешность имеет разные знаки, но одинаковые значения. Таким образом, например, можно исключить погрешность из-за наличия четных гармоник при измерении амплитудного значения напряжения при искаженной форме кривой.

Также для повышения точности косвенных измерений силы постоянного тока методом симметричных наблюдений рекомендую применять следующие шаги:

- Использование многоканальных измерительных приборов: при измерении силы постоянного тока можно использовать многоканальные измерительные приборы для одновременного измерения нескольких параметров, связанных с этой величиной.
- Проведение параллельных измерений: для увеличения точности можно провести параллельные измерения силы тока с использованием различных методов или приборов. Затем результаты можно сравнить и проанализировать.
- Контроль за внешними условиями: важно обеспечить стабильные условия для проведения измерений, чтобы исключить возможные искажения результатов из-за внешних факторов.
- Использование калиброванных шунтов и амперметров: для более точного измерения силы тока необходимо использовать калиброванные шунты и амперметры, которые обеспечат более точные результаты.
- Анализ и коррекция ошибок: после проведения измерений необходимо внимательно проанализировать полученные результаты, выявить возможные ошибки и произвести коррекцию, если это необходимо.

90 МЕТРОЛОГИЯ
Искакова Зоя. Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ, Астана, Қазақстан. 7М07550 «Метрология» (салалар бойынша) мамандығының
2 курс магистранты.
Искакова Зоя. Магистрант 2 курса, специальности 7М07550 «Метрология» (по отраслям)
ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан
Zoya Iskakova. L. N. Gumilyov ENU, Astana, Kazakhstan. Specialty 7M07550 "Metrology" (by industry)
2nd year master's student
90_zoya@mail.ru

Литература:

Босова И. С. Методы мультипликативной коррекции систематической погрешности цифровых средств измерений. – 2018, с. 22-27.
Коробов Н. Теоретико-числовые методы в приближённом анализе. – Литрес, 2022, с. 105-107.
Рабинович С.Г. «Погрешности измерения» [Учебник] / С.Г. Рабинович. – Л Энергия, 2008, с. 19-20.
Сергеев А., Терегеря В., Латышев М. Метрология, стандартизация, сертификация. – Litres, 2017., с. 14-15.
СТ РК 2.717-2019 «Амперметры, вольтметры, ваттметры, варметры. Методика калибровки», 2020, с. 5-8.
Петюль И. А. Теоретическая метрология. – 2022, с. 18-20.