S tandardization
M etrology
A ccreditation
R egulation
T rade

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

SMART

№ 1 (91), 2025 / ISSN 2522-1744

ЛАБОРАТОРНАЯ БАЗА РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН. ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ 34

АНАЛИЗ ТЕКУЩЕГО СОСТОЯНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В ОБЛАСТИ ИЗМЕРЕНИЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН (ПОСТОЯННЫЙ ТОК, ПОСТОЯННОЕ НАПРЯЖЕНИЕ) 39

ОСОБЕННОСТИ ЭКСПОРТА ПРОДУКЦИИ В КИТАЙ: ПИЩЕВАЯ ПРОДУКЦИЯ 52

20 РАЗРАБОТКИ ГСО СОСТАВА АГРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЧВ

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

Р. Сермягин, Б. Раймбекова
О МЕТРОЛОГИЧЕСКОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ В ОБЛАСТИ ГРАВИМЕТРИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН **4**

Жуманова Ж.Б., Тайманова Г.Қ.
КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК АППАРАТА ИСКУССТВЕННЫХ ВЕНТИЛЯЦИИ ЛЕГКИХ 9

Жумаш И. К.
МЕЖЛАБОРАТОРНЫЕ СЛИЧЕНИЯ В КАЗАХСТАНЕ: РОЛЬ И ЗНАЧЕНИЕ РГП «КАЗСТАНДАРТ» **15**

Савинкова О.В.
РАЗРАБОТКИ ГСО СОСТАВА АГРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЧВ 20

Какимжанов С.К.
ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПОВЕРОЧНОЙ/КАЛИБРОВОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КАРАГАНДИНСКОГО ФИЛИАЛА РГП «КАЗСТАНДАРТ» 24

Хан С.Г.
АВТОМАТИЗИРОВАНЫЙ РАСЧЕТ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ МЕТОДОМ КРАГТЕНА 28

А. Раззаренов, Г. Мукыжанов, Ш. Габдуллина
ЛАБОРАТОРНАЯ БАЗА РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН. ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ 34

Н.Е. Сексембаев, Ж.Ж. Набиуллин
АНАЛИЗ ТЕКУЩЕГО СОСТОЯНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В ОБЛАСТИ ИЗМЕРЕНИЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН (ПОСТОЯННЫЙ ТОК, ПОСТОЯННОЕ НАПРЯЖЕНИЕ) 39

Н.Г. Толегенова
ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА И ЗАПАСОВ НЕФТИ, А ТАКЖЕ ВЫЯВЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ 47

Э.С. Оразбаева
ОСОБЕННОСТИ ЭКСПОРТА ПРОДУКЦИИ В КИТАЙ: ПИЩЕВАЯ ПРОДУКЦИЯ 51

SMART – научно-технический журнал
Издается с мая 2001 г. / № 3 (89) 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 Асқаруұлы
Заместитель генерального директора РГП «Казахстанский институт стандартизации и метрологии»
Ответственный секретарь
Абубакирова Асель
Специалист Департамента научно-исследовательской работы и обучения РГП «Казахстанский институт стандартизации и метрологии»

Свидетельство о регистрации:
№ KZ70VPY00037472 от 8 июля 2021 года, выданное Министерством информации и общественного развития Республики Казахстан
Адрес редакции:
Республика Казахстан,
010000, г. Астана, пр. Мәңгілік Ел, 11,
e-mail: info@ksm.kz
тел.: +7/7172/ 28-29-29
Перепечатка опубликованных в журнале материалов допускается только с разрешения редакции.
При использовании материалов ссылка на журнал обязательна.
Корректорская версия статьи авторам не высылается.
Точка зрения автора может не совпадать с мнением редакции.
Редакция не несет ответственности за достоверность рекламной информации.
Печать журнала по требованию.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
SMART
90.03.07:
DOI 10.64513/Smart/2025.1.1
Системы единиц физических величин. Физические константы. Методы и средства воспроизведения и передачи размеров единиц физических величин.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ГРАВИМЕТРИЯ САЛАСЫНДАҒЫ МЕТРОЛОГИЯЛЫҚ ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ ТУРАЛЫ

АҢДАТПА

Аннотация: Мақалада Қазақстан Республикасында еркін құлаудың (гравиметрлердің) үдеуін өлшеуге арналған аспаптарды метрологиялық қамтамасыз ету мәселелері қарастырылады. Еркін құлаудың үдеуінің шамасы, қазіргі гравиметрлер және оларды қолдану салалары туралы жалпы мәліметтер келтірілген. Абсолютті гравиметрлер үшін ауырлық күшінің үдеу бірлігінің қадағалануын қамтамасыз ету құрылымы, сондай-ақ салыстырмалы гравиметрлерді калибрлеу әдістері қысқаша сипатталған. Қазақстан Республикасында гравиметрлердің өлшем бірлігін қамтамасыз етудің мемлекеттік жүйесінің тізіліміне енгізу проблемаларына ерекше назар аударылды. Қорытындыда көрсетілген мәселелерді шешу үшін ұсыныстар ұсынылады.

Түйінді сөздер: гравиметр, ауырлық күшінің үдеуі, бақылау

Р. Сермягин: "Ұлттық геодезия және кеңістіктік ақпарат орталығы" ШЖҚ РМК, Өскемен қ., Қазақстан.
Б. Раймбекова: "КазСтандарт" РМК ШҚФ жетекші маманы, Өскемен қ., Қазақстан.
b.raimbekova@ksm.kz.

О МЕТРОЛОГИЧЕСКОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ В ОБЛАСТИ ГРАВИМЕТРИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

АННОТАЦИЯ

Аннотация: В статье рассматриваются вопросы метрологического обеспечения приборов для измерения ускорения свободного падения (гравиметров) в Республике Казахстан. Приводятся общие сведения о величине ускорения свободного падения, современных гравиметрах и областях их применения. Кратко описана структура обеспечения прослеживаемости единицы ускорения свободного падения для абсолютных гравиметров, а также способы калибровки относительных гравиметров. Особое внимание уделено проблемам внесения в реестр государственной системы обеспечения единства измерений гравиметров в Республике Казахстан. В заключении предлагаются рекомендации для решения обозначенных проблем.

Ключевые слова: гравиметр, ускорение свободного падения, прослеживаемость

Р. Сермягин: РГП на ПХВ «Национальный центр геодезии и пространственной информации», г. Усть-Каменогорск, Казахстан.
Б. Раймбекова: ведущий специалист ВКФ РГП «КазСтандарт», г. Усть-Каменогорск, Казахстан.
b.raimbekova@ksm.kz.

ON METROLOGICAL SUPPORT IN THE FIELD OF GRAVIMETRY OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ANNOTATION

Annotation: The article discusses the issues of metrological support of devices for measuring the acceleration of gravity (gravimeters) in the Republic of Kazakhstan. General information is provided on the magnitude of the acceleration of free fall, modern gravimeters and their applications. The structure of ensuring the traceability of the gravity acceleration unit for absolute gravimeters, as well as methods for calibrating relative gravimeters, is briefly described. Special attention is paid to the problems of entering into the register of the state system for ensuring the uniformity of measurements of gravimeters in the Republic of Kazakhstan. In conclusion, recommendations are offered for solving the identified problems.

Keywords: gravimeter, acceleration of gravity, traceability

R. Sermyagin: National Center for Geodesy and Spatial Information, Astana, Kazakhstan.
B. Raimbekova: leading specialist of the VKF RSE "KazStandart", Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan.
b.raimbekova@ksm.kz.



ВВЕДЕНИЕ

Единица измерения ускорения свободного падения (или «ускорения силы тяжести»), обозначаемая как g, должна определяться в рамках единой системы единиц, как и любая другая физическая величина. Однако, ввиду того, что значение этой величины зависит от местоположения и может изменяться во времени, создание статического эталона для неё невозможно.

Определение ускорения свободного падения g осуществляется путем измерения двух физических величин: длины и времени. Методы измерения g эволюционировали с развитием технологий, обеспечивающих высокую точность в измерении этих параметров. В настоящее время, а также в обозримом будущем, основным методом остается баллистический метод, основанный на наблюдении за свободным падением пробной массы в вакууме.

Обычная точность измерения абсолютного значения ускорения свободного падения в последние десятилетия составляет порядка нескольких 10^{-8} м/с^2. Для удобства часто используется внесистемная единица Гал, а также её производные – мГал и мкГал. Достижение такой высокой точности обеспечивается использованием эталонов длины (лазерная система) и времени (атомные часы) с исключительной стабильностью (на уровне 10^{-9} и выше) [1].

В настоящее время существуют два конкурирующих типа абсолютных гравиметров, а именно – классические абсолютные баллистические гравиметры, основанные на падении механического тела, например, известные и широко используемые во всем мире гравиметры Micro-g LaCoste [2] (США), и атомные (или «квантовые») абсолютные баллистические гравиметры, в которых в свободном падении находится облако охлаждённых лазером атомов, например, абсолютный гравиметр AQG от компании iXblue (Франция) [3]. Подробный обзор современных гравиметров можно найти в работах [4–7].

Второй возможный метод измерения ускорения силы тяжести — относительный метод, при котором определяется не полная величина g, а её разность, часто называемая приращением силы тяжести и обозначаемая Δg. Очевидно, что для определения этой величины достаточно измерить одну из составляющих g: длину или время.

На протяжении XX века способы и точность измерения Δg существенно изменялись, однако в настоящее время актуальными остаются два подхода: измерение растяжения упругой системы (пружины) и измерение электрических сигналов, связанных с изменением магнитного поля в сверхпроводящем контуре. Последний способ, впрочем, весьма специфичен и применяется исключительно в стационарных сверхпроводящих (или «криогенных») гравиметрах. Эти приборы, к слову, являются самыми чувствительными среди всех существующих, однако не используются в массовом производстве.

Пружинные гравиметры остаются одними из наиболее массово используемых в гравиметрических съемках, и их калибровка по-прежнему актуальная задача.

Гравиметры находят применение во многих отраслях, одной из которых является геодезия. Для решения задач геодезии требуются данные о распределении g на поверхности Земли, которые обычно называют «гравиметрическими съемками». Важным аспектом таких работ является минимизация систематических ошибок, обусловленных, в первую очередь, особенностями используемых гравиметров.

До появления абсолютных баллистических гравиметров основным способом распространения единой системы единиц в гравиметрии были опорные гравиметрические сети, создаваемые с использованием относительных маятниковых и пружинных гравиметров. Основное несовершенство этих приборов заключалось в отличиях их шкал. Для приведения шкал к единой мере относительные гравиметры нуждались в калибровке, которую как правило выполняли на эталонных гравиметрических базисах.

С появлением и распространением абсолютных баллистических гравиметров с 1970-х годов и до начала 2000-х годов использование относительных гравиметров для распространения единицы g в мировом масштабе прекратилось. Тем не менее, для локальных и региональных сетей их калибровка остается актуальной. Разрабатываемая в последние годы новая Международная гравиметрическая система отсчета (International Terrestrial Gravity Reference Frame – ITGRF) [8] основывается на ключевых сравнениях абсолютных гравиметров [9].

Национальные отсчетные гравиметрические основы создаются с помощью абсолютных гравиметров. При этом они не формируют «сеть» в привычном смысле, поскольку связи между пунктами отсутствуют [10]. Однако при дальнейшем сгущении и, в конечном итоге, при сплошной гравиметрической съемке неизбежно будут использоваться относительные гравиметры, так как при увеличении числа пунктов себестоимость их применения значительно ниже, чем у абсолютных гравиметров.

Величина ускорения силы тяжести также имеет большое значение при точных измерениях других физических величин, таких как давление или крутящий момент. Для обеспечения однозначности таких измерений необходима прослеживаемость ускорения силы тяжести как минимум на уровне 10^{-6} м/с^2 [11].

ПРОСЛЕЖИВАЕМОСТЬ АБСОЛЮТНЫХ ГРАВИМЕТРОВ

Главным документом, определяющим прослеживаемость в абсолютной гравиметрии, является Стратегия для метрологии в абсолютной гравиметрии CCM-IAG [12].

Из-за отсутствия физического эталона g, основой метрологии в гравиметрии являются регулярные сравнения (или «сличения») абсолютных гравиметров. Их разделяют на несколько уровней:

1. **Ключевые сравнения CIPM (CIPM КС)** – их основная цель заключается в проверке на уровне CIPM заявленных калибровочных возможностей измерений (Calibration Measurement Capability –MRA) CMC). В них могут принимать участие все желающие организации, но лишь результаты организаций-участников КС, относящихся к национальным метрологическим институтам (NMI) или назначенным организациям (Designated Institutes, DI), попадают в базу данных ключевых сравнений KCDB CIPM, которая служит официальным регистром признанных измерительных возможностей. [13, 14].
2. **Регулярные ключевые сравнения (RMO КС)** – проводятся для проверки CMC на основе опубликованных в KCDB CIPM посредством участия нескольких абсолютных гравиметров, входящих в KCDB CIPM. Как правило такие сравнения проводятся на уровне региональных метрологических организаций [15].
3. **Последующие двусторонние ключевые сравнения** необходимы для проверки заявленных CMC через CIPM КС и RMO КС.
4. **Дополнительные сравнения** выходят за рамки Соглашения о взаимном признании (Mutual Recognition Arrangement – CIPM и могут быть организованы кем угодно в любое время (участие открыто) [16].

Прослеживаемость для измерений, выполняемых с абсолютными гравиметрами может определяться двумя путями:

1. **Независимая прослеживаемость** к единице СИ путём ключевых сравнений (CIPM КС, RMO КС, двусторонние сравнения и дополнительные сравнения);
2. **Калибровка сравнением** путём сравнения с эталонным гравиметром или со значением силы тяжести опорного пункта.

В настоящее время на международном уровне прослеживаемость измерений ускорения силы тяжести обеспечена для 11-ти национальных метрологических институтов с декларированными CMC с расширенной неопределенностью от $4 \cdot 10^{-8}$ до $2 \cdot 10^{-7}$ м/с^2.

Таким образом, прослеживаемость измерений абсолютного значения ускорения силы тяжести однозначно определяется озвученной стратегией. В работах [17, 18] наглядно показана роль сравнений абсолютных гравиметров в точности передачи единицы g. По другому обстоит дело с калибровкой относительных гравиметров, которые мы рассмотрим в следующем разделе.

КАЛИБРОВКА ОТНОСИТЕЛЬНЫХ ГРАВИМЕТРОВ

Существует множество способов калибровки относительных гравиметров, которые могут меняться в зависимости от особенностей чувствительной системы и специфики применения прибора. Однако, самым распространенным и действенным способом является калибровка на базисе. Эталонное приращение Δg может быть получено либо более точным относительным гравиметром (или группой гравиметров), которые сами по себе также требуют калибровки. Такой подход менее распространён из-за необходимости наличия калиброванной группы гравиметров. В большинстве случаев предпочтение отдаётся абсолютным гравиметрам, так как они обеспечивают независимость от предыдущих измерений. Таким образом, прослеживаемость распространяется на относительные гравиметры, и в конечном итоге – на гравиметрические съемки.

Определение калибровочной функции относительного гравиметра выполняет производитель гравиметра, однако, ее контроль и уточнение является задачей и ответственностью пользователя.

Известно множество калибровочных базисов, которые условно можно разделить на горизонтальные и вертикальные [1]. Одна из важнейших характеристик базиса – это максимальное приращение (диапазон). Калибровочная функция может быть определена только внутри этого диапазона (экстраполяция недопустима). Наиболее удобными в использовании являются вертикальные базисы [19–21]. При отсутствии возможности их создания (горная местность), используют изменение g вдоль меридиана [22].

В отличие от абсолютных гравиметров и гравиметрических пунктов, ни одного CMC эталонного гравиметрического базиса не представлены в CIPM. Это является формальной проблемой для использования существующих базисов при аттестации относительных гравиметров в рамках существующего законодательства. Рассмотрим подробнее особенности регламентирующих подзаконных актов Республики Казахстан, применимых для аттестации гравиметрических приборов.

ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ ПРИ ОТСУТСТВИИ ЭТАЛОНА И МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН

Правила утверждения типа испытаний, утверждения типа и метрологической аттестации средств измерений определяются приказом № 931 [23]. Порядок проведения испытаний и утверждения типа СИ определяется национальным стандартом Республики Казахстан СТ РК 2.21-2019 [24], а программа испытаний для целей утверждения типа СИ – государственным стандартом Республики Казахстан СТ РК 2.6-2003 [25].

В соответствии с п. 4.13 СТ РК 2.21-2019, испытания для целей утверждения типа средства измерения проводятся Государственным научным метрологическим центром (ГНМЦ), в том числе с использованием материально-технической базы аккредитованных испытательных, поверочных и калибровочных лабораторий Республики Казахстан и третьих стран. Согласно п. 5.1.1 и Ж 1.2 СТ РК 2.21-2019, при использовании материально-технической базы испытательных лабораторий третьих стран могут проводится дистанционные испытания, при условии аккредитации этой лаборатории по ISO/IEC 17025-2019 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий» или обеспечения метрологической прослеживаемости путем предоставления сертификатов калибровки эталонов лаборатории, аккредитованной согласно ISO/IEC 17025-2019 ….

В соответствии с п. Ж.2.4 и Ж.2.5 СТ РК 2.21-2019, при проведении операций продолжительностью более 8 часов допускается предоставление вместо видеозаписи фотографий с зафиксированными результатами измерений. По результатам испытаний аккредитованная лаборатория или **производитель СИ** предоставляет протоколы испытаний.

Можно выделить несколько проблемных моментов:

1. Зарубежные аккредитованные лаборатории, как правило выполняют калибровку только абсолютных гравиметров или гравиметрических пунктов, но не относительных гравиметров на калибровочном базисе [12].
2. Использование абсолютного гравиметра, находящегося во владении организации, которая не является ГНМЦ, затруднено из-за отсутствия распространенной практики на территории Республики Казахстан.
3. Аккредитованные зарубежные лаборатории, как правило, не обладают необходимым оборудованием для проведения испытаний на воздействие внешней среды и климата, которые требуются для утверждения типа средства измерений. При отсутствии по близости других испытательных центров, имеющих необходимое оборудование (например, климатическую камеру), испытания на воздействие внешней среду выполнить проблематично.
4. В настоящее время отсутствуют известные гравиметрические базисы, которые по формальным признакам соответствовали бы требованиям сертификации по стандарту ISO 17025.

Например, для утверждения типа серийного абсолютного гравиметра требуется лаборатория, оснащённая как вибростендом, так и климатической камерой. Однако наличие такого оборудования в одной лаборатории встречается крайне редко, что делает проведение испытаний затруднительным. Для этого, например, испытания на воздействие вибраций допустимо выполнять с помощью перевозки в автомобиле по пересеченной местности. Проблемой испытаний для относительных гравиметров также является наличие поблизости испытательных центров, имеющих необходимо оборудование. Это связано с тем, что гравиметрические базисы как правило расположены либо в горной местности, либо простираются вдоль меридиана на несколько сотен километров, т. е. они зависят от географических условий, в то время как испытательные центры расположены в местах с развитой инфрастуктурой.

Следует заметить, в Республике Казахстан отсутствует государственный стандарт в области гравиметрии, регулирующий обеспечение метрологической прослеживаемости, такой как, например, поверочная схема средств измерения ускорения свободного падения [26].

Необходимо подчеркнуть важность решения обозначенных проблем. Это связано прежде всего с тем, что в последние годы количество пользователей гравиметров в Казахстане значительно выросло. Например, число современных относительных гравиметров, типа CG-5 и CG-6 в настоящее время насчитывается более 20 экземпляров, однако до сих пор в реестр средств измерений ни один из этих серийных приборов не внесен.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Отсутствие в Республике Казахстан лаборатории, оснащённой материально-технической базой для выполнения полного цикла испытаний гравиметров, требует рационального подхода к организации исследований. Оптимальным решением представляется разделение процессов на два этапа: определение метрологических характеристик гравиметров и проверка их стабильности при воздействии внешних факторов. Подтверждение стабильности метрологических характеристик может быть обеспечено через контрольные измерения до и после воздействия на приборы внешних условий. Такой подход позволяет выполнять испытания влияния внешних факторов в специализированных лабораториях с необходимым оборудованием, в то время как определение метрологических характеристик может проводиться при сравнении с эталоном в зарубежных гравиметрических лабораториях.

Абсолютный гравиметр, являясь дорогостоящим прибором, требует значительных затрат на приобретение и содержание в качестве национального эталона. В условиях отсутствия государственной метрологической инфраструктуры такого уровня, ответственность за его содержание и калибровку ложится на организации, обладающие данной аппаратурой. Это приводит к необходимости регулярной калибровки в зарубежных лабораториях, что влечёт за собой значительные финансовые и организационные издержки. В таких условиях данные организации фактически выполняют функции государственной метрологической службы, финансируя обеспечение единства измерений за свой счёт.

Эта проблема может быть решена, если государственный эталон будет содержаться назначенным институтом. Такая практика существует как в мире, так и в Казахстане, и может быть применена для случая с абсолютным гравиметров. Например, в ключевых сличениях абсолютных гравиметров 2023 года как минимум 3 из 15 организации, результаты которых вносятся в базу данных ключевых сравнений, являются назначенными институтами [14]. Условием для этих организаций должно стать обязательное участие в ключевых международных сравнениях абсолютных гравиметров, что обеспечит соответствие требованиям международных стандартов.

Финансирование мероприятий, связанных с участием в международных сравнениях, а также содержание национального эталона, должно осуществляться за счёт государственного бюджета. Такой подход позволит снизить финансовую и организационную нагрузку на отдельные организации, повысить уровень метрологического обеспечения в стране и укрепить её позиции в международной метрологической системе.

Кроме этого, необходимо устранить пробелы, связанные с отсутствием регулирующих нормативных документов для средств измерения ускорения свободного падения в Республики Казахстан, такие как поверочная схема и методики поверки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Torge, W. Gravimetry / W. Torge. Berlin ; New York: W. de Gruyter, 1989.
2. FG5-X Absolute Gravimeter User's Manual Micro-g LaCoste, 2015.
3. Ménoret, V. et al. Gravity measurements below 10-9 g with a transportable absolute quantum gravimeter / V. Ménoret et al. // Scientific Reports. – 2018. – Vol. 8, № 1. – P. 12300.
4. Timmen, L. Absolute and Relative Gravimetry / L. Timmen // Sciences of Geodesy - I /;Xu, G., ed. Berlin, Heidelberg – 2010. -. P. 1–48.
5. Crossley, D., Hinderer, J., Riccardi, U. The measurement of surface gravity / D. Crossley, J. Hinderer, U. Riccardi // Reports on Progress in Physics. – 2013. – Vol. 76, № 4. – P. 46101.
6. Hugill, A. Gravimeters / A. Hugill // Encyclopedia of Solid Earth Geophysics /;Gupta, H.K., ed. Cham – 2021. -. P. 578–585.
7. Fang, J. et al. Classical and Atomic Gravimetry / J. Fang et al. // Remote Sensing. – 2024. – Vol. 16, № 14. – P. 2634.
8. Wziontek, H. et al. Status of the International Gravity Reference System and Frame / H. Wziontek et al. // Journal of Geodesy. – 2021. – Vol. 95, № 1. – P. 7.
9. Wziontek, H. et al. Comparisons of Absolute Gravimeters as a Key Component of the International Terrestrial Gravity Reference Frame (ITGRF) Shown on the Example of the WET-CAG2021 at Wettzell, Germany / H. Wziontek et al. // Berlin, Heidelberg – 2023.
10. Mäkinen, J., Sękowski, M., Krynski, J. The Use of the A10-020 Gravimeter for the Modernization of the Finnish First Order Gravity Network / J. Mäkinen, M. Sękowski, J. Krynski // Geoinformation Issues. – 2010. – Vol. 2, № 1. – P. 5–17.
11. Germak, A., Prato, A., Astrua, M. Traceability of gravity acceleration measurement in calibration laboratories / A. Germak, A. Prato, M. Astrua // Journal of Physics: Conference Series. – 2018. – Vol. 1065, – P. 162005.
12. Marti, U. et al. CCM – IAG Strategy for Metrology in Absolute Gravimetry / U. Marti et al. // – 2014. – – P. 8.
13. Wu, S. et al. The results of 10th International Comparison of Absolute Gravimeters (ICAG-2017) / S. Wu et al. // Journal of Geodesy. – 2021. – Vol. 95, № 6. – P. 63.
14. Ullrich, C. et al. CCM.G-K2.2023: CIPM key comparison of absolute gravimeters / C. Ullrich et al. // Metrologia. – 2024. – Vol. 61, № 1A. – P. 07009.
15. Falk, R. et al. Final report of EURAMET.M.G-K3 regional comparison of absolute gravimeters / R. Falk et al. // Metrologia. – 2020.
16. Mäkinen, J. et al. RFCAG2013: Russian-Finnish comparison ofabsolute gravimeters in 2013 / J. Mäkinen et al. // Journal of Geodetic Science. – 2016. – Vol. 6, № 1.
17. Schilling, M., Timmen, L. Traceability of the Hannover FG5X-220 to the SI Units / M. Schilling, L. Timmen // International Symposium on Earth and Environmental Sciences for Future Generations /;Freymueller, J.T. Sánchez, L., eds. Cham – 2016. -. P. 69–75.
18. Smith, V.A. et al. Twelve Years of High Frequency Absolute Gravity Measurements at the UK's Space Geodesy Facility: Systematic Signals and Comparison with SLR Heights / V.A. Smith et al. // 5th Symposium on Terrestrial Gravimetry: Static and Mobile Measurements (TG-SMM 2019) /;Freymueller, J.T. Sánchez, L., eds. Cham – 2021. -. P. 97–103.
19. Richter, B., Wilmes, H., Nowak, I. The Frankfurt calibration system for relative gravimeters / B. Richter, H. Wilmes, I. Nowak // Metrologia. – 1995. – Vol. 32, № 3. – P. 217–223.
20. Sas, A. et al. Vertical Gravimetric Calibration Baseline in the Tatra Mountains of Poland / A. Sas et al. // Geoinformation Issues. – 2009. – Vol. 1, № 1. – P. 19–32.
21. Marti, U. et al. A First Traceable Gravimetric Calibration Line in the Swiss Alps / U. Marti et al. // IGFS 2014 /;Jin, S. Barzaghi, R., eds. Cham – 2015. -. P. 17–25.
22. Полигон Казанский гравиметрический : {Описание типа средства измерений} – 2016.
23. Приказ Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 27 декабря 2018 г. № 931 об утверждении Правил утверждения типа, испытаний для целей утверждения типа, метрологической аттестации средств измерений и оказания государственных услуг «Выдача сертификата об утверждении типа средств измерений» и «Выдача сертификата о метрологической аттестации средств измерений», формы сертификата об утверждении типа средств измерений и установленной формы знака утверждения типа – 2018.
24. СТ РК 2.21-2019 Государственная система обеспечения единства измерений Республики Казахстан. Национальный стандарт Республики Казахстан. Порядок проведения испытаний и утверждения типа средств измерений / СТ РК 2.21-2019 // – 2020.
25. СТ РК 2.6-2003 Программа испытаний для целей утверждения типа средства измерений / СТ РК 2.6-2003 // – 2004.
26. Государственная поверочная схема для средств измерений ускорения свободного падения – 2021.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
SMART
90.03.03:
DOI 10.64513/Smart/2025.1.2
Теоретические вопросы измерений, оценки точности и нормирования метрологических характеристик, средств измерений и информационно-измерительных систем

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ГРАВИМЕТРИЯ САЛАСЫНДАҒЫ МЕТРОЛОГИЯЛЫҚ ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ ТУРАЛЫ

АҢДАТПА

Аңдатпа: Бұл мақалада өкпені жасанды желдету құрылғыларының тексеру әдістері мен метрологиялық сипаттамалары қарастырылады. Біз верификация үшін өкпе моделінің MLP-1E үлгісін қарастырамыз, оның ішінде минималды көлемдік оттегі концентрациясын бағалау, өлшеудің белгісіздігін есептеу және тексеру процедурасын жүргізу тәртібі ҚР СТ 2.320-2015 «Желдендіргіштер. Тексеру әдісі», EN ISO 13485-2016 және EN ISO 9001-2015 стандарттары, 93/42/EEC - 2021 директивасы және EURAMET калибрлеу жөніндегі нұсқаулық № 3, 2.0 нұсқасы - 2024. Тыныс алу көлемі, тыныс алу қысымы сияқты сапа көрсеткіштері бағаланды және жабдықтың дәлдігі мен сенімділігіне әсер ететін ең жоғары қысым. Алынған нәтижелер жабдықтың қауіпсіздігін және нормативтік талаптарға сәйкестігін қамтамасыз ету үшін тұрақты метрологиялық мониторинг жүргізу қажеттілігін растайды.

Түйінді сөздер: Өкпені жасанды желдету құрылғысы, тексеру, өлшеу белгісіздігі, медициналық жабдық.

Тайманова Г.К.: Кандидат технических наук, доцент, Казахский национальный университет имени Аль-Фараби, Алматы, Казахстан. e-mail: taimanova@mail.ru

Жуманова Ж.Б.: Магистрант Казахского национального университета имени Аль-Фараби, Алматы, Казахстан. e-mail: jansaya.jumanova@bk.ru

КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК АППАРАТА ИСКУССТВЕННЫХ ВЕНТИЛЯЦИИ ЛЕГКИХ

АННОТАЦИЯ

Аннотация: В данной статье рассматриваются методы проведения поверки и метрологические характеристики аппаратов искусственной вентиляции лёгких. Рассматривается прибор модель легких МЛП-1Э для проведения поверки, включая оценку минимальной объёмной концентрации кислорода, расчёт неопределённости измерений и порядок проведения процедуры поверки в соответствии с СТ РК 2.320-2015 «Аппараты ИВЛ. Методика поверки», стандартам EN ISO 13485-2016 и EN ISO 9001-2015, Директиве 93/42/ЕЭС – 2021 и Руководство по калибровке EURAMET № 3, версия 2.0 – 2024. Проведена оценка показателей качества, такие как объём дыхания, давление вдоха и пиковое давление, влияющие на точность и надёжность работы оборудования. Полученные результаты подтверждают необходимость регулярного метрологического контроля для обеспечения безопасности и соответствия оборудования нормативным требованиям.

Ключевые слова: Аппарат ИВЛ, поверка, неопределённость измерений, медицинское оборудование.

Жуманова Ж.Б.: Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің магистранты, Алматы, Қазақстан. e-mail: jansaya.jumanova@bk.ru

Тайманова Г.Қ.: Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің техника ғылымдарының кандидаты, доцент, Алматы, Қазақстан. e-mail: taimanova@mail.ru

MONITORING AND EVALUATION OF METROLOGICAL CHARACTERISTICS OF ARTIFICIAL LUNG VENTILATION APPARATUS

ANNOTATION

Abstract: This article discusses the verification methods and metrological characteristics of artificial lung ventilators. The article considers the MLP-1E lung model device for verification, including the assessment of the minimum volumetric oxygen concentration, the calculation of the measurement uncertainty and the verification procedure in accordance with ST RoK 2.320-2015 "Ventilators. Verification Methodology", EN ISO 13485-2016 and EN ISO 9001-2015 standards, Directive 93/42/EEC - 2021 and EURAMET Calibration Guide No. 3, version 2.0 - 2024. An assessment of quality indicators such as respiratory volume, inspiratory pressure and peak pressure, affecting the accuracy and reliability of the equipment, was carried out. The results obtained confirm the need for regular metrological control to ensure safety and compliance of the equipment with regulatory requirements.

Keywords: Mechanical ventilator, calibration, measurement uncertainty, medical equipment.

Taimanova G.K.: Candidate of technical sciences, associate professor of Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan. e-mail: taimanova@mail.ru

Zhumanova ZH.B.: Undergraduates of Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan. e-mail: jansaya.jumanova@bk.ru



INTRODUCTION.

Verification of ventilators is a procedure aimed at checking the metrological characteristics of the device to determine its compliance with established standards and technical requirements. This process includes measuring parameters such as the accuracy of tidal volume delivery, pressure control, oxygen concentration, respiratory rate and other indicators that directly affect the life and health of patients [1]. Regular verification is a mandatory requirement within the framework of legal regulation established by international standards EN ISO 13485:2016 and national laws such as ST RoK 2.320-2015 "Ventilators. Verification Methodology", ST RoK 2.4-2019 "Verification of Measurements of Means. Organization and Procedure for Carrying Out", the Law of the Republic of Kazakhstan "On the Uniformity of Measurements". It allows you to identify possible deviations in the operation of the equipment, preventing potential risks to patients. In addition, verification ensures compliance with operating rules and extends the service life of the device, maintaining its accuracy and reliability. In the context of the growing dependence of modern medicine on technologically complex equipment, including ventilators, the importance of metrological control is difficult to overestimate. This procedure not only guarantees compliance with established standards, but is also an important link in the chain of ensuring a high level of medical care.

This article examines the metrological characteristics of artificial lung ventilation (ALV) devices, as well as methods for their verification. The devices used, methods for assessing parameters, and the procedure for carrying out the procedure in accordance with ST RoK 2.320-2015 "Ventilators. Verification Methodology" are considered [2].

Among the medical devices used in intensive care units, artificial lung ventilation (ALV) devices occupy a special place. These devices play a critical role in supporting and restoring respiratory function in patients with acute and chronic respiratory diseases, including severe forms of respiratory failure. One of the most modern and high-tech solutions in this area is the Hamilton-S1 device, designed to provide effective and safe ventilation, regardless of the complexity of the patient's condition. The Hamilton-S1 ventilator complies with international standards and the requirements of ST RoK 2.320-2015 "Artificial lung ventilation devices. Verification methodology". Its production was carried out on the basis of a certified quality management system that complies with EN ISO 13485-2016 and EN ISO 9001-2015 standards, Directive 93/42/EEC - 2021 and EURAMET Calibration Guide No. 3, version 2.0 - 2024 [3].

MATERIALS AND METHODS

Metrological characteristics of medical equipment such as the Hamilton S1 ventilator (Figure 1,2).

1. Volume respiration (tidal volume, Vt):
- range: from 20 to 2000 ml;
- accuracy: ± 3% or ± 10 ml (whichever is greater).
2. Frequency respiration (respiratory rate, RR):
- range: from 2 to 100 breaths per minute;
- accuracy: ± 1 breath.
3. Inspiratory pressure:
- range: 0-60 cm H2O;
- accuracy: ± 1 cm water column.
4. Support pressure (PEEP - Positive End-Expiratory Pressure):
- range: from 0 to 30 cm H2O;
- accuracy: ± 1 cm H2O.
5. Peak pressure (peak inspirational pressure (PIP):
- range: from 0 to 80 cm H2O;
- accuracy: ± 1 cm H2O.
6. Gas-air circumference (flow):
- range: from 1 to 250 l/min;
- accuracy: ± 10% of the measured value.
7. Ventilation modes:
- controlled mechanical ventilation (CMV);
- automatic breathing support (ASB);
- intermittent ventilation with forced breaths (IMV);
- synchronized IMV (SIMV) [4].



Figure 1,2: Ventilator Hamilton S1

Hamilton S1 used the MLP-1E lung model. The MLP-1E is a mannequin simulating human lungs, which is designed to validate and verify artificial lung ventilation devices, breathing apparatuses and many other medical devices used to work with the respiratory system. There are features of MLP-1E model that can be useful while checking and verifying artificial lung ventilation devices:

Simulates the respiratory system - allows you to simulate different lung conditions, such as breathing with resistance, changing pressure and volume depending on the ventilator setting.

Adjustment parameters - parameters such as respiratory volume, respiratory rate, airway resistance can be adjusted, allowing you to fine-tune the ventilator for different clinical cases.

Use for calibration - using the MLP-1E model, it is possible to test and calibrate the pressure, volume and flow monitoring system in the ventilator, as well as check the accuracy of the device in various ventilation modes [5].

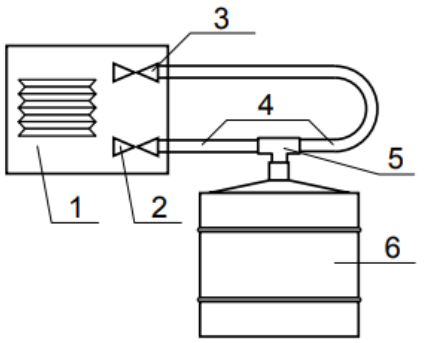
The principle of operation of the lung model: during the testing of the ventilator during the inhalation phase created by the ventilator or its simulator, air enters the lung model container. At the same time, the pressure in the container increases. After the end of the inhalation phase, air leaves the container, and the pressure in it decreases to the value of the end-expiratory pressure. The diagram of the inclusion of the lung model during testing of the ventilator is shown in Figure 3.

The volume meter automatically determines the beginning and end of the inhalation phase by the pressure in the container. Based on the pressure difference, the meter determines and displays the value of the respiratory volume, determined by the formula:

$$V = C\,(P_{max} - P_{min}),\ (1)$$

where C is the capacity extensibility, P_{max} is the maximum pressure, P_{min} is the minimum pressure.

The volume meter measures atmospheric pressure, temperature, the rate of air flow into the lung model container and makes the necessary correction of the measured volume depending on the value of the listed parameters [6].



1. Ventilator.
2. Ventilator exhalation valve.
3. Ventilator inhalation valve.
4. Connecting hoses.
5. Gas tee.
6. MLP-1E lung model.

Figure 3. Scheme of inclusion of the lung model during testing of the ventilator

Verification is carried out under the following conditions, where the ambient air temperature should be (20±5) ˚C, relative air humidity no more than 80%, atmospheric pressure from 84.0 to 106.7 kPa [7].

The minimum volume concentration of oxygen in the mixture is determined. The minimum volume concentration of oxygen in the mixture is determined at an oxygen flow rate of 1 l/min. To do this, the ventilator was turned on at maximum oxygen and nitrogen flow rates. Then the oxygen flow rate was smoothly changed to 1 l/min. At the same time, a decrease in the nitrogen supply valve was observed. In this case, the volume concentration of oxygen in the mixture should not be less than the minimum value specified in the operating manual, and the absolute error of the minimum volume concentration of oxygen in the mixture is calculated using the formula:

$$\Delta k = К_{avl} + К_a \quad (2)$$

where $К_{avl}$, $К_a$is the volume concentration of oxygen in the mixture, according to the readings of the ventilator, and the readings of the oxygen analyzer, respectively.

The absolute error of the minimum volumetric concentration of oxygen in the mixture is determined by the formula:

$$\Delta k = К_a + К'_a \quad (3)$$

where $К_a$is the volumetric concentration of oxygen in the nitrogen of the test gas mixture, $К'_a$, is the certified value of CO corresponding to the permissible value of the minimum concentration of oxygen in the mixture, %.

The relative error of the minimum volumetric concentration of oxygen in the mixture is calculated from the formulas, respectively:

$$\delta_k = \frac{K_{avl} - K_a}{K_a} \times 100\% \quad (4)$$

When verifying in accordance with the "Guide to the expression of uncertainty in measurement" ISO/IEC Guide 98-3:2008, the uncertainty of measurement is estimated and calculated [8].

The measurement result of a quantity must be given a quantitative characteristic of its quality so that the reliability of the obtained value can be assessed. Without this information, it is impossible to compare the results with each other or compare them with the values specified in technical specifications or standards. This requires the use of a simple, generally accepted and understandable procedure for assessing and expressing the quality of measurements, namely their uncertainty. Uncertainty as a quantitative measure of quality is a relatively new concept in metrology, even though the notions of error and error analysis have been employed for a long time. It is now recognized that even after taking into account all identified systematic errors and making appropriate corrections to the measurement result, there remains an uncertainty reflecting the degree of doubt in the accuracy of the obtained value. The uncertainty of the measurement result shows the lack of complete knowledge of the true value of the measured quantity. Even after correction for systematic effects, the measurement result remains only an estimate, since it retains uncertainties due to random factors and the limited accuracy of the corrections made [9].

RESULTS.

Table 1 presents the calculated data for estimating the measurement error of the minimum concentration volume, including the initial parameters, calculated dimensions and absolute error.

As a result of the verification of the devices, the error value of the minimum volume of the gas mixture was determined to be ±1.7%. The obtained indicator is within the permissible error value of the minimum volume concentration of anesthetics in the mixture, specified in the technical documentation of the manufacturer.

The uncertainty budget, which is shown in Table 2, is a structured analysis of all factors that contribute to the final uncertainty of measurement results. It is a tool for assessing the accuracy of measurements that helps identify and quantify the contribution of each component to the overall uncertainty. It allows for the precise identification of the main sources of uncertainty and their impact on the result, which is critical for making decisions on the accuracy and reliability of measurements, as well as for improving quality control procedures [10].

The total standard uncertainty is determined by the formula:

$$u_c(\Delta P) = \sqrt{u_A^2(P) + u_B^2(\Pi_d) + u_B^2(\Pi\Delta P_э) + u_B^2(\Pi d_э)} = \sqrt{0{,}2^2 + 0{,}289^2 + 0{,}289^2 + 0{,}00289^2} = 0.4559 \text{ mm Hg}, \quad (5)$$

The final value of the expanded uncertainty is calculated using the formula:

$$U_P = 2u_c(\Delta\tau) = 2\times 0,4559 = 0.9 \text{ mm Hg} \quad (6)$$

The uncertainty calculation results confirmed that even when taking into account all the identified systematic errors, there remains a residual uncertainty due to random effects and limited accuracy of adjustments. The obtained values of expanded uncertainty are within the permissible standards, which guarantees the reliability and accuracy of the ventilator [11].

Table 1. Calculation table for determining the error of the minimum concentration volume

Set point of range	Measured values by the device, mm Hg					Average reading, mmHg	Absolute error (no more than ±3)	Extended uncertainty, mmHg
300	300	301	300	300	300	300.2	0.20	0.9
250	250	250	251	250	250	250.2	0.20	0.9
200	200	200	200	200	200	200,0	0	0.8
150	149	149	149	149	149	149.0	-1.00	0.8
100	99	99	99	99	99	99	-1.00	0.8
20	20	20	20	20	20	20.0	0,00	0.8

Table 2. Uncertainty budget

Input value, x_i	The value of the input quantity, X_i	Unit of measurement	Distribution probabilities	Type of uncertainty	Standard uncertainty, u (x_i)	Sensitivity coefficient, with $_i$	Contribution of uncertainty, u (y_i) = c_i u (x_i)
$\bar{P}$	$\bar{P}$	mmHg	normal	A	$u_A(\bar{P}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(P_i - P)^2}{n(n-1)}}$	1	$u_A(\bar{P})$=0.2
$P_э$	$P_э$	mmHg	-	-	-	-	–
Πd	0	mmHg	rectangular	IN	$u_B(\Pi d) = \frac{d}{2\sqrt{3}}$	1	$u_B(\Pi d)$= 0 , 289
$\Pi\Delta P_э$	0	mmHg	rectangular	IN	$u_B(\Pi\Delta P_э) = \frac{\Delta P_э}{\sqrt{3}}$	-1	- $u_B(\Pi\Delta P_э)$= 0 , 289
$\Pi d_э$	0	mmHg	rectangular	IN	$u_B(\Pi d_э) = \frac{d_э}{2\sqrt{3}}$	-1	$-u_B(\Pi d_э)$= 0 , 0289
ΔP	$\bar{P} - P_э$	mmHg	-	$u_c(\Delta P) = \sqrt{u_A^2(\bar{P}) + u_B^2(\Pi d) + u_B^2(\Pi\Delta P_э) + u_B^2(\Pi d_э)}$			

DISCUSSION

Metrological control of artificial lung ventilation (ALV) devices plays a key role in ensuring the safety of medical equipment and the effectiveness of treatment. The studies conducted in the article confirm the importance of regular verification, which allows identifying deviations in the operation of equipment, minimizing risks to patients and increasing the accuracy of diagnosis and therapy. The parameters considered, such as respiratory volume, inspiratory pressure, oxygen concentration, are critical for ensuring the reliability of ALV in real clinical conditions.

Calibrating ventilators is crucial to ensure these medical devices provide accurate and dependable respiratory support to patients. Proper calibration helps maintain patient safety and ensures the ventilator operates as intended. Proper calibration and maintenance of ventilators are essential for patient care, particularly in critical care environments. Adhering to manufacturer guidelines and maintaining a strict calibration schedule ensures the ventilator operates reliably and accurately. Data from Asia Hospital, Patna, collected between January and July 2023, reveals that out of 23 ventilators, a notable pass rate was achieved following successful calibration and maintenance (Figure 4).

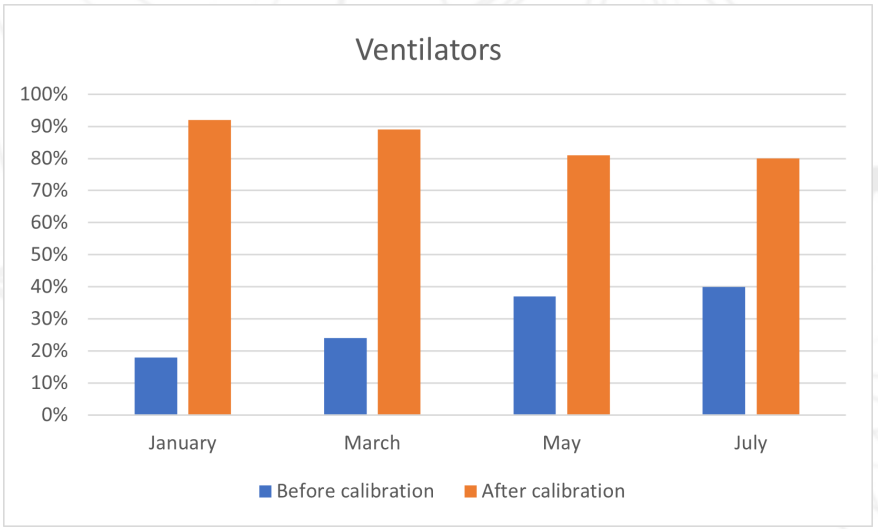


Figure 4. Graph of pass percentage before and after calibration of ventilators.

The article pays special attention to the MLP-1E lung model, which has demonstrated high efficiency in simulating various clinical conditions. The use of this device allows for the most accurate assessment of the performance of ventilators by simulating their functioning in conditions close to real ones. The article describes in detail the measurement methods, including the calculation of errors and uncertainties. This approach complies with international standards ISO/IEC Guide 98-3:2008, which emphasizes the high accuracy and reproducibility of the results. The data obtained indicate that ventilators tested using the proposed methodology comply with regulatory requirements and are suitable for safe use in clinical practice. This is especially important in conditions of high load on medical institutions, for example, during pandemics, when the quality and reliability of equipment can directly affect the lives of patients [12].

Verification of artificial lung ventilation (ALV) devices is directly related to the achievement of the UN Sustainable Development Goal SDG 3, aimed at ensuring healthy lives and promoting well-being for all at all ages. The reliability and accuracy of medical equipment play a key role in providing quality medical care, especially in intensive care units, where the condition of patients is critical. Regular verification of ventilators helps improve the quality of diagnosis and treatment, minimize risks to patients' health and prevent errors associated with incorrect operation of equipment. These aspects are fully consistent with the UN SDG Goal 3, which provides for access to quality health care and safe medicines. In addition, metrological verification of ventilators helps strengthen health systems, which is especially important in the context of pandemics and other global challenges that require a high degree of preparedness from health care facilities and the use of reliable equipment.

An important conclusion of the article is the confirmation of the need for further improvement of verification methods and development of the regulatory framework. Modern challenges associated with the introduction of high-tech equipment require adaptation of existing methods of metrological control. The results presented in the work are a contribution to the development of metrology of medical equipment and improving the quality of medical services.

CONCLUSION

Artificial lung ventilators (ALV) are a critical element of medical equipment used in intensive care and resuscitation departments. Their reliability and accuracy directly affect the health and lives of patients, which makes metrological control and verification an integral part of the operation of such devices. The verification was carried out using the MLP-1E lung model, which made it possible to simulate the real operating conditions of the equipment and ensure an accurate assessment of its characteristics. Particular importance was attached to measuring the minimum volume of oxygen concentration in the gas mixture and analyzing the associated errors in accordance with the requirements of ST RoK 2.320-2015. As part of the work, the error and uncertainty of measurements were calculated, which complies with modern international requirements, such as ISO / IEC Guide 98-3: 2008 and EURAMET Calibration Guide No. 3 Version 2.0. The uncertainty budget calculation presented in the work made it possible to identify the main sources of errors and their impact on the final measurement result. The resulting uncertainty values confirmed the equipment's compliance with the established regulatory requirements and its suitability for use in clinical practice. The data obtained showed that the residual uncertainty remains within the permissible values, which guarantees high accuracy of the ventilators.

The study also emphasized the importance of regular metrological control to maintain the reliability of medical equipment and minimize risks to patients. The results confirm the need to implement modern methods for monitoring the technical characteristics of ventilators to ensure a high level of quality of medical care. Thus, the work done demonstrates the effectiveness of using the lung model and approaches to calculating uncertainty for metrological verification of ventilators. It contributes to improving the control processes of medical equipment, which is especially important in the context of growing requirements for the safety and accuracy of medical technologies.

BIBLIOGRAPHY:

1. СТ РК 2.320-2015 «Аппараты ИВЛ. Методика поверки»
2. Hamilton Medical. Website. Available from URL: https://www.hamilton-medical.com/ru/
3. EURAMET Calibration Guide No. 3 Version 2.0 – 2024. Available from URL: https://www.euramet.org/publications-media-centre/calibration-guidelines
4. BIPM, IEC, IFCC, ILAC, ISO, IUPAC, IUPAP, and OIML. International vocabulary of metrology — Basic and general concepts and associated terms (VIM). Joint Committee for Guides in Metrology, JCGM 200:2012. (3rd edition). Available from URL: https://www.bipm.org/documents/20126/2071204/JCGM_200_2012.pdf
5. Evaluation of the Uncertainty of Measurement in Calibration – Publication EA-4/02, Rev. 03, 4th April 2022. Available from URL: https://www.enac.es/documents/7020/635abf3f-262a-4b3b-952f-10336cdfae9e
6. Kumar R, Choudhary RK, Archana, et al Calibration of Medical Devices: Method and Impact on Operation Quality. Int Pharm Sci 2023; 16(1):128. https://doi.org/10.31531/2231-5896.1000128
7. ISO/IEC Guide 98-3:2008 Uncertainty of measurement. Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995).
8. Buoyancy contribution to uncertainty of mass, conventional mass and force / Malengo, Andrea; Bich, Walter. - In: METROLOGIA. - ISSN 0026-1394. - 53:2(2016). https://doi.org//10.1088/1681-7575/aacd81
9. СТ РК 2.1-2009 «Государственная система обеспечения единства измерений Республики Казахстан. Термины и определения.»
10. СТ РК 2.21-2019 «Государственная система обеспечения единства измерений Республики Казахстан. Порядок проведения испытаний и утверждения типа средств измерений»
11. СТ РК 2.4-2019 «Поверка средств измерений. Организация и порядок проведения»
12. Ermira Mahmutaj, Gaber Begeš. The role of metrology in healthcare and the new regulatory framework for Medical Devices. // ELEKTROTEHNIŠKI VESTNIK 89(1-2): 39-45, 2022. https://www.researchgate.net/publication/360081388

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
SMART

90.01.05: Материалы общего характера.
DOI 10.64513/Smart/2025.1.3
Жумаш И. К. - "КазСтандарт"РМК жетекші маман, Астана, Қазақстан.
Жумаш И. К. – ведущий специалист РГП «КазСтандарт», Астана, Казахстан.
Zhumash I. K. – leading specialist of RSE "KazStandart", Astana, Kazakhstan.
a.zhumash@ksm.kz

ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ ЗЕРТХАНААРАЛЫҚ САЛЫСТЫРУЛАР: "КАЗСТАНДАРТ" РМК РӨЛІ МЕН МАҢЫЗЫ

АҢДАТПА

Аңдатпа. Зертханааралық салыстырулар метрологиялық бақылау жүйесінде және зертханалардың құзыреттілігін растауда маңызды рөл атқарады. Қазақстанда халықаралық талаптар мен ұлттық стандарттардың сақталуын қамтамасыз ететін "КазСтандарт" РМК зертханааралық салыстырудың (бұдан әрі-ЗАС) негізгі ұйымдастырушысы және үйлестірушісі болып табылады. Бұл мақалада Қазақстандағы метрологияны дамыту үшін ЗАС маңыздылығы қарастырылады, "КазСтандарт" РМК-ның ЗАС бағдарламаларын ұйымдастыру мен өткізудегі рөлі талданады, сондай-ақ олардың әртүрлі салалардағы өлшеу сапасына әсер ету мысалдары келтіріледі. Халықаралық стандарттарға (ISO/IEC 17043, ISO 13528) және оларды ұлттық тәжірибеде қолдануға ерекше назар аударылады.

"Сәйкестікті бағалау саласындағы аккредиттеу туралы" Қазақстан Республикасы Заңының 7, 5, 8-тармақтары, салыстырып тексеру, калибрлеу және сынау зертханалары) үнемі "Өлшеу құралдарын салыстырып тексеру және калибрлеу нәтижелерін салыстырып тексеруге және салыстырып тексеруге қатысуға" міндетті. ЗАС бағдарламаларына зертханалардың қатысуы ГОСТ ИСО/МЭК 17025 стандартының міндетті талабы болып табылады."ҚазСтандарт" РМК Стандарттау, метрология және сертификаттау жөніндегі Мемлекетаралық кеңестің Метрология жөніндегі ғылыми-техникалық комиссиясының зертханааралық салыстыру жөніндегі жұмыс тобының мүшесі және тұрақты қатысушысы болып табылады.. Қазіргі уақытта Мемлекетаралық кеңестің құрамына Әзірбайжан Республикасының, Армения Республикасының, Беларусь Республикасының, Грузияның, Қазақстан Республикасының, Қырғыз Республикасының, Молдова Республикасының, Ресей Федерациясының, Тәжікстан Республикасының, Түрікменстанның, Өзбекстан Республикасының және Украинаның Мемлекеттік метрологиялық мекемелері кіреді.

Сондай-ақ Еуразиялық экономикалық комиссия Алқасының 2016 жылғы 26 қаңтардағы № 12 шешімімен зертханааралық салыстырмалы сынақтарды ұйымдастыру және өткізу жөніндегі қызметті жүзеге асыруға уәкілетті орган болып табылады.

Түйінді сөздер: зертханааралық салыстырулар, метрология, КазСтандарт, ISO/IEC 17043, сапаны бақылау, стандарттау, зертханаларды аккредиттеу.

стандартизация ISO/IEC 17043
межлабораторные сличения
калибровка и испытания метрология
аккредитация КазСтандарт
лабораторий контроль качества
сравнительные испытания

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
SMART

90.01.05: Материалы общего характера.
Жумаш И. К. - "КазСтандарт"РМК жетекші маман, Астана, Қазақстан.
Жумаш И. К. – ведущий специалист РГП «КазСтандарт», Астана, Казахстан.
Zhumash I. K. – leading specialist of RSE "KazStandart", Astana, Kazakhstan.
a.zhumash@ksm.kz

МЕЖЛАБОРАТОРНЫЕ СЛИЧЕНИЯ В КАЗАХСТАНЕ: РОЛЬ И ЗНАЧЕНИЕ РГП «КАЗСТАНДАРТ»

АННОТАЦИЯ

Аннотация. Межлабораторные сличения играют важную роль в системе метрологического контроля и подтверждения компетентности лабораторий. В Казахстане ключевым организатором и координатором межлабораторные сличения (далее-МЛС) выступает РГП «КазСтандарт», который обеспечивает соблюдение международных требований и национальных стандартов. В данной статье рассматривается значение МЛС для развития метрологии в Казахстане, анализируется роль РГП «КазСтандарт» в организации и проведении программ МС, а также приводятся примеры их влияния на качество измерений в различных отраслях. Особое внимание уделяется международным стандартам (ISO/IEC 17043, ISO 13528) и их применению в национальной практике.

Согласно пп.7, п.5, ст.8 Закона Республики Казахстан «Об аккредитации в области оценки соответствия», поверочные, калибровочные и испытательные лаборатории (ПЛ/КЛ/ИЛ) обязаны регулярно «участвовать в сравнительных испытаниях и сличениях результатов поверки и калибровки средств измерений». Участие лабораторий в программах МЛС является также обязательным требованием стандарта ГОСТ ИСО/МЭК 17025.

РГП «КазСтандарт» является членом и постоянным участником рабочей группы по межлабораторным сличениям Научно-технической комиссии по метрологии (РГ НТКМетр МГС) Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации. В настоящее время в состав МГС входят государственные метрологические учреждения Азербайджанской Республики, Республики Армения, Республики Беларусь, Грузии, Республики Казахстан, Кыргызской Республики, Республики Молдова, Российской Федерации, Республики Таджикистан, Туркменистана, Республики Узбекистан и Украины.

А также Решением Коллегии Евразийской экономической комиссии № 12 от 26 января 2016 г. является уполномоченным органом на осуществление деятельности по организации и проведению межлабораторных сравнительных испытаний.

Ключевые слова: Межлабораторные сличения, метрология, КазСтандарт, ISO/IEC 17043, контроль качества, стандартизация, аккредитация лабораторий.

метрология
калибровка и испытания
аккредитация
КазСтандарт
лабораторий
стандартизация
ISO/IEC 17043
контроль качества
межлабораторные сличения
сравнительные испытания

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
SMART

90.01.05: Материалы общего характера.
Жумаш И. К. - "КазСтандарт"РМК жетекші маман, Астана, Қазақстан.
Жумаш И. К. – ведущий специалист РГП «КазСтандарт», Астана, Казахстан.
Zhumash I. K. – leading specialist of RSE "KazStandart", Astana, Kazakhstan.
a.zhumash@ksm.kz

INTERLABORATORY COMPARISONS IN KAZAKHSTAN: ROLE AND IMPORTANCE RSE "KAZSTANDART"

ANNOTATION

Annotation. Interlaboratory comparisons play an important role in the system of metrological control and laboratory competence verification. In Kazakhstan, the key organizer and coordinator of interlaboratory comparisons (hereinafter referred to as ILC) is RSE KazStandart, which ensures compliance with international requirements and national standards. This article examines the importance of ILC for the development of metrology in Kazakhstan, analyzes the role of RSE KazStandart in organizing and conducting MS programs, and provides examples of their impact on measurement quality in various industries. Special attention is paid to international standards (ISO/IEC 17043, ISO 13528) and their application in national practice.

According to clauses 7, 5, and 8 of the Law of the Republic of Kazakhstan "On Accreditation in the Field of Conformity Assessment", verification, calibration, and testing laboratories are required to regularly "participate in comparative tests and comparisons of the results of verification and calibration of measuring instruments." The participation of laboratories in ILC programs is also a mandatory requirement of the GOST ISO/IEC 17025 standard. RSE KazStandart is a member and permanent participant of the working group on interlaboratory comparisons of the Scientific and Technical Commission on Metrology of the Interstate Council for Standardization, Metrology and Certification.. Currently, the MGS includes state metrological institutions of the Republic of Azerbaijan, the Republic of Armenia, the Republic of Belarus, Georgia, the Republic of Kazakhstan, the Kyrgyz Republic, the Republic of Moldova, the Russian Federation, the Republic of Tajikistan, Turkmenistan, the Republic of Uzbekistan and Ukraine.

As well as by the Decision of the Board of the Eurasian Economic Commission No. 12 dated January 26, 2016, it is the authorized body for the organization and conduct of interlaboratory comparative tests. Keywords: interlaboratory comparisons, metrology, KazStandart, ISO/IEC 17043, quality control, standardization, laboratory accreditation.

Keywords: Interlaboratory comparisons, metrology, Standard, ISO/IEC 17043, quality control, standardization, laboratory accreditation.

calibration and testing metrology
accreditation of laboratories quality control
KazStandard comparative tests
standardization ISO/IEC 17043
interlaboratory comparisons

90.01.05: Материалы общего характера.
Жумаш И. К. - "КазСтандарт"РМК жетекші маман, Астана, Қазақстан.
Жумаш И. К. – ведущий специалист РГП «КазСтандарт», Астана, Казахстан.
Zhumash I. K. – leading specialist of RSE "KazStandart", Astana, Kazakhstan.
a.zhumash@ksm.kz

ВВЕДЕНИЕ

Межлабораторные сличения (МЛС) являются важным инструментом метрологического контроля, направленным на подтверждение компетентности лабораторий и обеспечение качества измерений. В Казахстане ключевую роль в организации и проведении межлабораторных сличений играет РГП "КазСтандарт". Деятельность организации направлена на соответствие международным требованиям и национальным стандартам, что способствует развитию метрологической инфраструктуры страны.

РОЛЬ МЕЖЛАБОРАТОРНЫХ СЛИЧЕНИЙ В МЕТРОЛОГИИ

Межлабораторные сличения выполняют несколько важных функций:

- Оценка компетентности лабораторий через сравнение их результатов.
- Выявление и снижение систематических ошибок в измерениях.
- Гармонизация измерительных методик в различных лабораториях.
- Поддержка аккредитации испытательных и калибровочных лабораторий.

Согласно требованиям стандарта ГОСТ ISO/IEC 17043, а также национального законодательства Республики Казахстан, участие лабораторий в программах межлабораторных сличений является обязательным.

РОЛЬ РГП "КАЗСТАНДАРТ" В ОРГАНИЗАЦИИ МЕЖЛАБОРАТОРНЫХ СЛИЧЕНИЙ

РГП "КазСтандарт" является национальным институтом, ответственным за координацию межлабораторных сличений в Казахстане. Организация осуществляет:

- Разработку и проведение программ межлабораторных сравнительных испытаний (МСИ).
- Участие в международных и межгосударственных проектах по межлабораторным сличениям.
- Обеспечение методологической поддержки лабораторий, участвующих в МЛС.
- Оценку и анализ результатов межлабораторных испытаний.
- Проведение межгосударственных сличений для таких республик, как Азербайджан, Россия, Кыргызстан, Узбекистан.

Область аккредитации провайдера РГП «КазСтандарт» охватывает широкий спектр измерений, включая:

- **Геометрические величины** – оценка размеров и формы объектов.
- **Масса** – определение массы материалов и веществ.
- **Давление** – контроль технологических процессов.
- **Расход и количество жидкостей и газов** – мониторинг потоков в системах.
- **Плотность и вязкость** – характеристики физико-химических свойств веществ.
- **Физико-химические измерения** – анализ различных материалов.
- **Температурные измерения** – оценка тепловых характеристик.
- **Электрические величины** – анализ электрических характеристик систем.
- **Определение химического состава водных растворов** – оценка качества воды.
- **Содержание воды, серы в нефтепродуктах** – контроль качества нефтепродуктов.
- **Механические примеси в нефтепродуктах** – контроль чистоты материалов.
- **Определение pH** – контроль кислотности и щелочности растворов.
- **Химическое и биологическое потребление кислорода в воде** – оценка экологической ситуации.
- **Содержание компонентов в газовых смесях** – анализ качества газов.
- **Измерения времени и частоты** – точная оценка временных характеристик.

В связи с большим спросом лаборатории в области неразрушающего контроля в 2023 году одним из первых провайдеров в Казахстане прошли расширение области аккредитации по методам неразрушающего контроля:

1. радиографический контроль (РК),
2. магнитопорошковый контроль (МК),
3. ультразвуковой контроль,
4. капиллярный контроль (КК),
5. вихретоковый контроль (ВК),
6. визуальный и измерительный контроль (ВИК), который на сегодняшний день пользуется большим спросом.

С момента расширения области аккредитации по неразрушающему контролю определена компетенция 23 лабораторий, которые после прохождения МЛСИ успешно прошли аккредитацию.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИПИСАННОГО ЗНАЧЕНИЯ В МЛС

Для успешного проведения межлабораторных сличений необходима база для определения приписанного значения, которое служит эталоном для сравнения результатов участников. Приписанное значение может быть установлено следующими способами:

1. **Референсные измерения:** использование референсной лаборатории или эталонного оборудования с высокой точностью и прослеживаемостью к национальным или международным стандартам.
2. **Консенсусное значение:** определение приписанного значения на основе согласованных результатов участников, прошедших предварительный отбор.
3. **Использование сертифицированных референсных материалов (СРМ):** применение материалов с известной неопределенностью.
4. **Математические методы обработки данных:** статистические методы (например, среднее значение, медиана) с корректировкой выбросов.

База для определения приписанного значения должна быть надежной, а объект сличения – тщательно выбранным, чтобы обеспечить точность и объективность межлабораторных сравнений.

90.01.05: Материалы общего характера.
Жумаш И. К. - "КазСтандарт"РМК жетекші маман, Астана, Қазақстан.
Жумаш И. К. – ведущий специалист РГП «КазСтандарт», Астана, Казахстан.
Zhumash I. K. – leading specialist of RSE "KazStandart", Astana, Kazakhstan.
a.zhumash@ksm.kz

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Благодаря активному участию лабораторий Казахстана в программах межлабораторных сличений, обеспечивается высокий уровень доверия к результатам измерений. Это способствует:

- Улучшению качества продукции и услуг.
- Соответствию международным требованиям в сфере метрологии и стандартизации.
- Развитию конкурентоспособности казахстанских лабораторий на мировом рынке.

РГП "КазСтандарт" играет ключевую роль в обеспечении качества измерений и подтверждении компетентности лабораторий в Казахстане. Межлабораторные сличения являются неотъемлемым элементом метрологической деятельности, обеспечивая сопоставимость и надежность результатов измерений как на национальном, так и на международном уровне. Продолжение работы в этом направлении позволит Казахстану укрепить свою позицию в области метрологии и стандартизации.

Список литератур:

ISO/IEC 17043 – Оценка соответствия. Общие требования к проверке квалификации.

ISO 13528 – Статистические методы для использования в проверке квалификации через межлабораторные сличения.

ГОСТ ISO/IEC 17025 – Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий.

Закон Республики Казахстан «Об аккредитации в области оценки соответствия».

Решение Коллегии Евразийской экономической комиссии № 12 от 26 января 2016 г.

ӘДЕБИЕТ:

1. ISO/IEC 17043 – Сәйкестікті бағалау — Біліктілікті тексеруге қойылатын жалпы талаптар.
2. ISO 13528 – Зертханалар арасындағы салыстырулар арқылы біліктілікті тексеру үшін қолданылатын статистикалық әдістер.
3. ГОСТ ISO/IEC 17025 – Сынақ және калибрлеу зертханаларының құзыреттілігіне қойылатын жалпы талаптар.
4. Қазақстан Республикасының «Сәйкестікті бағалау саласындағы аккредиттеу туралы» Заңы.
5. Еуразиялық экономикалық комиссия алқасының 2016 жылғы 26 қаңтардағы № 12 шешімі.

СПИСОК ЛИТЕРАТУР:

1. ISO/IEC 17043 – Оценка соответствия. Общие требования к проверке квалификации.
2. ISO 13528 – Статистические методы для использования в проверке квалификации через межлабораторные сличения.
3. ГОСТ ISO/IEC 17025 – Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий.
4. Закон Республики Казахстан «Об аккредитации в области оценки соответствия».
5. Решение Коллегии Евразийской экономической комиссии № 12 от 26 января 2016 г.

LITERATURE:

1. ISO/IEC 17043 – Conformity assessment — General requirements for proficiency testing.
2. ISO 13528 – Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparisons.
3. GOST ISO/IEC 17025 – General requirements for the competence of testing and calibration laboratories.
4. Law of the Republic of Kazakhstan "On accreditation in the field of conformity assessment".
5. Decision of the Board of the Eurasian Economic Commission No. 12 of January 26, 2016.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
SMART

90.01.11: Современное состояние и перспективы развития метрологии
DOI 10.64513/Smart/2025.1.4
Савинкова О.В., "КазСтандарт" РМК ШҚФ бас маманы, Өскемен қ., Қазақстан
Савинкова О.В., главный специалист ВКФ РГП «КазСтандарт»,
г. Усть-Каменогорск, Казахстан
Savinkova O.V., Chief Specialist of the EKB of the RSE «KazStandart», Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan. e-mail: o.savinkova@ksm.kz



МСҮ ӘЗІРЛЕУ ТОПЫРАҚТЫҢ АГРОХИМИЯЛЫҚ КӨРСЕТКІШТЕРІНІҢ ҚҰРАМЫ

АҢДАТПА

Аңдатпа. Мақалада кәдімгі қарапайым сұр топырақ пен ашық каштан түріндегі топырақ құрамының ұлттық стандартты үлгілерін әзірлеу мәселелері қарастырыладыТүйін сөздер: стандартты үлгі, топырақ, аттестатталған мәні. Әзірленген стандартты үлгілер топырақтың агрохимиялық көрсеткіштерін бағалау және өлшеу нәтижелерінің дәлдігін бақылау үшін талдауларды орындау кезінде қажет.

РАЗРАБОТКИ ГСО СОСТАВА АГРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЧВ

АННОТАЦИЯ

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы разработки национальных стандартных образцов состава почвы серозем обыкновенный и почвы светло-каштанового типа. Разработанные стандартные образцы необходимы при выполнении анализов по оценке агрохимических показателей почвы и контроле точности результатов измерений.
Ключевые слова: Стандартный образец, почвы, аттестованное значение

DEVELOPMENT OF THE SRM COMPOSITION OF AGROCHEMICAL PARAMETERS OF SOILS

ANNOTATION

Abstract: The article discusses the issues of developing national standard samples of the composition of ordinary sierozem soil and light chestnut soil. The developed reference samples are necessary when performing analyses to evaluate agrochemical parameters of the soil and control the accuracy of measurement results.
Keywords: standard sample, soils, certified value

Савинкова О.В., "КазСтандарт" РМК ШҚФ бас маманы, Өскемен қ., Қазақстан
Савинкова О.В., главный специалист ВКФ РГП «КазСтандарт»,
г. Усть-Каменогорск, Казахстан
Savinkova O.V., Chief Specialist of the EKB of the RSE «KazStandart», Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan. e-mail: o.savinkova@ksm.kz

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в Республике Казахстан уделяется большое внимание вопросу обеспечения рационального и эффективного контроля за использованием и охраной земель сельскохозяйственного назначения, лесного фонда и оценке экологического состояния земельного фонда. При оценке качества земель сельскохозяйственного назначения в первую очередь проводится оценка показателей плодородия (агрохимических показателей) почвы в соответствии с действующими Правилами проведения агрохимического обследования почв [1].

Вопросы по метрологическому обеспечению лабораторий агрохимического анализа почв, в частности, обеспечением их СО утвержденных типов (далее – государственные стандартные образцы, ГСО), в настоящий момент стоят довольно остро. Для контроля точности результатов измерений лаборатории в основном используют стандартные образцы различных категорий (МСО, ГСО, СОП) зачастую СО зарубежного выпуска, для которых необходима процедура допуска к применению в соответствии с [2].

Одним из самых распространенных методов проведения оперативного контроля точности результатов измерений, в том числе и при оценке агрохимических показателей почв, является метод с применением образцов контроля в виде стандартных образцов (далее – СО) с аттестованными значениями.

Стандартные образцы (далее – СО) – материал (вещество) с установленными показателями точности измерений и метрологической прослеживаемостью, достаточно однородный и стабильный в отношении определенных свойств для того, чтобы использовать его при измерении или при оценивании качественных свойств в соответствии с предполагаемым назначением [2].

Целью данной статьи является рассмотрение основных моментов процесса разработки государственных стандартных образцов состава почвы: KZ.04.01.00421-2023 ГСО состава почвы серозем обыкновенный СО Сс2 и KZ.04.01.00425-2023 ГСО состава почвы светло-каштановой СО К1, применяемых для метрологического обеспечения работ, связанных с бонитировкой почв, почвенных, почвенно-мелиоративных и других изысканиях при определении валовых и подвижных форм элементов питания растений.

МЕТОДОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ ГСО

Основными этапами разработки СО природного происхождения являются:

1. Отбор материала – кандидата в СО и его пробоподготовка:
2. Оценка однородности материала – кандидата в СО;
3. Установление аттестованных значений;
4. Оценка стабильности материала – кандидата в СО;
5. Установление срока годности СО.

При разработке ГСО состава почв в качестве аттестуемых характеристик СО были установлены следующие показатели: массовая доля агрохимических показателей почвы – органического вещества (метод Тюрина), азота общего, подвижных соединений фосфора и калия (метод Мачигина), подвижной серы, а также молярная доля обменного кальция и магния, pH водной вытяжки. Выбор аттестуемых показателей СО был осуществлен на основании требований действующих Правил [1].

Одним из наиболее часто применяемых способов установления аттестованных значений при разработке СО дисперсных материалов является способ межлабораторной метрологической аттестации с привлечением не менее 10 компетентных аккредитованных лабораторий. В процессе разработки СО состава почв к аттестационным исследованиям путем межлабораторного эксперимента были привлечены 14 испытательных/аналитических лабораторий Республики Казахстан, проводящих агрохимический анализ почв. Установление аттестованных значений проводилось методами спектрофотометрии, титриметрии, потенциометрии по стандартизированным методикам выполнения измерений [3 – 7].

ОТБОР МАТЕРИАЛА – КАНДИДАТА В СО

В качестве исходного материала для изготовления СО был использован материал почвы общей массой не менее 200 кг (для каждого типа СО), отобранный и подготовленый квалифицированными специалистами НАО «Государственная корпорация «Правительство для граждан» с учетом требований [8, 9]: почва светло-каштанового типа (СО К1) – отобрана с пахотного горизонта (глубиной не более 20 см) на специально отведенном участке светло-каштановых почв, выделенных на территории Каратальского сельского округа Зайсанского района Восточно-Казахстанской области; почва типа серозем обыкновенный – с пахотного горизонта сероземов обыкновенных северных, выделенных на территории учетного квартала 05-24-080 (Карабулакский сельский округ) Урждарского района Восточно-Казахстанской области.

Подготовка материала была проведена путем очистки почвенного материала от различных включений мелких камней, остатков растений, высушивания материала почвы, измельчения и рассева материала-кандидата в СО на ситах с ячейкой 1 мм.

При разработке СО состава почв необходимо обратить особое внимание на обеспечение однородности и стабильности материала СО. С этой целью дополнительно была проведена гомогенизация общей массы исходного материала методом механического перемешивания способом с кольца на конус.



Савинкова О.В., "КазСтандарт" РМК ШҚФ бас маманы, Өскемен қ., Қазақстан
Савинкова О.В., главный специалист ВКФ РГП «КазСтандарт», г. Усть-Каменогорск, Казахстан
Savinkova O.V., Chief Specialist of the EKB of the RSE «KazStandart», Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan. e-mail: o.savinkova@ksm.kz

ОЦЕНКА ОДНОРОДНОСТИ

Оценка однородности аттестуемых характеристик проводилась по [10] на базе лаборатории агрохимического анализа почв НАО «Восточно-Казахстанский технический университет им. Д. Серикбаева», в качестве показателей-индикаторов были выбраны основные показатели – массовая доля азота общего и pH водной вытяжки. В соответствии с установленным алгоритмом было установлено число отбираемых проб, с учетом допускаемого значения погрешности аттестованного значения СО и среднего квадратического отклонения методики анализа аттестуемого компонента [4, 6], при этом для каждого типа почв число отбираемых проб N – составило 14, число многократных измерений J – 5. Пробы для оценки однородности были отобраны с разных точек общей массы материала почвы, подвергнуты квартованию [8, 9] и проанализированы в условиях внутрилабораторной прецизионности.

При оценке однородности материала – кандидата в СО состава почвы были установлены значения погрешности / расширенной неопределенности от неоднородности (в абсолютных и относительных единицах, Sн, Uн), результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1

Тип ГСО почвы	Компонент-индикатор	$S_н$*, %
ГСО состава почвы серозем обыкновенный СО Cc_2	pH водной вытяжки, ед. pH	0,53
	Массовая доля азота общего, %	0,76
ГСО состава почвы светло-каштановой СО $К_1$	pH водной вытяжки, ед. pH	0,42
	Массовая доля азота общего, %	0,64

* Соответствует границам относительной расширенной неопределенности от неоднородности Uн (P = 0,95, k=2), %

УСТАНОВЛЕНИЕ АТТЕСТОВАННЫХ ЗНАЧЕНИЙ

Установление аттестованных значений агрохимических показателей почвы проводилось в соответствии с алгоритмом, изложенным в [12], путем проведения межлабораторного эксперимента. Для этого пробы почвы, в количестве, необходимом для проведения анализов, были направлены в 14 компетентных агрохимических лабораторий. Результаты для каждого анализируемого показателя были получены в условиях повторяемости (n = 4) и межлабораторной прецизионности (L = 14), проверены на выбросы по методу Граббса. Полученные результаты аттестованных значений, характеристики погрешности межлабораторной аттестации и границы относительной погрешности представлены в таблицах 2 – 3.

Таблица 2 – Результаты аттестованных значений, характеристики погрешности межлабораторной аттестации ГСО состава серозем обыкновенный СО Cc2

Аттестованная характеристика СО	Аттестованное значение СО	Характеристика погрешности межлабораторной аттестации Δ_A	Границы относительной погрешности аттестованного значения* (P= 0,95), %, ±δ
Массовая доля органического вещества (метод Тюрина), %	2,41	0,13	±5,2
Массовая доля азота общего, %	0,128	0,007	±5,1
Массовая доля подвижных соединений фосфора (метод Мачигина), млн-1	66,80	4,8	±7,2
Массовая доля подвижных соединений калия (метод Мачигина), млн-1	908,1	45,2	±4,9
Молярная доля обменного кальция, ммоль/100 г	10,93	0,53	±4,9
Молярная доля обменного магния, ммоль/100 г	1,94	0,07	±3,8
pH водной вытяжки, ед. pH	7,12	0,03	±0,10 ед. pH**

* Соответствует границам относительной расширенной неопределенности аттестованного значения (k=2, P=0,95)
**для аттестованного значения pH водной вытяжки приведены границы абсолютной погрешности, соответствуют границам абсолютной расширенной неопределенности аттестованного значения (k=2, P=0,95)

Таблица 3 – Результаты аттестованных значений, характеристики погрешности межлабораторной аттестации ГСО состава почвы светло-каштанового СО К1

Аттестованная характеристика СО	Аттестованное значение СО	Характеристика погрешности межлабораторной аттестации Δ_A	Границы относительной погрешности аттестованного значения* (P= 0,95), %, ±δ
Массовая доля органического вещества (метод Тюрина), %	1,54	0,07	±4,5
Массовая доля азота общего, %	0,090	0,004	±4,3
Массовая доля подвижных соединений фосфора (метод Мачигина), млн-1	13,20	0,47	±3,4
Массовая доля подвижных соединений калия (метод Мачигина), млн-1	354,3	15,5	±4,3
Молярная доля обменного кальция, ммоль/100 г	12,94	0,83	±6,5
Молярная доля обменного магния, ммоль/100 г	2,05	0,10	±4,9
pH водной вытяжки, ед. pH	7,66	0,04	±0,10 ед. pH**

* Соответствует границам относительной расширенной неопределенности аттестованного значения (k=2, P=0,95)
**для аттестованного значения pH водной вытяжки приведены границы абсолютной погрешности, соответствуют границам абсолютной расширенной неопределенности аттестованного значения (k=2, P=0,95)

ОЦЕНКА СТАБИЛЬНОСТИ

Оценка стабильности и установление срока годности СО состава почвы светло-каштанового типа (СО К1), СО состава почвы серозем обыкновенный (СО Cc2) основывались на положениях ГОСТ ISO Guide 35-2015 «Стандартные образцы. Общие и статистические принципы сертификации (аттестации)».

Савинкова О.В., "КазСтандарт" РМК ШҚФ бас маманы, Өскемен қ., Қазақстан
Савинкова О.В., главный специалист ВКФ РГП «КазСтандарт»,
г. Усть-Каменогорск, Казахстан
Savinkova O.V., Chief Specialist of the EKB of the RSE «KazStandart», Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan. e-mail: o.savinkova@ksm.kz



На основании проведенного анализа характеристик стабильности изохронным способом утвержден способ хранения – при относительной влажности не более 70%, при условии отсутствия вибрации и влияния паров химических реактивов, был назначен срок годности СО – 5 лет, при условии проведения ежегодного контроля стабильности метрологических характеристик с применением метрологически аттестованных средств измерений и стандартных образцов категории МСО.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, были разработаны и утверждены типы государственных стандартных образцов KZ.04.01.00421-2023 ГСО состава почвы серозем обыкновенный СО Сс2 и KZ.04.01.00425-2023 ГСО состава почвы светло-каштановой СО К1. Стандартные образцы предназначены и применяются аналитическими лабораториями для контроля точности результатов измерений при определении агрохимических показателей почвы соответствующих типов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Правила проведения агрохимического обследования почв. Утверждены приказом и.о. Министра сельского хозяйства Республики Казахстан от 27 февраля 2015 года № 4-1/147.
2. Правила утверждения типа и регистрации в реестре государственной системы обеспечения единства измерений стандартного образца и оказания государственных услуг «Допуск к применению стандартного образца зарубежного выпуска», «Утверждение государственного стандартного образца». Утверждены приказом Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 27.12. 2018 г. № 933
3. ГОСТ 26213-91 Почвы. Метод определения органического вещества.
4. ГОСТ 26107-84 Почвы. Методы определения общего азота.
5. ГОСТ 26205-91 Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Мачигина в модификации ЦИНАО.
6. ГОСТ 26423-85 Почвы. Методы определения удельной электрической проводимости, pH и плотного остатка водной вытяжки.
7. ГОСТ 26487-85 Почвы. Определение обменного кальция и обменного (подвижного) магния методами ЦИНАО.
8. ГОСТ 17.4.4.02-84 Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа
9. ГОСТ 28168-89. Почвы. Отбор проб.
10. ГОСТ 8.531-2002 Государственная система обеспечения единства измерений. Стандартные образцы состава монолитных и дисперсных материалов. Способы оценивания однородности.
11. РМГ 93-2009 Государственная система обеспечения единства измерений. Оценивание метрологических характеристик стандартных образцов.
12. ГОСТ 8.532-2002 Государственная система обеспечения единства измерений. Стандартные образцы состава веществ и материалов. Межлабораторная метрологическая аттестация. Содержание и порядок проведения работ.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
SMART
90.01.11: Современное состояние и перспективы развития метрологии
DOI 10.64513/Smart/2025.1.5
Какимжанов С. К., "КазСтандарт" РМК Қарағанды филиалының бас маманы, Қарағанды қ., Қазақстан.
Какимжанов С.К., главный специалист Карагандинского филиала РГП «КазСтандарт», г. Караганда, Казахстан
Kakimzhanov S.K., Chief Specialist of the Karaganda branch of RSE "KazStandart", Karaganda, Kazakhstan. **E-mail: s.kakimzhanov@ksm.kz**

"КАЗСТАНДАРТ"РМК ҚАРАҒАНДЫ ФИЛИАЛЫНЫҢ ТЕКСЕРУ/КАЛИБРЛЕУ ҚЫЗМЕТІНІҢ АҒЫМДАҒЫ ЖАЙ-КҮЙІ ЖӘНЕ ДАМУ ПЕРСПЕКТИВАЛАРЫ.

АҢДАТПА

Аңдатпа: Мақалада "ҚазСтандарт" РМК Қарағанды филиалының салыстырып тексеру/калибрлеу зертханасы қызметінің негізгі бағыттары, оның ішінде құрылу уақытынан бастап шолу мәліметтері, ағымдағы жай-күйі, аккредиттеу саласы, қызметтің негізгі бағыттары, даму перспективалары туралы ақпарат қамтылған.
Кілт сөздер: Салыстырып тексеру зертханасы, калибрлеу зертханасы, эталон.

ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПОВЕРОЧНОЙ/ КАЛИБРОВОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КАРАГАНДИНСКОГО ФИЛИАЛА РГП «КАЗСТАНДАРТ»

АННОТАЦИЯ

Аннотация: Статья содержит информацию об основных направлениях деятельности поверочной/калибровочной лаборатории Карагандинского филиала РГП «КазСтандарт», включая обзорные сведения, начиная со времени образования, текущем состоянии, области аккредитации, основных направлениях деятельности, перспективах развития.
Ключевые слова: Поверочная лаборатория, калибровочная лаборатория, эталон.

THE CURRENT STATE AND PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF THE VERIFICATION/CALIBRATION ACTIVITIES OF THE KARAGANDA BRANCH OF THE RSE "KAZSTANDART"

ANNOTATION

Abstract: The article contains information about the main activities of the verification/ calibration laboratory of the Karaganda branch of RSE KazStandart, including overview information, starting from the time of its formation, current status, scope of accreditation, main activities, and development prospects.
Keywords: Verification laboratory, calibration laboratory, standard.

Точность измерений играет одну из важнейших ролей во всех сферах жизнедеятельности общества и человека. Поверочная и калибровочная деятельность играет ключевую роль в обеспечении точности и надежности измерений в различных отраслях, включая промышленность, здравоохранение, науку и технологии.

Обеспечение единства измерений является основной задачей поверочной и калибровочной лаборатории. Точность измерений, которую они обеспечивают, необходима для контроля качества производимой продукции и используемого оборудования. В свою очередь, от этого зависят свойства товаров и услуг, которые каждый из нас использует в повседневной жизни.

Поверочная и калибровочная лаборатории на базе Карагандинского филиала РГП «КазСтандарт» были образованы более 15 лет назад. Ежегодно в лабораториях проходят поверку и калибровку более 800 единиц средств измерений.

Потребителями услуг лаборатории являются такие компании как АО «НаЦЭкС», РГП «Казгидромет», АО Авиакомпания «СКАТ», ТОО «Актюбинский рельсобалочный завод», АО «Электровоз құрастыру зауыты», АО "Qarmet", ТОО "Линде газ Казахстан", ТОО "Казцинк", ТОО «Казахстанский центр метрологии» и многие другие.

На текущий момент лаборатория Карагандинского филиала РГП «КазСтандарт» аккредитована на соответствие требованиям ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий».

На текущий момент лаборатория Карагандинского филиала РГП «КазСтандарт» аккредитована на соответствие требованиям ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий». Поверочная лаборатория имеет аттестат аккредитации № KZ.P.10.E0467, действительный до 27 августа 2026 года. Калибровочная лаборатория имеет аттестат аккредитации № KZ.K.10.1366, действительный до 28 марта 2028 года. Система менеджмента качества имеет свидетельство № QSF-R81 о признании, выданное решением Технического Комитета Форума качества КООМЕТ, по виду измерений М (масса и связанные с ней величины), а также свидетельство № QSF-R87 для категории количества вещества стандартных образцов – газы.

Согласно области аккредитации лаборатория Карагандинского филиала РГП «КазСтандарт» проводит поверку и калибровку средств измерений по следующим видам измерений:

01 – измерения геометрических величин;
02 – измерения массы;
03 – измерение силы и твердости;
04 – измерения давления;
07 – измерения расхода и количества жидкости и газов;
09 – физико-химические измерения.

Эталонная база Карагандинского филиала включает:

– Государственный эталон молярной доли компонентов в газовых средах (рисунок 1);

90.01.11: Современное состояние и перспективы развития метрологии
Савинкова О.В., "КазСтандарт" РМК ШҚФ бас маманы, Өскемен қ., Қазақстан
Савинкова О.В., главный специалист ВКФ РГП «КазСтандарт»,
г. Усть-Каменогорск, Казахстан
Savinkova O.V., Chief Specialist of the EKB of the RSE «KazStandart», Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan. e-mail: o.savinkova@ksm.kz



Рисунок 1 – Хроматографический комплекс из состава Государственного эталона молярной доли компонентов в газовых средах

– Государственный эталон твердости по шкалам Бринелля;

– Государственный эталон твердости по шкалам Виккерса (рисунок 2);

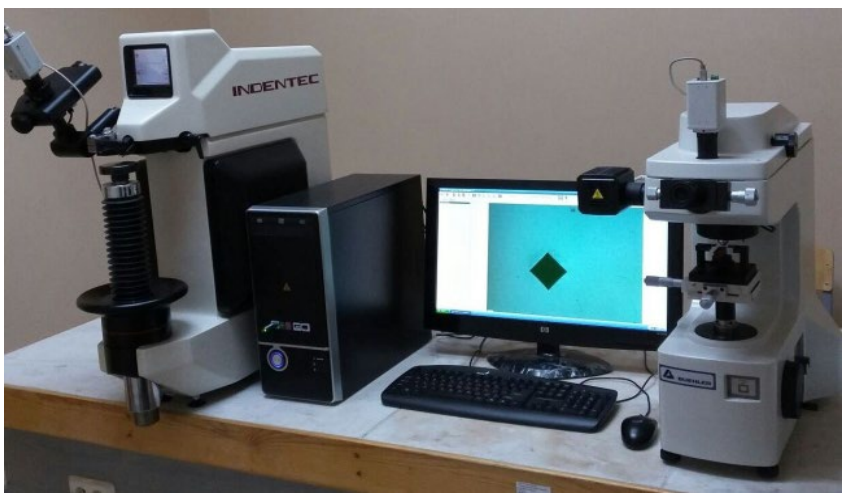


Рисунок 2 - Государственный эталон твердости по шкалам Виккерса

– Государственный эталон твердости по шкалам Роквелла и Супер-Роквелла;

– Государственный эталон единицы силы;

Государственные рабочие эталоны:

– Испытательная машина для индентирования настольно-го типа ТТС200;

– Набор мер твердости;

– Установка для поверки моментных ключей;

– Государственный рабочий эталон единицы силы;

– Набор гирь класса Е1 (ГРЭ 0 разряда) (рисунок 3);



Рисунок 3 – Государственный рабочий эталон массы 0 разряда

– Калибратор многофункциональный DPI 620GENII с модулями давления PM620 (ГРЭ 1 разряда);

– Кондуктометр Seven S70K (ГРЭ 2 разряда);

– pH-метр MP230K (ГРЭ 2 разряда).

В поверочной/калибровочной деятельности лабораторий Карагандинского филиала РГП «КазСтандарт» в пределах области аккредитации, утвержденной РГП «Национальный центр аккредитации», можно отметить такие профильные направления как измерение массы, силы и твердости, а также физико-химические измерения.

Лаборатория измерения массы Карагандинского филиала РГП «КазСтандарт» аккредитована на право поверки и калибровки гирь в диапазоне измерений от 1 мг до 20 кг., весов для статического взвешивания электронных, товарных, медицинских, электронных с регистрацией массы и стоимости товара, настольных циферблатных, весов неавтоматического действия с диапазоном измерений от 0 до 300 кг; весов лабораторных эталонных и общего назначения, весов-компараторов, компараторов массы с диапазоном измерений до 5000 г.

С 2016 г. на базе лаборатории организовано производство гирь класса точности М1 номинальной массой 20 кг, предназначенных для проведения поверки/ калибровки весов для статического взвешивания среднего и обычного классов точности, весовых дозаторов, конвейерных весов, весов непрерывного действия и весов специального назначения (рисунок 4).

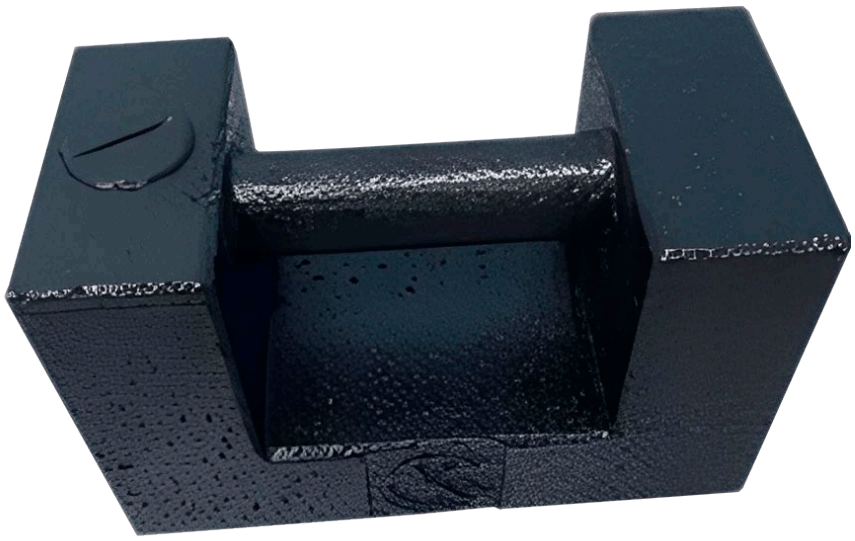


Рисунок 4 – Гиря класса точности М1 номинальной массой 20 кг

С момента начала производства и по сегодняшний день было произведено и реализовано более 300 гирь предприятиям и организациям Республики Казахстана сумму более 10 млн. тенге.

В целях расширения номенклатуры, производимых средств измерений в 2023 году начато производство гирь номинальной массой 10 кг., которые используют при проведении поверки/калибровки весоизмерительной техники.

Лаборатория измерений силы и твердости Карагандинского филиала РГП «КазСтандарт» аккредитована на право поверки и калибровки эталонных мер твердости по шкалам Бринелля (рисунок 5), Виккерса, Роквелла и Супер-Роквелла, поверки стационарных и портативных приборов для измерений твердости (в том числе микротвердости Виккерса), испытательных машин в диапазоне от 50 Н до 3000 кН различного предназначения, стендов для контроля параметров автотранспортных средств, измерителей крутящего момента силы, динамометрических ключей и отверток в диапазоне от 0,2 до 3000 Н·м, поверка и калибровка комплексов программно-аппаратного анализа микроструктуры поверхности твердых тел. Также осуществляется настройка динамометрических ключей и портативных электронных приборов для измерений твердости.

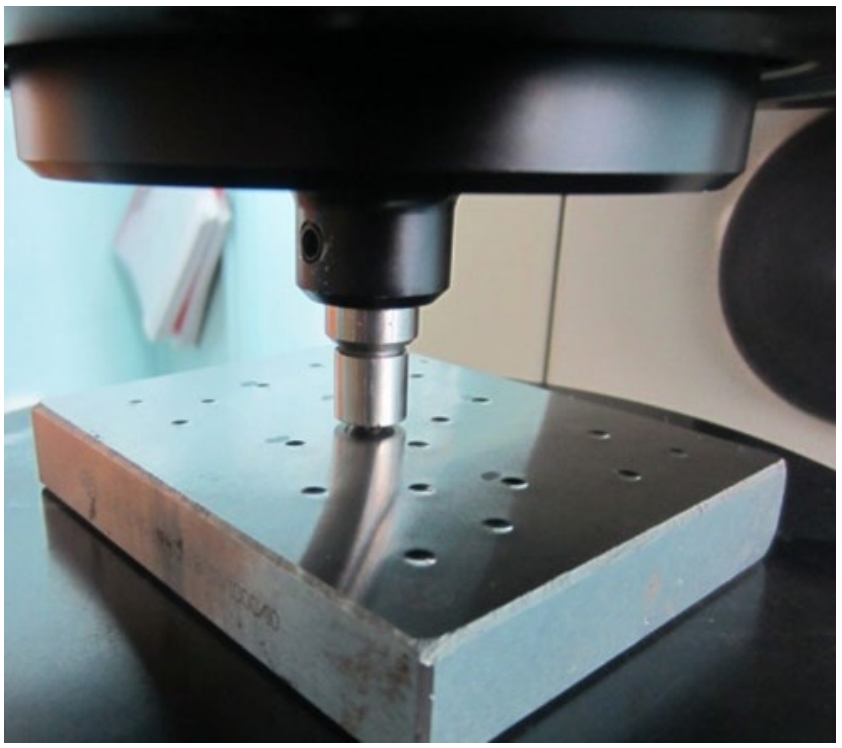


Рисунок 5 – Нанесение отпечатков при поверке эталонной меры твердости по шкале Бринелля

Калибровочные и измерительные возможности Государственных эталонов твердости представлены 12 СМС-строками в KCDB BIPM.

На базе лаборатории твердости в 2010 году было организовано единственное в Республике Казахстан производство эталонных мер твердости, предназначенных для поверки, калибровки, метрологической аттестации, настройки средств измерений твердости (стационарных и портативных твердомеров). Номенклатура производимой продукции представлена 2 типами мер твердости: по шкалам Бринелля МТБ-К НВ 10/3000 и НВ 5/750 с числами твердости 600±50, 400±50, 300±50, 200±50, по шкалам твердости НВ 10/1000 и НВ 5/250 с числом твердости 100±25, а также по шкалам Роквелла МТР-К с числами твердости 83±3 HRA, 90±10 HRB, 25±5 HRC, 40±5 HRC, 65±5 HRC (рисунок 6).

С момента начала производства и по сегодняшний день было реализовано более 1300 мер твердости. Потребителями продукции являются предприятия машиностроения, металлургии, энергетики, транспорта Республики Казахстан и стран СНГ.



Рисунок 6 – Мера твердости МТР-К 64,9 HRC

В ближайшее время по заявкам предприятий поверочных и калибровочных лабораторий Карагандинский филиал РГП «КазСтандарт» планирует провести актуализацию и расширение области аккредитации на право поверки и калибровки установок для исследования грунтов и дорожных покрытий. Также филиал будет заниматься настройкой портативных электронных приборов для измерений твердости.

В настоящее время на государственном эталоне твердости по шкалам Бринелля проводится поверка эталонных мер твердости наконечниками 5 мм и 10 мм. Однако, при проведении различных метрологических работ для предприятий, в том числе поверке, метрологической аттестации, возникает необходимость метрологического обеспечения шкал Бринелля НВ (HBW) 1/5; 1/10; 1/30; 2,5/31,25; 2,5/62,5; 2,5/187,5 и Виккерса HV100. С этой целью в 2028 году планируется модернизация государственных эталонов твердости по шкалам Бринелля и Виккерса путем дооснащения универсальной установкой, отвечающей всем требованиям мировых стандартов, которая позволит обеспечить калибровкой эталонные меры твердости по шкалам Бринелля с наконечником 2,5 мм, Виккерса до HV120, Роквелла (шкалы A, B, C) и Супер-Роквелла (шкалы N и T) и установкой для калибровки инденторов. Также планируется модернизация государственного эталона единицы силы путем дооснащения эталонными установками прямого нагружения и гидравлического типа. Модернизация государственного эталона единицы силы позволит проводить поверку и калибровку эталонных динамометров и датчиков силы.

Лаборатория физико-химических измерений Карагандинского филиала РГП «КазСтандарт» аккредитована на право поверки/калибровки широкого спектра газоаналитического оборудования, включающего газоанализаторы, газоизмерительные системы, сигнализаторы, генераторы газовых смесей, динамические калибраторы-разбавители, анализаторы состава, кондуктометры.

Савинкова О.В., "КазСтандарт" РМК ШҚФ бас маманы, Өскемен қ., Қазақстан
Савинкова О.В., главный специалист ВКФ РГП «КазСтандарт»,
г. Усть-Каменогорск, Казахстан
Savinkova O.V., Chief Specialist of the EKB of the RSE «KazStandart», Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan. e-mail: o.savinkova@ksm.kz

На базе лаборатории в 2010 году было организовано единственное в Республике Казахстан производство стандартных образцов состава газовых смесей (ГСО ПГС), выполняющих функции рабочих эталонов 0, 1 и 2 разрядов согласно СТ РК 2352-2019 «Поверочные газовые смеси. Технические условия» (рисунок 7). ГСО ПГС в соответствии с СТ РК 2.118-2018 «Государственный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений содержания компонентов в газовых средах» предназначены для поверки, калибровки, испытаний средств измерений содержания компонентов в газовых средах.

Система менеджмента качества имеет международное признание по ISO 17034:2016 «Общие требования к компетентности производителей стандартных образцов (General Requirements for the competence of reference material producers)».

Все производимые типы ГСО ПГС имеют сертификат происхождения товара формы СТ KZ. Доля казахстанского содержания составляет до 99,9 %.



Рисунок 7 – ГСО ПГС в баллонах по ГОСТ 949

Номенклатура выпускаемой продукции представлена 429 типами поверочных газовых смесей в широком диапазоне концентраций с такими аттестованными компонентами как O2, H2, CO, CO2, CH4, C3H8, H2S, CH3SH, C2H5SH, NH3, NO2, SO2, C4H10, иммитаторы природного газа, автогазы и трансформаторные смеси.

С момента начала производства и по сегодняшний день было реализовано более 12 тысяч образцов ГСО ПГС. Потребителями продукции являются предприятия газонефтеперерабатывающей, энергетической, химической, угольной промышленности; организации, обеспечевающие безопасность жизнедеятельности и выполняющие экологический мониторинг; поверочные, калибровочные и испытательные лаборатории Республики Казахстан.

Благодаря собственном производству ГСО ПГС лаборатории Карагандинского филиала аккредитованы на право поверки и калибровки газоаналитического оборудования в широком диапазоне измерений содержания компонентов в газовой смеси от 1 млн-1 до 99,5 % об.

Калибровочные и измерительные возможности Государственного первичного эталона единицы молярной доли компонентов в газовых средах представлены 8 СМС-строками в KCDB BIPM.

В текущем году запланировано дооснащение лаборатории 2 генераторами газовых смесей, вытяжной камерой для оптимизации и обеспечения безопасности и охраны труда в процессе производства работ.

Перспективы дальнейшего развития эталонной базы связаны с разработкой и производством новых типов ГСО ПГС и дальнейшего расширения области аккредитации поверочной/калибровочной лабораторий, в частности, разработкой ГСО ПГС состава этанол в азоте и освоения поверки/калибровки генераторов спиртовоздушных смесей.

Поверочная/калибровочная лаборатории Карагандинского филиала РГП «КазСтандарт» являются востребованным и технически компетентным подразделением головного предприятия, ведущим на постоянной основе работы над расширением области аккредитации и освоением новых видов поверок и калибровок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ISO 17034:2016 «Общие требования к компетентности производителей стандартных образцов (General Requirements for the competence of reference material producers)».
2. ГОСТ OIML R 111-1-2009 «Государственная система обеспечения единства измерений. Гири классов точности E (индекса 1), E (индекса 2), F (индекса 1), F (индекса 2), M (индекса 1), M (индекса 1-2), M (индекса 2), M (индекса 2-3) и M (индекса 3). Часть 1. Метрологические и технические требования»
3. СТ РК 2352-2019 Поверочные газовые смеси. Технические условия.
4. Технологический регламент на производство поверочных газовых смесей.
5. СТ РК 2.118-2018 «Государственный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений содержания компонентов в газовых средах»

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
SMART

90.01.85:
Автоматизация и автоматизированные системы в метрологии
DOI 10.64513/Smart/2025.1.6

КРАГТЕН ӘДІСІ БОЙЫНША ӨЛШЕМДЕРДІҢ АНЫҚТЫЛЫҒЫНЫҢ АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН ЕСЕПТІЛІГІ

АНДАТПА

Аннотация: Мақалада өлшеудің белгісіздігін бағалаудың төрт әдісіне шолу және талдау берілген: GUM, Крагтен, Монте-Карло және ең кіші квадраттар әдісі және оларды қолдану бойынша ұсыныстар берілген.
Жұмыста Крагтен әдісін қолдану арқылы өлшемдердің белгісіздігін автоматтандырылған есептеу бағдарламасын жасау қарастырылған. Оны тексеру кезінде электромагниттік шығын өлшегіштің салыстырмалы қателігінің белгісіздігін бағалау үшін әзірленген бағдарламалық қамтамасыз етуді пайдаланудың мысалы келтірілген. «Крагтен әдісі арқылы өлшеу белгісіздігін автоматтандырылған есептеу» бағдарламалық құралы өлшем теңдеуінің күрделілігіне қарамастан кез келген шамалардың өлшеу белгісіздігін бағалайды.
Түйінді сөздер: өлшеу белгісіздігі, Крагтен әдісі, автоматтандырылған есептеу.
Хан Светлана Гурьевна,
т.ғ.к, профессор
Автоматтандыру және басқару бөлімі
Автоматтандыру және ақпараттық технологиялар институты
Г.Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті
s.khan@aues.kz

АВТОМАТИЗИРОВАНЫЙ РАСЧЕТ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ МЕТОДОМ КРАГТЕНА

АННОТАЦИЯ

Аннотация: В статье приведен обзор и анализ четырех метода оценивания неопределенности измерения: GUM, Крагтена, Монте-Карло и метод наименьших квадратов, даны рекомендации по их применению.
В работе рассмотрена разработка программы автоматизированного расчета неопределенности измерения методом Крагтена. Приведен пример использования разработанного ПО для оценки неопределенности относительной погрешности электромагнитного расходомера при проведении его поверки. В ПО «Автоматизированный расчет неопределенности измерения методом Крагтена» выполняется оценка неопределенности измерения любых величин независимо от сложности уравнения измерения.
Ключевые слова:
неопределенность измерения, метод Крагтена, автоматизированный расчет.
Хан Светлана Гурьевна,
к.т.н, профессор
кафедра «Автоматизация и управление»
Институт автоматизации и информационных технологий
НАО Алматинский университет энергетики и связи им. Г.Даукеева
s.khan@aues.kz

AUTOMATED CALCULATION OF MEASUREMENT UNCERTAINTY BY THE KRAGTEN METHOD

ANNOTATION

Abstract: The article provides an overview and analysis of four methods for estimating measurement uncertainty: GUM, Kragten, Monte Carlo and the least squares method, and provides recommendations for their application.
The paper discusses the development of a program for automated calculation of measurement uncertainty using the Kragten method. An example of using the developed software to estimate the uncertainty of the relative error of an electromagnetic flowmeter during its verification is given. The software "Automated Calculation of Measurement Uncertainty Using the Kragten Method" estimates the measurement uncertainty of any quantities regardless of the complexity of the measurement equation.
Keywords: measurement uncertainty, Kragten method, automated calculation.
Khan Svetlana Guryevna,
PhD, Professor
Department of "Automation and Control"
Institute of Automation and Information Technologies
Almaty University of Power Engineering and Telecommunications named after G. Daukeev
s.khan@aues.kz



ВВЕДЕНИЕ. Понятие «неопределенность» измерений стало в последние десятилетия единственной, и, что самое главное, признанной на международном уровне мерой доверия к результатам измерений. Основными документами для оценивания неопределенности являются «Руководство по выражению неопределенности в измерениях» (GUM) [1] и Рекомендации [2]. Руководство содержит единые в международной практике правила выражения неопределенности измерений и их суммирования, стандартизации, калибровки средств измерительной техники, аккредитации метрологических служб, измерительных лабораторий и т.д.

Вопросы оценивания неопределенности измерений широко освещаются в аналитических измерениях [3,4], при калибровках средств измерений [5,6,7] и других исследованиях [8,9].

В связи с усилением процесса интеграции Казахстана в международное сообщество для устранения барьеров в торговом, промышленном, научном и культурном обмене и сотрудничестве требуется гармонизация стандартов и других нормативных документов, в том числе в области метрологии, калибровки средств измерений, сертификации продукции.

Для создания условий признания казахстанских сертификатов соответствия и результатов испытаний на продукцию за рубежом в нормативную базу системы аккредитации введен СТ ИСО/МЭК 17025-2019 [10]. Внедрение данного нормативного документа обусловило необходимость выполнения требований п.5.4.6 «Оценивание неопределенности измерений» данного стандарта.

В связи с этим задача обеспечения международного единства в подходе к представлению и оцениванию неопределенности результата измерений является актуальной и метрологические службы требуют перехода от оценки погрешности к оценке неопределенности измерений.

В своих исследованиях автор использовал концепцию оценивания неопределенности измерений в задачах поверки технических расходомеров. Под руководством автора разработаны программы расчета неопределенности измерений кориолисового расходомера [7] и электромагнитного расходомера [6] в среде графического программирования NI LabView, а также разработана программа автоматизированного расчета неопределенности измерений методом Крагтена.

Методы исследования. Обзор различных методов оценивания неопределенности измерения показал наличие следующих методов:

1) стандартный (классический) метод GUM;
2) метод Монте-Карло;
3) метод Крагтена (метод электронных таблиц).
4) метод наименьших квадратов.

Метод GUM (Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement). Для оценивания неопределенности измерений широко применяют аналитические методы [1]. В основе их реализации лежит закон распространения неопределенности, заключающийся в приближении исходного модельного уравнения линейными членами ряда Тейлора, который в сочетании с методом суммирования дисперсий и ковариаций позволяет получить выражение для вычисления суммарной стандартной неопределенности выходной величины (неопределенности результата измерения) $\boldsymbol{u_c(y)}$ в виде:

$$\boldsymbol{u_c(y)} = \sqrt{\sum_{i=1}^{m} \boldsymbol{c_i^2}\, \boldsymbol{u^2(x)} + \boldsymbol{2} \sum_{i=1}^{m-1} \sum_{j=j}^{m} \boldsymbol{r_{ij} c_i c_j u(x_i) u(x_j)}} \ ,$$

где $\boldsymbol{u(x_i)}$ – неопределенность i-й входной величины $\boldsymbol{x_i}$; $\boldsymbol{c_i}$ – коэффициент чувствительности; $\boldsymbol{r_i}$ – коэффициент попарной корреляции между i-й и j-й входными величинами.

Расширенная неопределенность выходной величины в [1] оценивается на основе определения эффективного числа степеней свободы.

МЕТОД МОНТЕ-КАРЛО. Наиболее универсальным численным методом является метод статистического моделирования (Монте-Карло) [11], базирующийся на генерации значений входных величин в виде случайных чисел с заданным законом распределения и нахождении закона распределения измеряемой (выходной) величины по соответствующей ей совокупности получаемых случайных чисел. Применение метода Монте-Карло позволяет избавиться от погрешностей, связанных с отбрасыванием старших членов разложения в ряд Тейлора при проведении процедуры линеаризации. В методе Монте-Карло входные величины $X_1, X_2, \dots X_m$ представляются как случайные величины с плотностями распределения вероятностей $g_1, g_2, \dots g_m$. Математические ожидания и стандартные отклонения этих распределений вероятности эквивалентны оценкам входных величин $x_1, x_2, \dots x_m$ и их стандартным неопределенностям $u_1, u_2, \dots u_m$ соответственно. В этом случае применение метода Монте-Карло заключается в выполнении следующих операций: 1) генерирование m массивов случайных чисел $x_j, j = 1, 2, \dots, m$ заданного объема n (n = 105 – 106), подчиняющихся требуемым законам распределения; 2) получение массива оценки выходной величины y объема n; 3) вычисление оценок параметров полученного распределения: математического ожидания, суммарной стандартной неопределенности, коэффициента охвата и расширенной неопределенности; 4) повторение l раз (l = 50 – 100) шагов 1 – 3 с получением усредненных значений оценок перечисленных в п. 3 параметров и вычислением оценки их СКО для определения их достоверности.

МЕТОД КРАГТЕНА. Данный метод подразумевает собой метод электронных таблиц, который можно использовать для упрощения расчетов при нахождении неопределенности измерений [12].

Метод наименьших квадратов. Одним из основных математических методов обработки опытных данных является метод наименьших квадратов (МНК). Численные параметры выбираются из условия минимума суммы квадратов отклонений измеренных значений от расчетных значений аппроксимирующей функции. Смысл этого условия заключается в том, что достоверность результатов аппроксимации, полученных с использованием этого условия тем выше, чем меньше сумма квадратов отклонений. Полученные при подгонке параметры, свободный член и угловой коэффициент линейной зависимости вместе с оценками их дисперсий и ковариации могут быть использованы для определения по градуировочной характеристике значений поправки и ее стандартной неопределенности.

Выводы. Классический подход GUM в настоящее время по-прежнему является самым широко применяемым методом, используемым для оценки неопределенности измерений в метрологии. Несмотря на его ограничения, он очень хорошо подходит для широкого спектра измерительных систем и моделей.

Однако использование численных методов, таких, как моделирование методом Монте-Карло, все чаще рекомендуются Объединенным комитетом по руководству в метрологии (JCGM) и Международным бюро мер и весов (BIMP) как ценная альтернатива подходу GUM. Моделирование методом Монте-Карло дает результаты для более широкого диапазона моделей, в том числе ситуаций, когда приближения GUM могут быть недостаточными, например, когда модели содержат нелинейные составляющие или когда существует большой негауссовский источник входной величины, который преобладает над другими.

Подход Крагтена дает оценку неопределенности, практически совпадающую с оценкой по GUM, поэтому с целью упрощения расчетов его рекомендуется использовать для сложных выражений.

Там, где распределения существенно отличаются от нормальных, подходы Крагтена и базового GUM дают искаженную оценку стандартной неопределенности, тогда как метод Монте-Карло позволяет определить закон распределения выходной величины и, соответственно, отобразить реальный «интервал покрытия».

Метод наименьших квадратов используется в целях калибровки для оценки неопределенностей, связанных с кратковременными и долговременными случайными изменениями результатов сличений материальных эталонов с неизвестными размерами единиц величин (например, концевых мер длины, эталонов массы) с эталонами сравнения с известными передаваемыми размерами единиц величин. Ведь существует много ситуаций, иногда довольно сложных, требующих применения разных статистических методов. Поэтому для получения оценки x_i входной величины X_i можно использовать функциональную зависимость, полученную по экспериментальным данным методом наименьших квадратов. Выборочные оценки дисперсий и стандартных отклонений параметров функциональной зависимости, а также значений, прогнозируемых по данной функциональной зависимости, могут быть легко вычислены с помощью хорошо известных статистических процедур.

Метод Крагтена. Метод Крагтена подробно рассмотрен в [12]. Руководство [4] также содержит несколько примеров по применению метода Крагтена в области аналитической химии.

Практически метод Крагтена представляет собой оценку неопределенности измерения по методу GUM с использованием электронных таблиц Excel. Различие заключается в выполнении пятого этапа по оцениванию неопределенности измерения по методу GUM: «Расчет суммарной стандартной неопределенности» [1].

На данном этапе при вычислении коэффициентов чувствительности ci требуется расчет частных производных от функции измерений, что часто вызывает трудности у метрологов. Метод Крагтена упрощает этот расчет, для чего используется таблица Excel.

В выражении:

$$u\left(y\left(x_i, x_2, \dots, x_n\right)\right) = \sqrt{\sum_{i=1,n}\left(\frac{\partial y}{\partial x_i}u\left(x_i\right)\right)^2 + \sum_{i,k=1,n}\frac{\partial y}{\partial x_i}\frac{\partial y}{\partial x_k}u\left(x_i, x_k\right)}$$

при условии, что либо y(x1, x2...xn) является линейной функцией от xi, либо u(xi) мало по сравнению с xi, частные производные можно аппроксимировать:

$$\frac{\partial y}{\partial x_i} \approx \frac{y(x_i + u(x_i)) - y(x_i)}{u(x_i)}$$

$$u(x_i)\frac{\partial y}{\partial x_i} \approx y(x_i + u(x_i)) - y(x_i) = u(y, x_i)$$

Таким образом, неопределенность u(y,xi) представляет собой разность значений Y, вычисленных для [xi+u(xi)] и xi соответственно.

Допущение о линейности или малости u(xi)/xi не будет выполняться строго во всех случаях. Несмотря на это, данный метод обеспечивает точность, приемлемую для практических целей, учитывая другие допущения при оценке значений u(xi).

Метод Крагтена для вычисления неопределенности заключается в определенном правиле заполнения электронной таблицы Excel (таблица 1).

Таблица 1 – Электронная таблица Крагтена

	A	B	C	D	E
1		u(p)	u(q)	u(r)	u(s)
2					
3	p	p+u(p)	p	p	p
4	q	q	q+u(q)	q	q
5	r	r	r	r+u(r)	r
6	s	s	s	s	s+u(s)
7					
8	y=f(p, q, r,s)	y=f(p', q, r, s)	y=f(p, q', r, s)	y=f(p, q, r', s)	y=f(p, q, r, s')
9		u(y,p)	u(y,q)	u(y,r)	u(y,s)
10	u(y)	$u(y,p)^2$	$u(y,q)^2$	$u(y,r)^2$	$u(y,s)^2$
11	U(y)				

Предположим, что результат *y* является функцией четырех параметров: *p, q, r, s.* В электронную таблицу вносятся исходные данные: значения *p, q, r, s* и формула *f* для вычисления *y* в столбец A таблицы 1. Значения неопределенностей *u(p), u(q), u(r) u u(s),* предварительно рассчитанные, размещаются в строке 1. Остальные ячейки заполняются данными, как указано в таблице 1. Значение *f(p+u(p), q, r, s),* в таблице обозначено как *f(p', q, r, s)*. Ячейка C8 рассчитывается *f(p, q+u(q), r, s),* в таблице обозначено как *f (p, q', r, s)* и так далее. В строке 9 для столбцов B, C, D, E рассчитываются значения $u(y, x_i)$ по формуле (1), где x_i – значения *p, q, r, s*. Для получения стандартной неопределенности u(y) значения ячеек B9, C9, D9, E9 возводятся в квадрат, суммируются и затем извлекается квадратный корень: $u(y, x_i)^2$ заносятся в строку 10, а квадратный корень суммы – суммарная стандартная неопределенность u(y) – в A10; для получения расширенной неопределенности U(y) значение суммарной стандартной неопределённости умножается на коэффициент охвата и заносится в ячейку A11.

Если какие-либо из переменных являются коррелированными, к сумме в A10 добавляется необходимый в таких случаях дополнительный член. Например, если *p* и *q* коррелируются и коэффициент корреляции равен r(p,q), то тогда до того, как извлекается квадратный корень, к вычисленной сумме в A10 добавляется дополнительный член *2*r(p,q)*u(y,p)*u(y,q).* Поэтому корреляцию можно легко включать в рассмотрение, добавляя в таблицу соответствующие дополнительные члены.

При кажущейся простоте реализации электронной таблицы Крагтена в Excel ее построение вызывает множество вопросов у метрологов.

Разработка. ПО может быть использовано для оценки неопределенности измерения на любой поверочной установке, на любом учебном лабораторном стенде по поверке средств измерений, а также, как виртуальный комплекс-тренажер для обучения персонала.

Условием применения ПО является:

- ввод уравнения измерения;
- ввод значений входных параметров, входящих в уравнение измерения;
- ввод значений стандартных неопределенностей входных параметров.

Автоматизированная программа разработана в среде графического программирования LabView и состоит из нескольких подпрограмм: Calc Formula; Calc Matrix; Create Table; Insert Table Data; Insert Table Head.

В подпрограмме Calc Formula происходит расчет функции измерения. Так как в функции измерения могут выполняться разные арифметические операции, данная подпрограмма обеспечивает расчет с помощью функции Parse Formula Node VI, разработанной National Instruments.

В подпрограмме «Calc Matrix» происходит создание матрицы из значений входных параметров и их неопределенностей.

Подпрограмма «Create Table» реализует электронную таблицу, которая заполнится значениями созданной матрицей и данными, полученными при расчете суммарной стандартной и расширенной неопределенностей. В дальнейшем это позволит пользователю сохранить в файл любого формата (блокнот, Word, Excel) таблицу с результатами.

В подпрограмме «Insert Table Data» происходит инвертирование и создание таблицы из входных параметров, значений входных параметров, их неопределенностей и результата функции измерения.

Подпрограмма ««Insert Table Head» включает в себя таблицы из предыдущих подпрограмм и матрицу. Также в данной подпрограмме происходит расчет функции измерения для значений каждого столбца. Далее разность между исходной функцией измерения и функцией измерения j-столбца. Полученные результаты возводятся в квадрат полученной разности для каждого столбца. В итоге рассчитывается суммарная стандартная неопределенность, как корень квадратный из суммы всех возведенных в квадрат разностей и расширенная неопределенность как произведение суммарной стандартной неопределенн ости и коэффициента охвата.

На разработанную программу получено Свидетельство об интеллектуальной собственности [13]. Основные технические характеристики: ОС Windows XP и выше; объем ПО – 65 Мб; требуемая оперативная память – не меньше 2 Гб. Среда программирования – NI LabVIEW (USA), версия 8.5. Тип реализующей ЭВМ: персональный компьютер, ноутбук; тип процессора – Intel Core i2 и выше.

На рисунке 2 приведена стартовая страница разработанной программы.

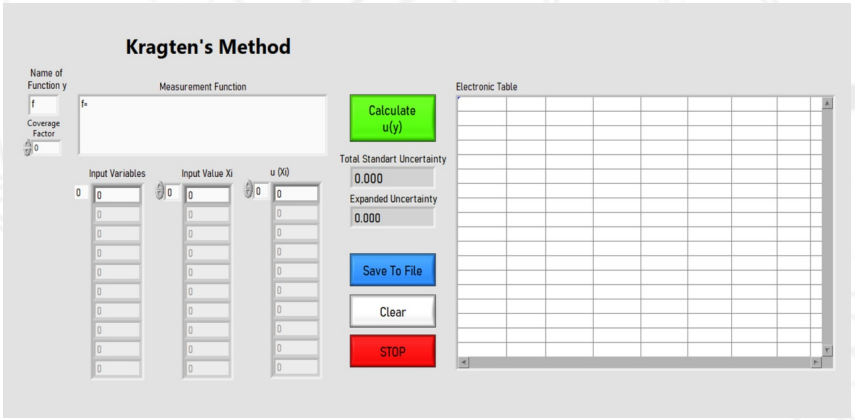


Рисунок 2 – Интерфейс программы автоматизированного расчета неопределенности измерения методом Крагтена

Пример применения ПО. Расчет неопределенности относительной погрешности электромагнитного расходомера (ЭМР)ЭМР методом Крагтена с помощью автоматизированной программы.

В результате проведения поверки электромагнитного расходомера получены значения расходов поверяемого расходомера - Qr и эталонного (кориолисового) расходомера - Qp, известны исходные значения величин погрешностей dr, dp, Δp из технических характеристик расходомеров (таблица 2). Для расчета неопределенности относительной погрешности ЭМР с помощью автоматизированной программы выполнены следующие указания.

В поле «Input Variables» вводятся наименования входных параметров. Обозначим их как a, b, c, d и e (рисунок 2). В поле «Input Value» введены числовые значения входных величин. В поле u(X_i) введены стандартные неопределенности входных величин.

Таблица 2 – Входные данные

Исходная величина	Наименование для поля «Input Variables»	Значения для поля «Input Value»	Значения для поля u(X_i)	Значение для поля «Coverage Factor»
dr	a	0,1	0,029	2
dp	b	0,01	0,058	
Δp	c	0,1	0,0029	
Qr	d	300,022	0.255	
Qp	e	300,002	0.227	
Исходная функция измерения		Функция измерения для программы		
$= \frac{(Q_r \pm d_r) - (Q_p \pm \Delta_p \pm d_r)}{(Q_p \pm \Delta_p \pm d_r)} \cdot 100\%$		f=((d+a)-(e+c+b))/ (e+c+b)*100		

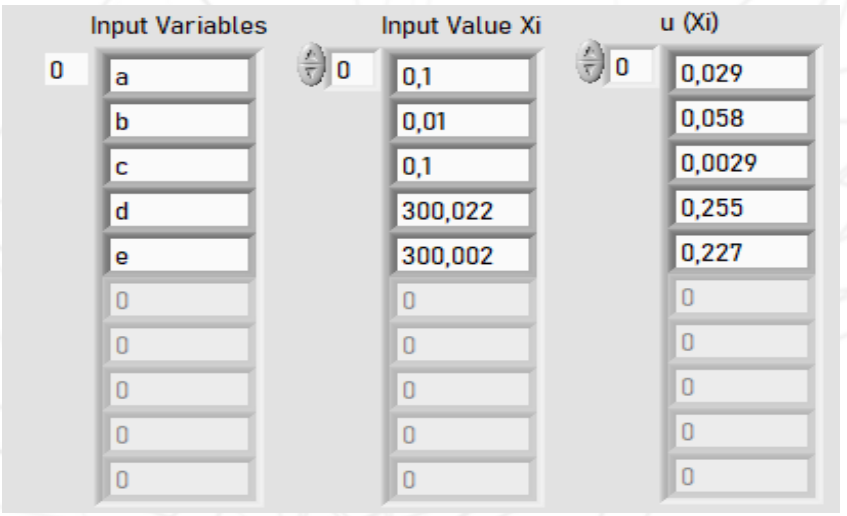


Рисунок 2 – Ввод входных данных

В поле «Name of Function y» вводится наименование функции измерения, в данном случае – f.

В поле «Coverage Factor» введено значение коэффициента охвата.

В поле «Measurement Function» (рисунок 3) введена функция измерения из таблицы 2.

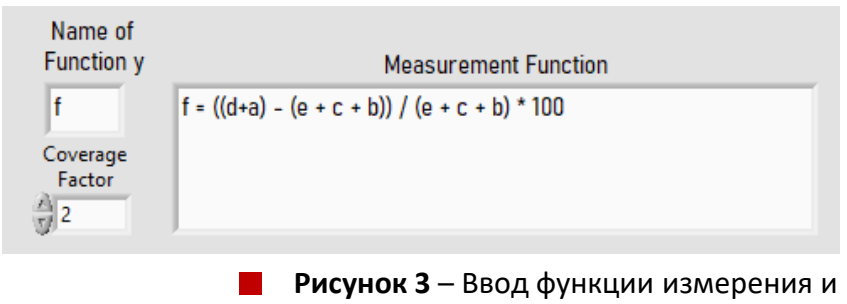


Рисунок 3 – Ввод функции измерения и коэффициента охвата

Общий вид программы расчета неопределенности относительной погрешности ЭМР методом Крагтена показан на рисунке 4. Для рассчета суммарной стандартной и расширенной неопределенностей, нажать на кнопку «Calculate u(y)». Далее в поле «Total Standart Uncertainty» появится значение суммарной стандартной неопределенности, равное 0,116; в поле «Expanded Uncertainty» - значение расширенной неопределенности, равное 0,2315. Для завершения процесса расчета неопределенности относительной погрешности ЭМР нажать кнопку «Stop».

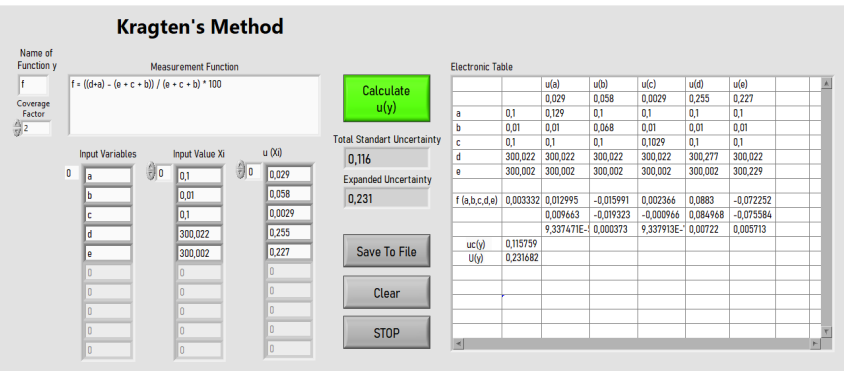


Рисунок 4 – Результаты расчета неопределенности относительной погрешности ЭМР методом Крагтена

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. В статье приведен обзор и анализ четырех метода оценивания неопределенности измерения.

В большинстве случаев методы GUM, Крагтена и Монте-Карло дают практически одинаковое значение для стандартной неопределенности, связанной с оценкой измеряемой величины. Различия становятся очевидными, когда распределения далеки от нормальных и результат измерения нелинейно зависит от одной или нескольких входных величин. Там, где есть существенная нелинейность, не рекомендуется применять базовый подход GUM. Однако, нелинейность можно учесть в GUM путем включения в расчеты членов более высокого порядка.

Совместное использование классического метода GUM, метода Крагтена, метода Монте-Карло и метода наименьших квадратов полезно для разработки подходящей стратегии, поскольку каждый из четырех подходов освещает разные стороны проблемы.

В работе рассмотрена разработка программы автоматизированного расчета неопределенности измерения методом Крагтена. Приведен пример использования разработанного ПО для оценки неопределенности относительной погрешности электромагнитного расходомера при проведении его поверки.

В программном обеспечении «Автоматизированный расчет неопределенности измерения методом Крагтена» выполняется оценка неопределенности измерения любых величин независимо от сложности уравнения измерения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[1] Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement: First edition. ISO, Geneva, 1993.

[2] Руководство ИСО/МЭК 98-3:2008 «Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения» [ISO/IEC Guide 98–3:2008 «Uncertainty of measurement — Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995)»]

[3] Ellison SLR. Implementing measurement uncertainty for analytical chemistry: The Eurachem guide for measurement uncertainty. Metrologia. 2014;51:S199-S205.

[4] EURACHEM/CITAC Guide CG4. Quantifying uncertainty in analytical measurement, 3rd ed./ Ed.S.L.R. Ellison (LGC,UK), A.Williams (UK), 2012 – 141p.

[5] DKD-3 Angabe der Meβunsicherheit bei Kalibrirungen: Phisikalisch-Technischen Bundesanstalt, Braunschweig, 1998.

[6] Khan S., Tashibayeva A. Development of program for estimating the measurement uncertainty at the calibration of electromagnetic flowmeters: Vestnik AUPET (ISSN 1999-9801), Almaty. - 2017. – 2(37). -P. 27-34.

[7] Khan S.G., Tashibayeva A.E., Bukayeva G. Development of program for estimating of corolis flowmeters' measurement uncertainty: Vestnik AUPET (ISSN 1999-9801), Almaty. - 2018. – 1(40). -P. 34-39.

[8] Vasilevskiy O.M. Calibration method to assess the accuracy of measurement devices using the theory of uncertainty. International Journal of Metrology and Quality Engineering (IJMQE). Int. J. Metrol. Qual. Eng. 5, 403 (2014).

[9] Marcus Augusto Lyrio Traple, Alessandro Morais Saviano, Fabiane Lacerda Francisco, Felipe Rebello Lourenco. Measurement uncertainty in pharmaceutical analysis and its application. Jorunal of pharmaceutical analysis, 2014.

[10] SO/IEC 17025:2019. "General Requirements for the Competence of Testing and Calibration Laboratories". - Switzerland, 2019.

[11] JCGM 101:2008. Evaluation of measurement data—Supplement 1 to the "Guide to the expression of uncertainty in measurement"—Propagation of distributions using a Monte Carlo method. Joint Committee for Guides in Metrology. 2008.

[12] Kragten, J., "Calculating Standard Deviations and Confidence Intervals with a Universally Applicable Spreadsheet Technique," Analyst, vol. 119, pp. 2161-2165, 1994, https://doi.org/10.1039/an9941902161.

[13] Хан С.Г., Серикова А. А. Программное обеспечение (ПО ЭВМ) «Автоматизированный расчет неопределенности измерения методом Крагтена». Свидетельство о внесении сведений в государственный реестр прав на объект, охраняемый авторским правом. № 11322 от 10.07.2020.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
SMART
84.01.29: Информационная деятельность
DOI 10.64513/Smart/2025.1.7

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ЛАБОРАТОРИЯЛЫҚ БАЗАСЫ. ҚАУІПСІЗДІК ЖӘНЕ ДАМУ БОЛАШАҒЫ.

АҢДАТПА

Аңдатпа. Мақалада өнімнің қауіпсіздігін қамтамасыз етуде және ұлттық экономиканың бәсекеге қабілеттілігін арттыруда шешуші рөл атқаратын Қазақстан Республикасының зертханалық инфрақұрылымының (базасының) өзекті мәселелері қарастырылады. Мақалада сынақ зертханаларының заманауи жабдықтармен жеткіліксіз жабдықталуы және қажетті сынақ әдістерінің болмауы мәселелеріне ерекше назар аударылады. Бұл фактор өнімді сертификаттау мүмкіндігін едәуір қиындатады немесе толығымен жояды, бұл оның отандық нарыққа жедел шығуына жол бермейді. Мұндай проблемалар экономиканың негізгі секторларына, соның ішінде тамақ, өнеркәсіп және құрылыс салаларына әсер етеді.

Мақалада мемлекеттік органдар мен бизнес-қоғамдастықтың міндетті қатысуын көздейтін зертханалық базаны дамытуға кешенді тәсілді енгізу ұсынылады. Бұл тәсіл елдің ішкі және сыртқы нарықтардағы позициясын нығайта отырып, осы саладағы жағдайды едәуір жақсартуға мүмкіндік береді.

Кілт сөздер: сынақ зертханалары, сынақ әдістері, бәсекеге қабілеттілік, өнім қауіпсіздігі, зертханаларды аккредиттеу.

А. Раззаренов, "Қазақстан стандарттау және метрология институты" РМК, Техникалық реттеу жөніндегі үйлестіру орталығының басшысы, Астана қ., Қазақстан Республикасы. **E-mail:** a.razzarenov@ksm.kz

Ғ. Мұқыжанов, "Қазақстан стандарттау және метрология институты" РМК, Техникалық реттеу жөніндегі үйлестіру орталығы басшысының орынбасары, Астана қ., Қазақстан Республикасы. **E-mail:** g.mukyzhanov@ksm.kz

Ш. Габдуллина, "Қазақстан стандарттау және метрология институты" РМК, Техникалық реттеу жөніндегі үйлестіру орталығының сарапшысы, Астана қ., Қазақстан Республикасы. **E-mail:** sh.gabdullina@ksm.kz

ЛАБОРАТОРНАЯ БАЗА РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН. ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ.

АННОТАЦИЯ

Аннотация: В статье рассматриваются актуальные проблемы лабораторной инфраструктуры (базы) Республики Казахстан, которая играет ключевую роль в обеспечении безопасности продукции и повышении конкурентоспособности национальной экономики. Особое внимание в статье уделено проблемам недостаточной оснащенности испытательных лабораторий современным оборудованием и отсутствию необходимых методов испытаний. Этот фактор существенно затрудняет или полностью исключает возможность проведения сертификации продукции, что препятствует ее оперативному выходу на отечественный рынок. Проблемы такого рода затрагивают ключевые сектора экономики, включая пищевую, промышленную и строительную отрасли.

В статье предлагается внедрение комплексного подхода к развитию лабораторной базы, предусматривающего обязательное участие государственных органов и бизнес-сообщества. Такой подход позволит значительно улучшить ситуацию в данной сфере, укрепив позиции страны как на внутреннем, так и на внешнем рынках.

Ключевые слова: испытательные лаборатории, методы испытаний, конкурентоспособность, безопасность продукции, аккредитация лабораторий.

А. Раззаренов, РГП «Казахстанский институт стандартизации и метрологии», руководитель Координационного центра по техническому регулированию, г. Астана, Республика Казахстан. **E-mail:** a.razzarenov@ksm.kz

Г. Мукыжанов, РГП «Казахстанский институт стандартизации и метрологии», заместитель руководителя Координационного центра по техническому регулированию, г. Астана, Республика Казахстан. **E-mail:** g.mukyzhanov@ksm.kz

Ш. Габдуллина, РГП «Казахстанский институт стандартизации и метрологии», эксперт Координационного центра по техническому регулированию, г. Астана, Республика Казахстан. **E-mail:** sh.gabdullina@ksm.kz

LABORATORY BASE OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN. SECURITY AND DEVELOPMENT PROSPECTS.

ANNOTATION

Annotation: The article discusses the current problems of the laboratory infrastructure (base) of the Republic of Kazakhstan, which plays a key role in ensuring product safety and increasing the competitiveness of the national economy. Special attention is paid in the article to the problems of insufficient equipment of testing laboratories with modern equipment and the lack of necessary test methods. This factor significantly complicates or completely excludes the possibility of certification of products, which prevents its prompt entry into the domestic market. Problems of this kind affect key sectors of the economy, including the food, industrial and construction industries.

The article proposes the introduction of an integrated approach to the development of the laboratory base, which provides for the mandatory participation of government agencies and the business community. This approach will significantly improve the situation in this area, strengthening the country's position in both domestic and foreign markets.

Keywords: testing laboratories, test methods, competitiveness, product safety, laboratory accreditation.

A. Razzarenov, RSE "Kazakhstan Institute of Standardization and Metrology", Head of the Coordination Center for Technical Regulation, Astana, Republic of Kazakhstan. **E-mail:** a.razzarenov@ksm.kz

G. Mukyzhanov, RSE "Kazakhstan Institute of Standardization and Metrology", Deputy Head of the Coordination Center for Technical Regulation, Astana, Republic of Kazakhstan. **E-mail:** g.mukyzhanov@ksm.kz

S. Gabdullina, RSE "Kazakhstan Institute of Standardization and Metrology", expert of the Coordination Center for Technical Regulation, Astana, Republic of Kazakhstan. **E-mail:** sh.gabdullina@ksm.kz



ВВЕДЕНИЕ

С развитием глобализации и ростом международной торговли, обеспеченность продукции международными стандартами и соответствие базовым требованиям безопасности становятся ключевыми факторами для повышения конкурентоспособности стран. В рамках Евразийского экономического союза (ЕАЭС) приняты ряд технических регламентов, которые регулируют безопасность продукции, находящейся в обращении на территории союза. Однако для их эффективного применения необходимо наличие испытательных лабораторий, оснащенных соответствующими методами и оборудованием для проведения широкого спектра исследований в соответствии с установленными стандартами.

В Республике Казахстан есть определенные проблемы с обеспечением лабораторий необходимыми методами и оборудованием. Эти проблемы могут привести к увеличению сроков сертификации продукции, что затрудняет ее оперативный выпуск на рынок, в то время как производители других стран ЕАЭС, не сталкиваясь с аналогичными трудностями, имеют преимущество в стабильности выпуска своей продукции.

В статье рассматриваются актуальные проблемы испытательной базы в Казахстане и возможные решения, направленные на повышение конкурентоспособности страны и укрепление ее позиций на рынке ЕАЭС.

Обзор текущего состояния испытательной базы по техническим регламентам ЕАЭС и национальным техническим регламентам.

ПИЩЕВАЯ ПРОДУКЦИЯ.

Один из важнейших сегментов экономики Казахстана – это производство пищевой продукции, которая должна соответствовать требованиям безопасности. Однако, несмотря на наличие технических регламентов, некоторые из них обеспечены лишь частично. Например, по техническим регламентам, устанавливающим требования безопасности к пищевой продукции, в том числе к мясу птицы и масложировой продукции, в Казахстане нет испытательных лабораторий имеющих возможность проводить анализ по показателям, таким как определение максимальных допустимых уровней (МДУ) антибиотиков, перечень которых утвержден решением Совета ЕЭК от 23.06.2023 № 70.

По информации ведомственных испытательных лабораторий Министерства здравоохранения Республики Казахстан и Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан, основным методом определения МДУ антибиотиков является высокоэффективная жидкостная хроматография, которая обеспечивает высокую точность, чувствительность и достоверность получаемых данных. Стоимость оборудования для проведения таких исследований составляет порядка 400 млн.тенге.

В то же время приобретение указанного оборудования и расширение области аккредитации этих лабораторий уже находится в процессе. В будущем, по мере расширения аккредитации, казахстанские лаборатории смогут выполнять более широкий спектр исследований, что существенно обезопасит рынок пищевой продукции Казахстана.

Другим важным направлением является контроль за содержанием диоксинов в молочной и масложировой продукции. Методы, применяемые для анализа, идентичны используемым в исследованиях мясной и рыбной продукции. Отечественные испытательные лаборатории уже обладают необходимыми компетенциями и оборудованием, что позволяет рассчитывать на решение данной задачи после расширения их областей аккредитации.

Следует отметить, что в некоторых случаях отсутствие лабораторий становится причиной необеспеченности технических регламентов методами испытаний. Например, в техническом регламенте на зерно отсутствуют методы испытаний для определения максимально допустимого уровня 150 наименований пестицидов, а в техническом регламенте на пищевые добавки – методы для 114 из 265 показателей по гигиеническим нормативам.

Если для решения проблемы по техническому регламенту на зерно 26 ноября 2024 года был актуализирован перечень стандартов, включающий методики для определения всего перечня пестицидов, что позволит обеспечить регламент необходимыми инструментами контроля безопасности, то по пищевым добавкам работа в данном направлении должна быть продолжена.

Следует отметить, что перечень стандартов к техническому регламенту по зерну был актуализирован Республикой Казахстан и вступает в силу 29 мая 2025 года.

ПРОМЫШЛЕННАЯ ПРОДУКЦИЯ.

Отсутствие необходимого испытательного оборудования наблюдается и в сфере промышленной продукции. Особенно это касается железнодорожного транспорта и машиностроения, где необходимо проведение сложных испытаний, таких как электромагнитная совместимость, климатические и вибрационные испытания, пожарная безопасность кабельной продукции и другие.

Одной из причин отсутствия возможности проводить необходимые испытания в Республике Казахстан является высокая стоимость испытательного оборудования, а также недостаточность или малый объем отечественного производства, что приводит к низкому спросу на эти виды испытаний.

Практика последних лет показывает, что отечественные предприниматели, для оценки соответствия машин и оборудования, в том числе для железнодорожного транспорта, пользуются услугами испытательных лабораторий Российской Федерации и Республики Беларусь. Такой подход, хотя и решает проблему временно, не способствует развитию отечественной лабораторной инфраструктуры и увеличению самостоятельности Казахстана в области оценки соответствия продукции.

Однако введение санкций против России и Беларуси, некоторыми зарубежными странами, ограничило доступ к испытательным центрам, где ранее проводились испытания импортного оборудования. Это создает серьезные риски для производственного потенциала Казахстана, поскольку предприятиям становится все труднее получать необходимую сертификацию продукции, включая запасные части и комплектующие.

В результате, многие казахстанские компании оказываются в затруднительном положении. Особенно остро эта проблема стоит для высокотехнологичной продукции и критически важных компонентов, которые необходимы для функционирования различных отраслей экономики, включая машиностроение, железнодорожный транспорт, энергетику и другие.

Казахстанские предприниматели уже сталкиваются с этими трудностями, и в ближайшие годы ситуация может усугубиться из-за недостаточной инфраструктуры для проведения необходимых испытаний в стране. Для обеспечения устойчивого развития производства и поддержания конкурентоспособности отечественной продукции на международных рынках необходимо ускоренно развивать отечественные лаборатории.



В свою очередь, сложившаяся ситуация на международной арене открывает для Казахстана новые возможности. В условиях, когда продукция европейского производства не может быть ввезена в некоторые страны ЕАЭС, Казахстан имеет потенциал стать альтернативной площадкой для локализации производства некоторых видов продукции и проведения испытаний по требованиям технических регламентов. Это, в свою очередь, позволит повысить «лабораторный суверенитет» страны и снизить зависимость от зарубежных испытательных центров.

Стоит отметить и потенциал отечественных лабораторий. К примеру, на протяжении многих лет, дорожные ограждения, являющиеся объектом технического регламента по безопасности автомобильных дорог, проходили испытания только в Российской Федерации, так как для оценки соответствия ограждений необходимо проверить его «уровень удерживающей способности», для чего требуются натурные испытания, предполагающие проведение краш-тестов на специализированном полигоне с использованием как легковых, так и грузовых автомобилей.

При этом, согласно информации от представителей бизнеса, на проведение краш-тестов дорожных ограждений в лабораториях Российской Федерации очередь составляет несколько лет.

В Казахстане есть возможность для проведения таких испытаний. Одна из лабораторий уже располагает необходимым оборудованием и готовым полигоном для краш-тестов. Для полноценного использования этих возможностей требуется наличие заявок на проведение испытаний. Увеличение спроса и активизация заявок позволят максимально эффективно использовать имеющийся потенциал и снизить зависимость от зарубежных центров.

СТРОИТЕЛЬНАЯ ПРОДУКЦИЯ.

Важную роль в национальной экономике также играют строительные материалы. Однако и здесь имеются проблемные вопросы с испытательной базой. Но в отличии от пищевой и промышленной продукции, строительная продукция регулируется национальными техническими регламентами, соответственно нет возможности закрыть существующие проблемные вопросы при помощи испытательных лабораторий других государств-членов ЕАЭС.

На сегодня остро стоят вопросы по лабораторной базе для проведения испытаний строительных изделий из стекла, в том числе пулестойких стекол, а также бетонных и железобетонных конструкций по показателю огнестойкости.

Следует отметить, что технический регламент по строительным материалам был пересмотрен в 2023 году, одним из основных нововведений которого является принятие перечней стандартов, которого ранее не было. Со вступления в силу новой редакции регламента прошел всего один год, но несмотря на это, в настоящее время ведутся работы по внесению в него изменений. Данные изменения должны снять ряд вопросов, не учтенных в ходе пересмотра нового регламента, в том числе вопрос оценки соответствия бетонных и железобетонных конструкций по показателю огнестойкости.

Не менее важным инструментом для развития лабораторной базы являются инвестиции в эту сферу. Примером является опыт ОЮЛ «Казахстанская ассоциация производителей цемента и бетона «QazCem», который демонстрирует, как можно преодолеть существующие проблемы с обеспечением лабораторных испытаний.

В данном случае, скооперировавшись цементные заводы договорились с испытательной лабораторией, что позволило создать эффективное сотрудничество. Лаборатория приобрела необходимое оборудование, а заводы обеспечили ее заявками на проведение испытаний.



Такой подход гарантирует регулярный поток заявок, что способствует окупаемости инвестиций в оборудование и развитию лабораторных мощностей, одновременно соблюдая принцип «беспристрастности», что является ключевым в оценке соответствия продукции.

Этот пример показывает, как кооперация между производственными предприятиями и испытательными лабораториями может быть выгодной для обеих сторон, а также является наглядным примером того, как инвестиции в инфраструктуру и создание рабочих механизмов могут улучшить внутреннюю лабораторную базу. Более того, создание таких партнерств в различных отраслях поможет снизить зависимость от внешних испытательных центров, повышая «лабораторный суверенитет» страны.

В целом, существующие проблемы лабораторной базы затрагивают все сферы экономики и вопросы развития лабораторной инфраструктуры должны решаться не только производителями и субъектами аккредитации, но и всеми отраслевыми государственными органами, чья компетенция включает обеспечение безопасности и повышение конкурентоспособности продукции. Только комплексный подход, включающий взаимодействие всех заинтересованных сторон, позволит эффективно развивать лабораторную базу и повысить ее роль в обеспечении безопасности продукции на национальном и международном уровнях.

ВЫВОДЫ:

Рассмотреть возможность создания или дооснащения действующих испытательных лабораторий для проведения испытаний и подтверждения соответствия требованиям технических регламентов, включая прохождение аккредитации с расширением области аккредитации;

Рассмотреть вопрос привлечения инвестиций со стороны государства и частного сектора для создания современных лабораторий для проведения сложных испытаний, таких как натурные карш-тесты, новой строительной продукции, высокотехнологичной продукции и важных компонентов и т.д.;

Рассмотреть вопрос по созданию партнерств между производителями и испытательными лабораториями для обеспечения устойчивого спроса на услуги испытаний;

Предусмотреть разработку дополнительных стандартов, необходимых для проведения испытаний пищевой, промышленной и строительной продукции;

Обеспечить актуальность стандартов всех отраслей промышленности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Данные Национального бюро по статистике;
2. Данные официальных интернет-ресурсов государственных органов Республики Казахстан;
3. Данные ОЮЛ «Казахстанская ассоциация производителей цемента и бетона «QazCem»;
4. Аналитический обзор «Анализ и систематизация проектов технических регламентов, технических регламентов, документов по стандартизации за 2024 год, РГП «КазСтандарт»;
5. Данные официального интернет-ресурса РГП «Национальный центр аккредитации».

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
SMART
90.03:
Научные основы и технические средства метрологии и метрологического обеспечения
DOI 10.64513/Smart/2025.1.8

«ЭЛЕКТР ШАМАЛАРЫН ӨЛШЕУ САЛАСЫНДАҒЫ МЕТРОЛОГИЯЛЫҚ ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУДІҢ АҒЫМДАҒЫ ЖАЙ-КҮЙІН ТАЛДАУ (ТҰРАҚТЫ ТОК, ТҰРАҚТЫ КЕРНЕУ)»

АҢДАТПА

Аңдатпа: Мақала Қазақстан Республикасындағы тұрақты кернеуді, электр қозғаушы күшті (ЭҚК) және тұрақты электр тогының Күшін метрологиялық қамтамасыз етуді жетілдіру перспективалары мен ағымдағы жай-күйін талдауға арналған. Осы шамаларды өлшеудің негізгі әдістері, сондай-ақ экономиканың әртүрлі салаларында қолданылатын қолданыстағы жүйелер мен өлшеу құралдары қарастырылады. Метрологиялық қадағалау мәселелеріне және өлшемдердің осы түрлерін реттейтін стандарттарға, сондай-ақ мемлекеттік эталондардың жай-күйін және олардың халықаралық стандарттарға сәйкестігін талдауға ерекше назар аударылады. Мақалада сондай-ақ аккредиттеу субъектілерінің сауалнамасының нәтижелеріне, анықталған проблемаларға, трендтерге және метрология саласындағы қажеттіліктерге шолу, сондай-ақ осы саладағы метрологиялық қамтамасыз етудің жай-күйін жақсарту бойынша ұсыныстар берілген. Талдау нәтижелері бойынша қазіргі уақытта тұрақты кернеу мен токты өлшеу саласында жаңғырту немесе жаңа эталондар жасау, сондай-ақ нормативтік-құқықтық базаны өзектендіру талап етілмейтіні анықталды, өйткені ол қазіргі заманғы талаптар мен халықаралық стандарттарға сәйкес келеді.

Түйінді сөздер: тұрақты кернеу, электр қозғаушы күш, тұрақты электр тогы, эталондар, метрологиялық қамтамасыз ету, халықаралық стандарттар.

Н.Е. Сексембаев, «КазСтандарт» РМК бас маманы, Астана қ., Қазақстан Республикасы. **E-mail:** n.seksembayev@ksm.kz
Ж.Ж. Набиуллин, «КазСтандарт» РМК маманы, Астана қ., Қазақстан Республикасы. **E-mail:** zh.nabiullin@ksm.kz

«АНАЛИЗ ТЕКУЩЕГО СОСТОЯНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В ОБЛАСТИ ИЗМЕРЕНИЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН (ПОСТОЯННЫЙ ТОК, ПОСТОЯННОЕ НАПРЯЖЕНИЕ)»

АННОТАЦИЯ

Аннотация: Статья посвящена анализу текущего состояния и перспективам совершенствования метрологического обеспечения измерений постоянного напряжения, электродвижущей силы (ЭДС) и силы постоянного электрического тока в Республике Казахстан. Рассматриваются основные методы измерений этих величин, а также существующие системы и средства измерений, используемые в различных отраслях экономики. Особое внимание уделено вопросам метрологической прослеживаемости и стандартам, регулирующим эти виды измерений, а также анализу состояния государственных эталонов и их соответствия международным стандартам. В статье также представлен обзор результатов анкетирования субъектов аккредитации, выявленных проблем, трендов и потребностей в области метрологии, а также рекомендации по улучшению состояния метрологического обеспечения в этой области. По результатам анализа установлено, что в настоящее время не требуется модернизация или создание новых эталонов в области измерений постоянного напряжения и тока, а также актуализация нормативно-правовой базы, поскольку она соответствует современным требованиям и международным стандартам.

Ключевые слова: постоянное напряжение, электродвижущая сила, сила постоянного электрического тока, эталоны, метрологическое обеспечение, международные стандарты.

Н.Е. Сексембаев, главный специалист РГП «КазСтандарт», г. Астана, Республика Казахстан. E-mail: n.seksembayev@ksm.kz
Ж.Ж. Набиуллин, специалист РГП «КазСтандарт», г. Астана, Республика Казахстан. E-mail: zh.nabiullin@ksm.kz

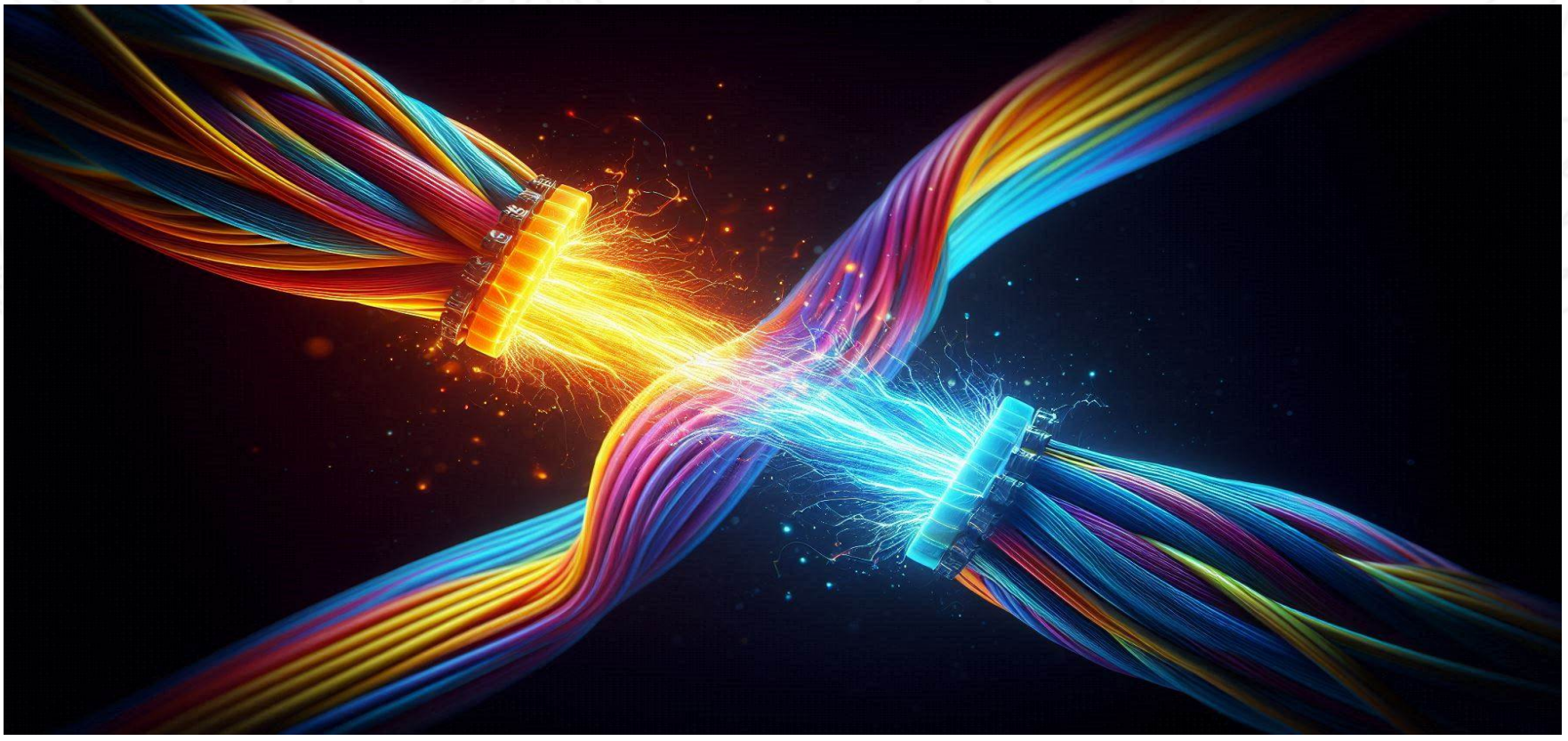
"ANALYSIS OF THE CURRENT STATE OF METROLOGICAL SUPPORT IN THE FIELD OF MEASUREMENTS OF ELECTRICAL QUANTITIES (DC CURRENT, DC VOLTAGE)"

ANNOTATION

Annotation: The article is devoted to the analysis of the current state and prospects for improving the metrological support for measurements of direct voltage, electromotive force (EMF) and direct electric current in the Republic of Kazakhstan. The main methods of measuring these quantities are considered, as well as existing measurement systems and tools used in various sectors of the economy. Special attention is paid to the issues of metrological traceability and standards governing these types of measurements, as well as to the analysis of the state of state standards and their compliance with international standards. The article also provides an overview of the results of the survey of accreditation subjects, identified problems, trends and needs in the field of metrology, as well as recommendations for improving the state of metrological support in this area. Based on the results of the analysis, it has been established that modernization or creation of new standards in the field of direct voltage and current measurements, as well as updating of the regulatory framework, as it meets modern requirements and international standards, is not currently required.

Keywords: constant voltage, electromotive force, direct electric current, standards, metrological support, international standards.

N.E. Seksembayev, RSE «KazStandart», Astana, Republic of Kazakhstan. **E-mail:** n.seksembayev@ksm.kz
Zh.Zh. Nabiullin, RSE «KazStandart», Astana, Republic of Kazakhstan. **E-mail:** zh.nabiullin@ksm.kz



1. ВВЕДЕНИЕ

1.1 Общая информация о виде измерений:

Определение и важность данного вида измерений

В настоящее время Республика Казахстан обладает развитой структурой предприятий с наукоемким производством, где находят большое применение широкий парк средств измерений (далее – СИ) электрических величин, в том числе СИ напряжения постоянного электрического тока и электродвижущей силы (далее - э.д.с.) и СИ силы постоянного электрического тока, параметры которых являются одними из основных величин в электрической цепи, которые обязательно должны учитываться при расчетах, монтаже и эксплуатации электрических и особенно радиотехнических устройств.

Для метрологического обеспечения вышеперечисленных СИ по данному виду измерений созданы и эксплуатируются государственный первичный эталон (далее – ГПЭ) единицы постоянного напряжения и электродвижущей силы и государственный эталон (далее – ГЭ) единицы силы постоянного электрического тока. По конструктивному исполнению данные эталоны соответствуют современному международному уровню и позволяют осуществлять метрологическое обеспечение всех видов СИ в этой области измерений, которые эксплуатируются в Республике Казахстан.

Метрологическое обеспечение поверкой/калибровкой исходных прецизионных эталонов аккредитованных поверочных и калибровочных лабораторий на территории республики и широкого парка средств измерений с прослеживаемостью до государственного эталона с точностью порядка до 10-6…10-9 нВ (постоянное напряжение и э.д.с.) и 10-4…10-5 А (постоянный ток), повышает статус Института как государственного научного метрологического центра (далее – ГНМЦ) и подчеркивает важность и необходимость данных эталонов для отраслей экономики.

Методы измерения постоянного напряжения/э.д.с. и постоянного тока

Методы измерения постоянного напряжения/э.д.с. приведены в ГОСТ 8.027-2001 «Государственная поверочная схема для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы» и СТ РК 2.226-2012 «Государственный первичный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы», а измерения постоянного тока в ГОСТ 8.022-91 «Государственный первичный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне 1·10-16-30 А» и СТ РК 2.139-2007 «Государственный первичный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений единицы силы постоянного электрического тока в диапазоне от 1·10-15 до 1·10-9 А».

Область применения в данном виде измерений

На сегодняшний день в республике для измерения электрических величин (сила постоянного тока, постоянное напряжение/э.д.с.) используются прецизионные универсальные калибраторы «Fluke», «Transmille», прецизионные цифровые мультиметры «Fluke», «Transmille», «Agilent», «Keithley», цифровые универсальные вольтметры В7-77, В7-40, В7-45, микровольтметры В3-56, В3-57, цифровые и аналоговые амперметры, вольтметры, измерители и источники токов и напряжений, токовые шунты, меры напряжения и ЭДС Fluke 732B, нормальные элементы Х482 и др.

Данные СИ применяются в различных отраслях экономики, включая энергетическую, космическую, авиационную, машиностроительную, оборонную, нефтяную и газовую, металлургическую, железнодорожную, химическую, горнодобывающую, а также в электронной и радиоэлектронной промышленности.

1.2 Текущая ситуация:

По результатам ранее проводимого анализа вывозимых и необеспеченных поверкой/калибровкой по постоянному напряжению/э.д.с. и постоянному току в соответствии с диапазонами измерений государственных эталонов исходных эталонов и СИ юридических лиц нет, данные исходные эталоны и СИ юридических лиц метрологически обеспечены в Республике Казахстан и не вывозятся на поверку/калибровку за пределы Республики Казахстан.

2. АНКЕТИРОВАНИЕ-ОПРОС СУБЪЕКТОВ АККРЕДИТАЦИИ (СА)

2.1 Общая информация об анкетировании-опросе

24 организациям и предприятиям, занимающиеся измерением постоянного напряжения и тока, были направлены анкеты. По состоянию на начало 2025 года анкетирование прошли 6 организаций.

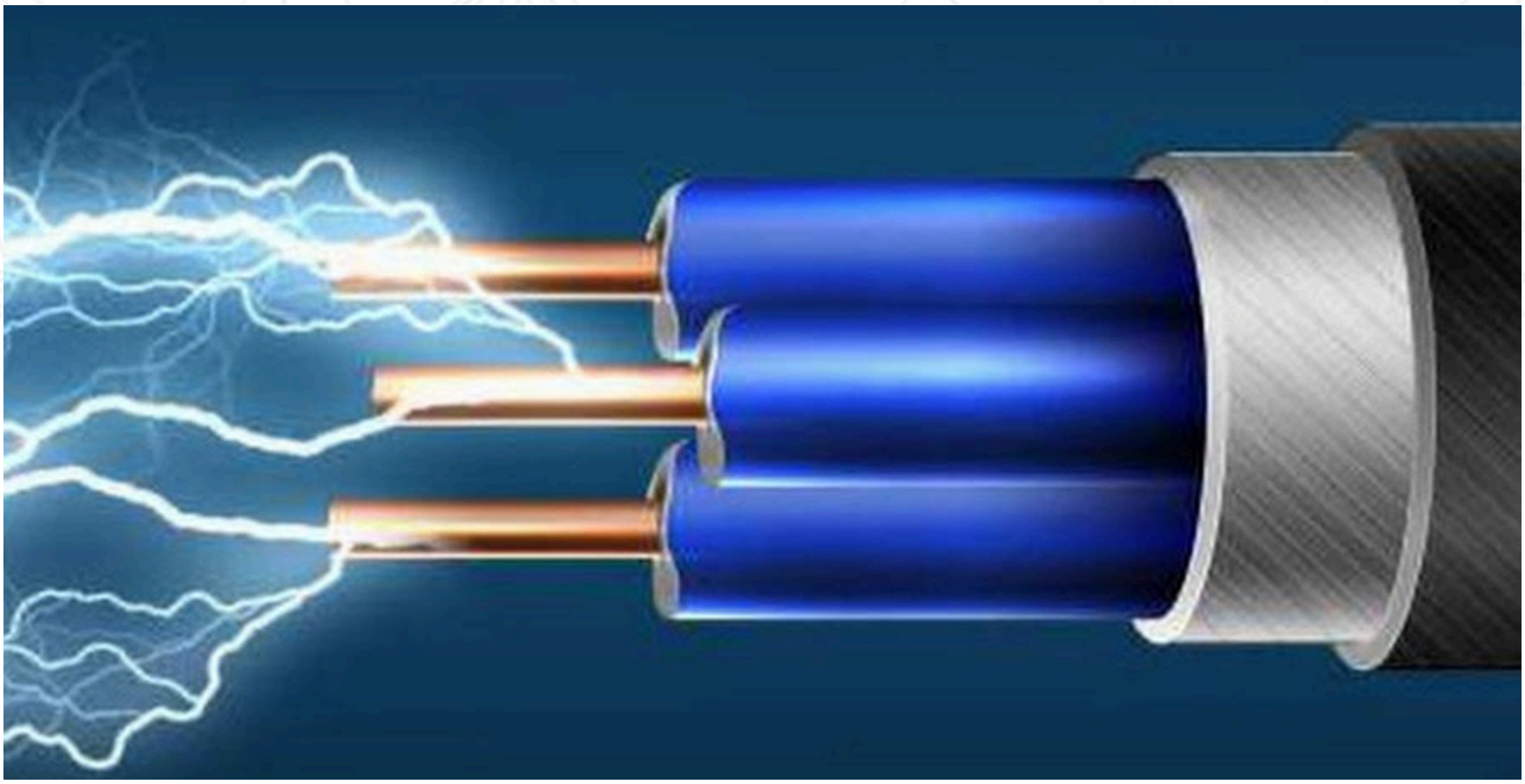
После проведения анкетирования проведен анализ полученных данных для выявления основных проблем, трендов и потребностей, сравнения с международной практикой и рекомендаций.

2.2 Анализ анкетирования-опроса

Результаты анализа потребностей и оснащенности предприятий и метрологических служб (далее – МС) средствами измерений в целях переоснащения и улучшения производства представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Анализ потребностей и оснащенности предприятий и МС средствами измерений в целях переоснащения и улучшения производства

НАИМЕНОВАНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ, МС	МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ, МС		СОПОДЧИНЕННОСТЬ К ГЭ	ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ СИ ПОВЕРКОЙ/КАЛИБРОВКОЙ	МОДЕРНИЗАЦИЯ ГЭ, ПРИ НЕОБЕСПЕЧЕННОСТИ ПОВЕРКОЙ/КАЛИБРОВКОЙ
	ПРИОБРЕТЕННЫЕ СИ	ПЛАНИРУЕМЫЕ К ПРИОБРЕТЕНИЮ СИ			
ТОО «КАЗАХСТАН ASELSAN ИНЖИНИРИНГ»	КАЛИБРАТОР FLUKE 5700	-	РГП «КАЗСТАНДАРТ»	ОБЕСПЕЧЕН	-
	МУЛЬТИМЕТР AGILENT 3458A	-	РГП «КАЗСТАНДАРТ»	ОБЕСПЕЧЕН	-
	ШУНТ ПОСТОЯННОГО ТОКА GUILDLINE9230-100	-	РГП «КАЗСТАНДАРТ»	ОБЕСПЕЧЕН	-
ТОО «КОРПОРАЦИЯ САЙМАН»	ТРЕХФАЗНЫЕ ЭТАЛОННЫЕ СЧЕТЧИКИ HS, PS	-	ФАА РГП «КАЗСТАНДАРТ»; АФ АО «НАЦЭКС»	ОБЕСПЕЧЕН	-
	АМПЕРМЕТР Д5090	-	АФ АО «НАЦЭКС»	ОБЕСПЕЧЕН	-
	ВОЛЬТМЕТР Д5082	-	АФ АО «НАЦЭКС»	ОБЕСПЕЧЕН	-
АО «СЕВКАЗЭНЕРГО»	АМПЕРМЕТРЫ	-	АО «НАЦЭКС»	ОБЕСПЕЧЕН	-
	ВОЛЬТМЕТРЫ	-	АО «НАЦЭКС»	ОБЕСПЕЧЕН	-
	УСТАНОВКА ПОВЕРОЧНАЯ ПЕРЕНОСНАЯ	-	АО «НАЦЭКС»	ОБЕСПЕЧЕН	-
	УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПИТАНИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ЦЕПЕЙ ПОСТОЯННОГО И ПЕРЕМЕННОГО ТОКА	-	АО «НАЦЭКС»	ОБЕСПЕЧЕН	-
ТОО «НЦ «КАЗМЕТРОСТАНДАРТ»	ПРИБОР ЭЛЕКТРОИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ЭТАЛОННЫЙ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ЭНЕРГОМОНИТОР-3.1 КМ	-	ТОО «SCIENTIA KAZAKHSTAN»	ОБЕСПЕЧЕН	-
	ПРИБОР ЭЛЕКТРОИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ЭТАЛОННЫЙ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ЭНЕРГОМОНИТОР-3.1 К	-	ТОО «SCIENTIA KAZAKHSTAN»	ОБЕСПЕЧЕН	-
	ПРИБОР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН И ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ЭНЕРГОМОНИТОР-3.3Т/Т1	-	ТОО «SCIENTIA KAZAKHSTAN»	ОБЕСПЕЧЕН	-
	ПРИБОР СРАВНЕНИЯ КНТ-05	-	КФ АО «НАЦЭКС»	ОБЕСПЕЧЕН	-
	ВОЛЬТМЕТР УНИВЕРСАЛЬНЫЙ В7-68	-	КФ АО «НАЦЭКС»	ОБЕСПЕЧЕН	-
	ТОКОИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ КЛЕЩИ FLUKE-302+	-	ТОО «SCIENTIA KAZAKHSTAN»	ОБЕСПЕЧЕН	-
	ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА Б5-78/2	-	КФ АО «НАЦЭКС»	ОБЕСПЕЧЕН	-
	ВОЛЬТАМПЕРФАЗОМЕТР ПАРМА ВАФ-А	-	КФ АО «НАЦЭКС»	ОБЕСПЕЧЕН	-
	МУЛЬТИМЕТР UNI-T МОДЕЛИ UT 139C	-	АФ АО «НАЦЭКС»	ОБЕСПЕЧЕН	-
АО «КТЖ»	АМПЕРМЕТР Д566	-	ТОО «CALLAB»	ОБЕСПЕЧЕН	-
	ВОЛЬТМЕТР Д566	-	ТОО «ТРАНСЕРВИС LTD»	ОБЕСПЕЧЕН	-
	УСТАНОВКА ПЕРЕНОСНАЯ ПО ПОВЕРКЕ И КАЛИБРОВКЕ АМПЕРМЕТРОВ И ВОЛЬТМЕТРОВ ПОСТОЯННОГО И ПЕРЕМЕННОГО ТОКА УПАВ-2	-	ТОО «CALLAB»	ОБЕСПЕЧЕН	-
	АППАРАТ ИСПЫТАНИЯ ДИЭЛЕКТРИКОВ АИД	-	АФ АО «НАЦЭКС»	ОБЕСПЕЧЕН	-



2.3

В марте 2021 года, в мае 2022 года, в ноябре 2023 года проведены встречи и совещания с субъектами (поверочные и калибровочные лаборатории) по измерениям электрических величин на площадке OPEN metrology.

Проведено заслушивание по работе на всех эталонах единиц электрических величин за эти годы, обсуждались актуальные и проблемные вопросы в области измерения электрических величин.

2.4 Выявленная проблематика

По итогам проведенных совещаний проблемных вопросов в области измерений постоянного напряжения/э.д.с. и постоянного тока не выявлено.

3. ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОСЛЕЖИВАЕМОСТИ

3.1 Схема метрологической прослеживаемости измерения электрических величин представлена на рисунке 1.

КАЗСТАНДАРТ

Рисунок 1 – Прослеживаемость измерений [1]



В рисунке 2 представлена государственная поверочная схема для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы, приложение А СТ РК 2.226-2012.

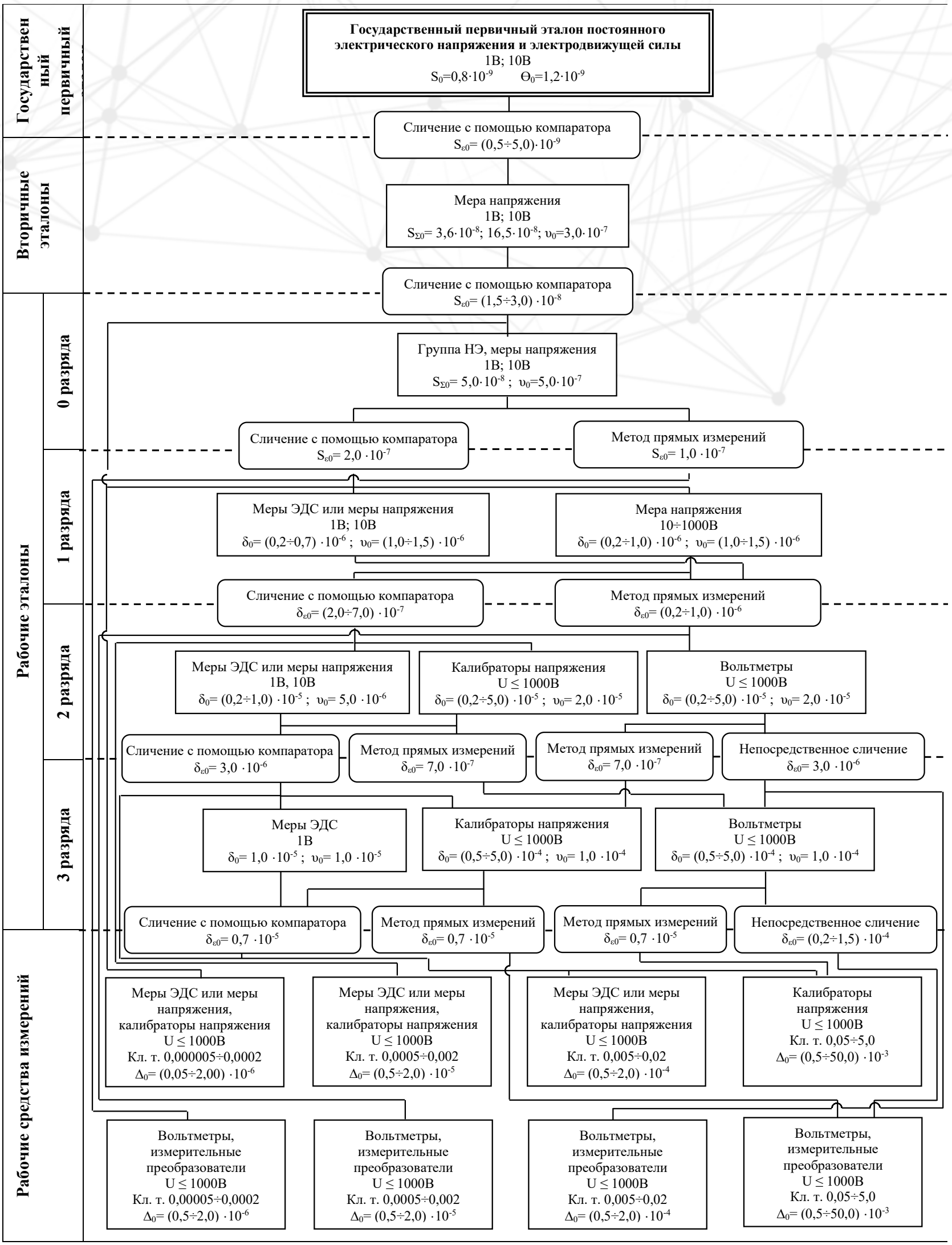


Рисунок 2 – государственная поверочная схема для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы [2]

В рисунке 3 представлена государственная поверочная схема для средств измерений единицы силы постоянного электрического тока в диапазоне от 10-15 до 10-9 А, приложение А СТ РК 2.226-2012.

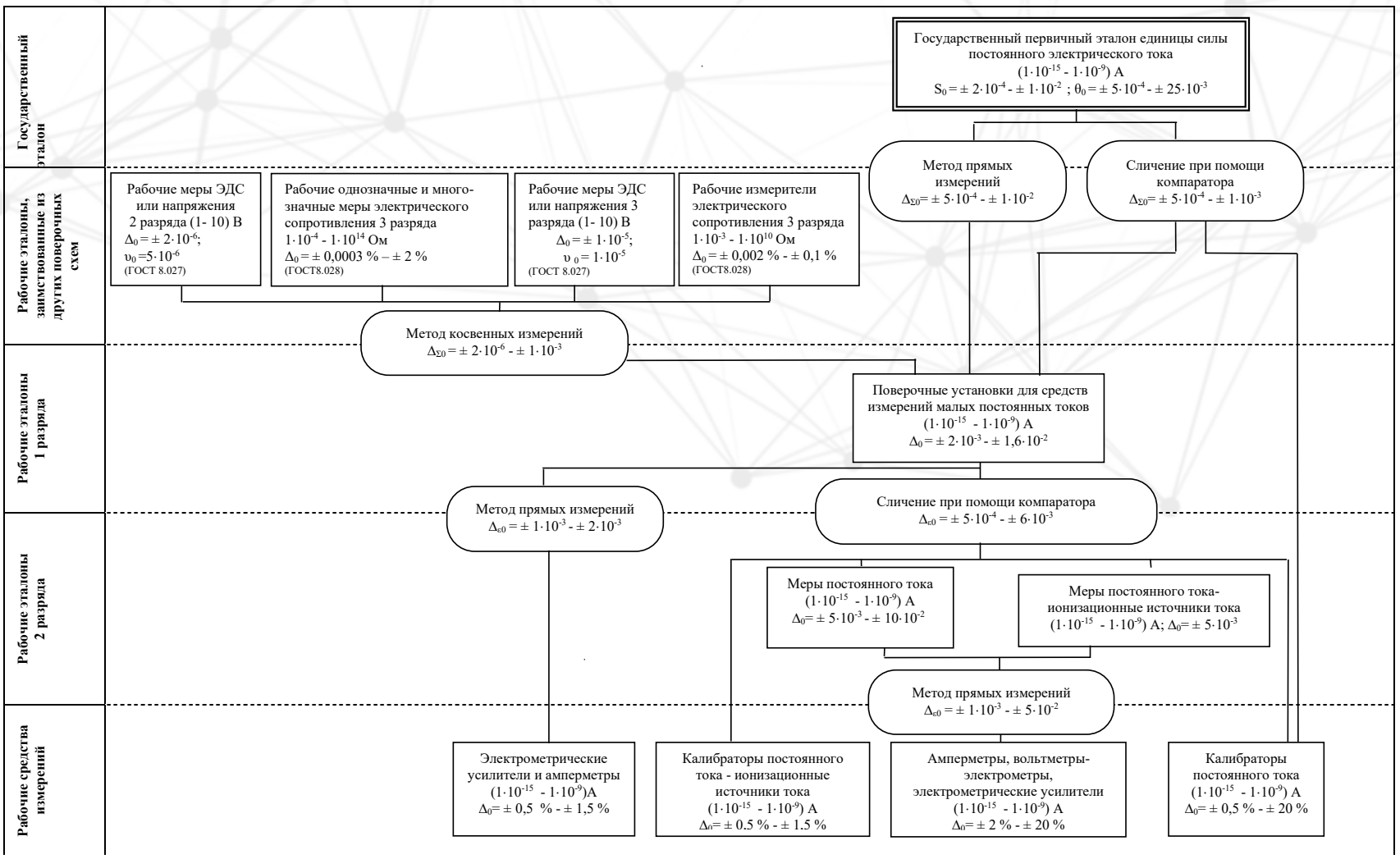


Рисунок 3 – государственная поверочная схема для средств измерений единицы силы постоянного электрического тока в диапазоне от 10-15 до 10-9 А [2]

3.2 Информация о документах по стандартизации и другие документы

ГПЭ постоянного напряжения и э.д.с.:

1. Документы утверждения эталона в качестве ГПЭ;
2. ГОСТ 8.027-2001 «Государственная поверочная схема для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы»;
3. СТ РК 2.226-2012 «Государственный первичный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы»;
4. ГОСТ 1954-82 (СТ СЭВ 594-77) «Элементы нормальные. Общие технические условия»;
5. ГОСТ 8.212-84 «Меры электродвижущей силы. Элементы нормальные. Методика поверки»;
6. Программа и методика исследований эталона;
7. СТ КазСтандарт 33 «Меры напряжения постоянного тока. Методика калибровки»;
8. СТ КазСтандарт 54 «Меры электродвижущей силы. Элементы нормальные. Методика калибровки».
9. СТ КазСтандарт 34 «Приборы измерительные цифровые напряжения, тока, сопротивления, емкости, частоты. Методика калибровки»;
10. СТ РК 2.431 «Порядок создания, утверждения, регистрации, сличений, калибровки, хранения, применения, исследования, совершенствования (модернизации) государственных эталонов единиц величин, эталонов единиц величин и передачи размера единиц величин от государственных эталонов единиц величин»;
11. Приказ Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 27 декабря 2018 года № 927 «Об утверждении Правил создания, утверждения, хранения, применения и сличения государственных эталонов единиц величин и эталонов единиц величин субъектов аккредитации»;
12. Приказ Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 25 декабря 2018 года № 909 «Об утверждении Правил обеспечения метрологической прослеживаемости измерений для субъектов аккредитации и юридических лиц при аккредитации».

ГЭ постоянного тока:

1. Документы утверждения эталона в качестве ГПЭ;
2. ГОСТ 8.022-91 «Государственный первичный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне 1·10-16-30 А»;

3. СТ РК 2.139-2007 «Государственный первичный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений единицы силы постоянного электрического тока в диапазоне от 1·10-15 до 1·10-9 А»;

4. Программа и методика исследований эталона;

5. СТ КазСтандарт 34 «Приборы измерительные цифровые напряжения, тока, сопротивления, емкости, частоты. Методика калибровки»;

6. СТ РК 2.431 «Порядок создания, утверждения, регистрации, сличений, калибровки, хранения, применения, исследования, совершенствования (модернизации) государственных эталонов единиц величин, эталонов единиц величин и передачи размера единиц величин от государственных эталонов единиц величин»;

7. Приказ Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 27 декабря 2018 года № 927 «Об утверждении Правил создания, утверждения, хранения, применения и сличения государственных эталонов единиц величин и эталонов единиц величин субъектов аккредитаци»;

8. Приказ Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 25 декабря 2018 года № 909 «Об утверждении Правил обеспечения метрологической прослеживаемости измерений для субъектов аккредитации и юридических лиц при аккредитации».

4. АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО КОНТРОЛЯ

Анализ состояния государственного контроля над метрологическим обеспечением в области электрических измерений, включая измерения постоянного напряжения/э.д.с. и постоянного тока в Республике Казахстан, представляет собой важную задачу.

Общее количество исходных эталонов и СИ юридических лиц, прослеживаемых к данным эталонам порядка 500 единиц - прецизионные универсальные калибраторы «Fluke», «Transmille», прецизионные цифровые мультиметры «Fluke», «Transmille», «Agilent», «Keithley», цифровые универсальные вольтметры В7-77, В7-40, В7-45, микровольтметры В3-56, В3-57, цифровые и аналоговые амперметры, вольтметры, измерители и источники токов и напряжений, токовые шунты, меры напряжения и ЭДС Fluke 732B, нормальные элементы Х482 и др., применяющиеся на различных предприятиях республики (АО «КазТрансОйл», ТЭЦ, электрические и распределительные сети, ТОО «КазЦинк», ТОО «Узень», АО «УМЗ», АО «НаЦЭкС», ТОО «Сайман», АО «НК Казахстан темир жолы», АО «Арселор Миттал Темиртау», АО «Казатомпром», АО «НК «Қазақстан Ғарыш Сапары», АО «Казахстан Аселсан Инжиниринг» и др.).

Ежегодный доход на ГПЭ постоянного напряжения и э.д.с. и ГЭ постоянного тока от оказываемых услуг (поверка/калибровка) составляет 2,0 млн. тенге с НДС.

Однако согласно нижеприведенной таблице 2, эффект от работы эталонов более 2,0 млрд. тенге.

Таблица 2 - Эффект от работы ГЭ в масштабах Республики Казахстан

Макроэффект	Снижение дополнительных издержек бизнеса (расходы на вывоз на поверку/калибровку за рубежом)	Снижение оттока капитала (расходы за поверку/калибровку за рубежом)
2,5 млрд. тг.	1,5 млн. тг./ед.	1,2 млн. тг./ед.

5. СПИСОК ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ ПОСТОЯННОГО НАПРЯЖЕНИЯ/Э.Д.С. И ПОСТОЯННОГО ТОКА:

- ТОО «Корпорация Сайман» - счетчики электроэнергии;
- ТОО «ЭКАС сервис» - счетчики электроэнергии;
- АО «Alageum» - измерительные трансформаторы;
- ТОО «Asia Trafo» - измерительные трансформаторы;
- ТОО «Усть-Каменогорский конденсаторный завод» - измерительные трансформаторы, электроизмерительные приборы (конденсаторы, катушки сопротивления).

6. ПЕРЕЧЕНЬ СУБЪЕКТОВ АККРЕДИТАЦИИ

В настоящее время в Республике Казахстан количество субъектов по виду измерений постоянного напряжения/э.д.с. и постоянного тока следующее: поверочные лаборатории – 69, калибровочные лаборатории – 23 (АО ТНК «КазХром», ТОО «Тенгизшевройл», АО «Казцинк», РГП «Казгидромет», АО «ЕПК «Степногорск», ТОО «Казэкспоаудит», АО «КазТрансОйл», ТОО «КазЦинк», ТОО «Узень», АО «УМЗ», АО «НаЦЭкС», ТОО «Сайман», АО «НК Казахстан темир жолы», АО «Арселор Миттал Темиртау», АО «Казатомпром», АО «НК «Қазақстан Ғарыш Сапары», АО «Казахстан Аселсан Инжиниринг» и др.).

ВЫВОДЫ

По результатам проведенного анализа установлено следующее:

8.1 Предложения по совершенствованию государственной эталонной базы, в том числе создание новых эталонов:

В 2009 году проведена модернизация и дооснащение ГЭ постоянного тока, в 2022 году ГПЭ постоянного напряжения в целях полного метрологического обеспечения исходных эталонов и СИ субъектов аккредитации и юридических лиц в соответствующих диапазонах измерений эталонов.

Также по данному виду измерений в базе данных Национального института метрологии калибровочных и измерительных возможностей имеется 6 СМС строк [3], подтверждающих степень эквивалентности данных эталонов на международном уровне, доверие и признание к результатам измерений и соответственно прослеживаемость в данном виде измерений.

В связи с этим, в настоящее время модернизация/дооснащение или создание новых эталонов в области измерений постоянного напряжения и постоянного тока не требуется.

8.2 Предложения по актуализации нормативной правовой базы в области обеспечения единства измерений:

С момента создания, утверждения и ввода в эксплуатацию ГЭ постоянного тока (2006-2007г.г.) и ГПЭ постоянного напряжения и э.д.с. (2010г.) своевременно разрабатывалась и актуализировалась вся нормативно-правовая и законодательная база как в области обеспечения единства измерений, так и в области электрических измерений, в том числе по измерениям постоянного напряжения и постоянного тока.

Анализ потребностей и анкетирование субъектов аккредитации показали отсутствие крупных проблем в измерениях, высокий уровень эталонной базы, соответствующей международным стандартам. Существенных несоответствий между практикой и международными требованиями не выявлено. В области измерений постоянного тока и напряжения/э.д.с. нет необходимости в модернизации или создании новых эталонов. Метрологическое обеспечение развивается в соответствии с потребностями экономики, а в будущем планируется совершенствование нормативной и правовой базы для укрепления метрологической базы и повышения конкурентоспособности отечественного производства.

Таким образом, метрологическое обеспечение измерений постоянного тока и напряжения в Республике Казахстан на данный момент находится на высоком уровне, с уверенностью можно сказать, что оно готово к дальнейшему эффективному развитию и поддержанию стандартов в соответствии с международными требованиями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Официальный сайт Казахстанского института стандартизации и метрологии Комитета технического регулирования и метрологии Министерства торговли и интеграции Республики Казахстан. URL: https://ksm.kz/.

2. СТ РК 2.226-2012. Государственный первичный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы. — Астана, 2012.

3. Официальный сайт базы данных Национального института метрологии калибровочных и измерительных возможностей. URL: https://www.bipm.org/kcdb/.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
SMART
DOI 10.64513/Smart/2025.1.9
Н. Г. Төлегенова, "Қазақстан стандарттау және метрология институты" РМК Ақтөбе филиалы, Ақтөбе қ., Қазақстан
Н.Г. Толегенова, Актюбинский филиал РГП "Казахстанский институт стандартизации и метрологии", г. Актобе, Казахстан
N.G. Tolegenova, Aktobe branch of the RSE "Kazakhstan Institute of Standardization and Metrology", Aktobe, Kazakhstan
E-mail: n.tolegenova@ksm.kz

ТОПЫРАҚ ЖАМЫЛҒЫСЫ МЕН МҰНАЙ ҚОРЫНЫҢ ҚАЗІРГІ ЖАҒДАЙЫН БАҒАЛАУ, СОНЫМЕН ҚАТАР НЕГІЗГІ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ МӘСЕЛЕЛЕРДІ АНЫҚТАУ

АҢДАТПА

Мақалада топырақтың физикалық-химиялық және биологиялық параметрлерін оңтайландыру мен жіктеудің сандық критерийлері негізінде әдіснамалық тәсілдерді жетілдіру үшін мұнай кен орындарындағы топырақ жамылғысының қазіргі жағдайын талдау нәтижелері келтірілген.

Түйінді сөз: топырақ жамылғысы, мұнай кен орындары, ластану, антропогендік, физикалық-химиялық талдау, сынау.

ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА И ЗАПАСОВ НЕФТИ, А ТАКЖЕ ВЫЯВЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ

АННОТАЦИЯ

В статье представлены результаты анализа современного состояния почвенного покрова на нефтяных месторождениях для совершенствования методологических подходов на основе количественных критериев оптимизации и классификации физико-химических и биологических параметров почв.

Ключевые слова: почвенный покров, нефтяные месторождения, загрязнение, антропогенный, физико-химический анализ, тестирование.

AN ASSESSMENT OF THE PRESENT STATE OF SOIL COVER AND OIL RESERVES, ALONG WITH AN IDENTIFICATION OF THE PRIMARY ECOLOGICAL ISSUES AT HAND

ANNOTATION

The article presents the results of an analysis of the current state of soil cover in oil fields to improve methodological approaches based on quantitative optimization criteria and classification of physico-chemical and biological parameters of soils..

Keyword: soil cover, oil fields, pollution, anthropogenic, physical and chemical analysis, testing.

INTRODUCTION

The term "soil" is defined by GOST 27593 as an independent natural-historical organo-mineral entity that has formed on the Earth's surface due to prolonged interactions with biotic, abiotic, and anthropogenic influences. It comprises solid mineral and organic components, along with water and air, and possesses distinct genetic and morphological characteristics. These properties contribute to the creation of suitable conditions for the growth and development of plants [1]. Soil composition exhibits significant chemical diversity, primarily comprising organic and mineral components. The organic fraction plays a crucial role in influencing soil fertility, while the mineral aspect is derived from the parent rock and is essential in determining the soil's classification [2].

In the modern world, anthropogenic influence has a significant influence on soil and soil, regrettably, this often leads to soil pollution with heavy metals, oil products, pesticides and other sources of pollution. In order to prevent, detect and eliminate negative effects leading to the deterioration of the quality of soils and soils, sanitary-epidemiological rules and norms have been developed, maximum permissible concentrations of pollutants have been established, after comparison with which a conclusion is made about the suitability or unsuitability of soils for further use or development revegetation measures for its restoration [3].

Kazakhstan ranks among the world's foremost nations in the production and sale of oil, with deposits located throughout nearly its entire territory. Any technical measures associated with the exploration and development of oil fields will inevitably result in environmental alterations. The primary challenge lies in assessing the extent to which natural processes can be disrupted while minimizing harm to the environment and public health. Consequently, sustainable resource management must consider both the natural and economic characteristics of the region, which are marked by several distinct features: concentrated development, underdeveloped infrastructure, a limited transportation network, and challenging climatic conditions amidst a rich diversity of flora and fauna. Oil spills and the contamination of soil with petroleum products lead to significant alterations in soil composition, which is crucial for maintaining biodiversity. Research into the effects of oil contamination revealed a spectrum of soil degradation, ranging from minor property impairments to the total loss of its ecological role, ultimately culminating in complete soil devastation. [4].

In this context, the systematic physical and chemical analysis of soil enables the state to oversee the production activities of oil extraction companies, thereby preventing, identifying, and mitigating adverse effects that can lead to the degradation of soil quality in the affected areas. This oversight is conducted in accordance with sanitary-epidemiological regulations and standards, which specify the maximum allowable concentrations of pollutants. Based on this comparison, a determination is made regarding the soil's suitability for future use or the necessity for implementing restoration measures.

Н. Г. Төлегенова, "Қазақстан стандарттау және метрология институты" РМК Ақтөбе филиалы, Ақтөбе қ., Қазақстан
Н.Г. Толегенова, Актюбинский филиал РГП "Казахстанский институт стандартизации и метрологии", г. Актобе, Казахстан
N.G. Tolegenova, Aktobe branch of the RSE "Kazakhstan Institute of Standardization and Metrology", Aktobe, Kazakhstan
E-mail: n.tolegenova@ksm.kz

Physicochemical and biological tests of soil, encompassing oil field areas, are performed based on specific properties. These tests reveal soil composition details, aiding in recultivation and the recovery of the initial soil makeup.

Soil tests to determine the presence of various substances are conducted using a range of physical and chemical methods, encompassing nearly all available analytical techniques that utilize specialized instruments to measure the physical parameters of the examined systems. Nonetheless, research focused on the quantitative assessment of soil quality constitutes only 20% of the total number of studies performed, primarily due to the considerable financial and temporal resources required to analyze each specific indicator.

Optimizing soil parameters is crucial for a reliable, scientific evaluation of soil quality in oil fields. This is an important step for operational soil monitoring. The outcomes of this monitoring enable preventive and corrective actions, thus speeding up recovery. Our work was defined by a series of studies which we conducted.

EXPERIMENTAL METHODS

A key innovation in our work lies in crafting new techniques for choosing soil indicators based on how crucial they are to refining measurement strategies when assessing the soil's physical, chemical, and biological properties.

This research aims to formulate suggestions for refining the rules governing how we evaluate and categorize soil characteristics – encompassing both physical, chemical, and living components – using measurable standards and a system for ranking them. Ultimately, it seeks to establish a method for assessing the overall health and condition of soil ecosystems. To achieve the set goal in the dissertation research, it is necessary to solve the following tasks:

1. Examine the present condition of soil in oil fields, pinpointing key environmental issues, drawing on both local and international practices.
2. To investigate the primary physicochemical, biochemical, and biological characteristics of the soil cover that influence soil properties
3. To examine current soil testing methods, aiming to identify the best option and most suitable for accuracy, reliable results, and precision in measurements.
4. Analyze the legal and compliance standards concerning soil quality and health within oil field environments.
5. Conduct research and establish criteria for assessing the quality and effectiveness of instrumental methods used for analyzing the composition and properties of soil.
6. To conduct a selection of contemporary measurement tools and testing equipment employed in the qualitative and quantitative analysis of soil coverage
7. Formulate guidelines for acquiring experimental data regarding the agro-ecological stability of soil in oilfield environments, while also establishing standards for evaluating the optimization of physicochemical parameters
8. Create a documented process, "In-Lab Quality Control for Physical and Chemical Analyses," to guarantee accurate and dependable measurement results.

Oil is pumped from working oil wells arranged in KSh (kushty wells) – these are circular platforms housing the wellheads. Output from all the wells flows into pumping stations (DNS). These stations perform the initial separation of oil and gas, deliver gas for flaring, and move the liquid via pipeline to the oil collection facilities at the UPPN (primary oil treatment plant).

The objective of UPPN is to produce commodity-quality oil through the processing of oil emulsions, which involves dehydrogenation and desalination, followed by the transfer of the refined commodity oil into the main pipeline system for distribution to consumers.

The basic process of oil production technology can be broken down into three steps:

1. CS - oil production;
2. DNS - the first stage of separation of oil and gas;
3. UPPN - preparation of oil to commodity quality.

Each successive stage represents a more intricate technological process than its predecessor. Given the escalating man-made impact of oil production facilities on the adjacent natural environment, as indicated in the series KSDNS-UPPN [5], in order to assess the condition of the soil cover in the zone of potential influence of oil production facilities, an inspection was carried out in the zone of potential influence of UPPN, within the sanitary protection zone (1000 m). Technogenic impact of UPPN is usually accompanied by organic input, acidification, salinization of the environment. The environmental effects of UPPN often involve organic matter, increased acidity, and risings altlevels. Consequently, soil investigations near the potential reach of UPPN assess the presence of humus, the degree of acidity, as well as levels of oil byproducts, 3,4-benzopyrene, and chloride in soil specimens.

RESULTS AND ANALYSIS

The assessment and analysis of the soil cover condition are conducted in accordance with methodological guidelines for recognizing degraded and contaminated lands [6]. The extent of pollution and/or salinity was evaluated based on the classifications outlined in Tables 1 and 2.

Table 1 – Extent of soil contamination

Pollution level	Content of petroleum products, g/kg	Content of 3.4-BP, ng/kg
Inadmissible	< 1	< 20
Low	1-2	20-100
Average	2-3	100-250
High	3-5	250-500
Very high	> 5	> 500

Table 2 – Soil classification based on salt content.

Degree of salinity	Amount of soil in soil, %
What salty	< 0.3
Lightly salted	0,3-0,5
Srednesolanaya	0,5-1,0
Strongly salted	1,0-2,0
Very salty	> 2.0

Н. Г. Төлегенова, "Қазақстан стандарттау және метрология институты" РМК Ақтөбе филиалы, Ақтөбе қ., Қазақстан
Н.Г. Толегенова, Актюбинский филиал РГП "Казахстанский институт стандартизации и метрологии", г. Актобе, Казахстан
N.G. Tolegenova, Aktobe branch of the RSE "Kazakhstan Institute of Standardization and Metrology", Aktobe, Kazakhstan
E-mail: n.tolegenova@ksm.kz

A comprehensive survey was conducted across the geographical regions encompassing the Tengiz, Karachaganak, and Kashagan deposits, spanning the Mangistau and Atyrau provinces. Soil samples were systematically collected using the envelope method from the topmost soil layers across a randomly distributed grid at designated locations. A total of 181 samples were obtained during a thorough examination of the areas surrounding the deposits.

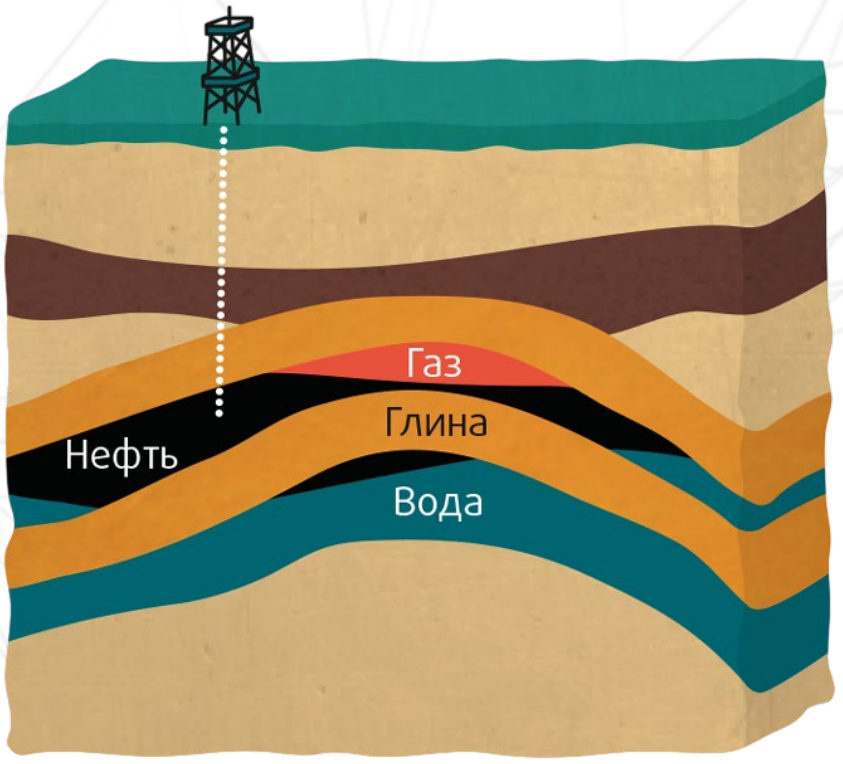
Collection depths: pasture, hay storage - 0-20 cm; forest (surface of the woods) - 0-10 cm; areas of oil industry sites, residential area - 0-10 cm. Soil bulk density was measured in the field. Physical-chemical and agrochemical analyses were performed using standard techniques. [7.8.9]. The main anticipated environmental impacts from oil field operations include acidification, contamination from oil derivatives, 3,4-benzopyrene pollution, and soil salinization. [10].

Within the area near the UPPN "Tengizskoe Mestrozhdenie," soil conditions (pH, humus) are within normal background levels. Emissions from UPPN, which could acidify the environment, have a negligible effect on the soil. Humus content fluctuates significantly, from 0.66-5.50 %, with the lowest and highest values found in meadows. In agricultural areas, humus content is less varied, rangingfrom 3.07-1.31 %. These humus levels are typical for this soil type. The industrial activity of UPPN has a minimal impact on the humus levels. One meadow sample indicates the fifth level of contamination, which would require soil conservation (19.40 g/kg). High petroleum product content was observed in a sample from the north and from meadows, at 2.18 g/kg. Elsewhere, the levels of oil do not affect the production or quality of agricultural goods. The sporadic higher pollution is likely tied to incidents with oil industry equipment.

The content of 3,4-benzpyrene generally exceeds ecological standards. Only one soil sample exhibits a higher level of pollution compared to the PDC standard for soil. This contamination appears to be a consequence of the degradation of man-made organic materials.

The most prevalent soil type within the "Karachaganak" UPPN area is modern medium podzolic, with a heavy loamy texture. Humus levels show considerable variation, ranging from 0.69% to 13.54 %. The soil cover doesn't exhibit acidification. Within the floodplain soils, salinity and hints of salinity (up to 0.8 % chlorides) are present, linked to industrial water leaks. An elevated concentration of petroleum products was found in the Ural River floodplain (up to 2.11 g/kg), leading to the accumulation of anthropogenic organic matter. The rest of the area shows no signs of contamination. No pollution is observed in the rest of the territory. While soil biogeochemical processes can mitigate the impact of petroleum products as atmospheric pollutants, the potential for their harmful buildup in the environment has not been definitively proven. The content of 3,4-benzpyrene varies from 0.9 d to 4.6 ng/g. The sanitary and hygiene standards deem this material harmless regarding the specified contaminant.

The most prevalent soil types in the UPPN "Kashagan" area are turf-weak, medium podzolic, and turf-gley heavy loamy soils. These soils have relatively low levels of phosphorus, both in total and particularly in its mobile form. However, the concentration of mobile phosphorus increases significantly with depth..



Typically, mobile nitrogen is insufficient. Mobile potassium content is quite high. pH KS1 values range from 4.3 to 6.6, and pH H2O values range from 5.0 to 7.2. There's no considerable increase in acidity stemming from human activities. Traces of chloride contamination exist in floodplain soils. Humus content in these soils varies significantly, from 0.12 to 9.63 %. Low humus levels are characteristic of hayfields, and high levels are typical for forest soils. These conditions correlate to the baseline anthropogenic load. Oil product pollution near UPPN is concentrated in low-lying areas. This results from accidental leaks and oil product migration. The content of oil products in the plain area doesn't go beyond environmental limits. Air pollution from technology doesn't produce negative effects. The concentration of 3,4-benzopyrene usually varies from 0.9 to 4.5 ng/g. Nevertheless, alluvial soils polluted by oil products in the southern ravine of UPPN contain up to 1109 ng/g of the pollutant (over50 times higher than the maximum permissible concentration).

CONCLUSION

The analysis of the soil cover in the sanitary-protective zone of the studied soil deposits at UPPN leads to the following conclusion: atmospheric emissions of harmful substances do not significantly impact soil acidity. The levels of petroleum products in the soils across all UPPN territories are primarily influenced by the discharge of water-oil emulsions from technological sites, along with atmospheric emissions of hydrocarbons. Salinity is nearly always found in floodplain soils. The levels of petroleum products and benz(a)pyrene in areas potentially affected by UPPN vary. Generally, the operation of oil fields results in the creation of both natural and artificial biotopes, where elevated concentrations of oil products and benz(a)pyrene are observed. Natural and man-made ecosystems of the accumulative type are formed in the places of installation of UPPN, intended for the regulation of migration and transformation of visually determined pollutants.

Н. Г. Төлегенова, "Қазақстан стандарттау және метрология институты" РМК Ақтөбе филиалы, Ақтөбе қ., Қазақстан
Н.Г. Толегенова, Актюбинский филиал РГП "Казахстанский институт стандартизации и метрологии", г. Актобе, Казахстан
N.G. Tolegenova, Aktobe branch of the RSE "Kazakhstan Institute of Standardization and Metrology", Aktobe, Kazakhstan
E-mail: n.tolegenova@ksm.kz



REFERENCES
1. Samofalova, I.A. Himicheskij sostav pochv i pochvoobrazuyushchih porod: uchebnoe posobie [Chemical composition of soils and soil-forming species: textbook]. – Perm': Izd-vo FGOU VPO «Permskaya GSKHA», 2009. – 130 p.
2. Slyusarenko V.V. Tekhnologiya vosstanovleniya zemel' pri zagryaznenii nefteproduktami [Technology of restoration of land contaminated with oil products]// Nauchnaya zhizn', 2011. no. 4. pp. 50–54.
3. Stupin D. Yu. Zagryaznenie pochv i novejshie tekhnologii ih vosstanovleniya [Soil pollution and the latest technologies for its restoration]. - SPb.: Lan', 2009. - 432 p.
4. Vadyunina A.F., Korchagina Z.A. Metody issledovaniya fizicheskih svojstv pochv i gruntov [Methods of studying physical properties of soils and soils]. M.: Vyssh. shk.,1973. 399 p.
5. Metodicheskie rekomendacii po vyyavleniyu degradirovannyh i zagryaznennyh zemel' [Methodological recommendations for identifying degraded and polluted lands]// Sb. normativnyh aktov «Ohrana pochv». M.: REFIA, 1996. pp.177–1967.
6. Agrohimicheskie metody issledovaniya pochv [Agrochemical methods of soil research]/ pod red. A.V.Sokolova. M.: Nauka, 1975. 399 p.
7. Gromovik A.I., Yonko O.A. Sovremennye instrumental'nye metody v pochvovedenii. Teoriya i praktika [Modern instrumental methods in soil science. Theory and practice]. – Voronezh, 2010. – 60 p.
8. Buzmakov S.A., Kostarev S.M. Transformaciya geosistem v rajonah neftedobychi [Transformation of the geosystem in oil-producing regions] // Izv.vuzov. Neft' i gaz. 2004. no.5. pp.124–131.
9. Novoselova E.I. Ekologicheski bezopasnyj metod uskoreniya transformacii nefti v pochvah [Ecologically safe method of acceleration of oil transformation in soils]// Okruzhayushchaya sreda i ustojchivoe razvitie regionov: novye metody i tekhnologii issledovanij. Tom IV. Ekologicheskaya bezopasnost'. Innovacii i ustojchivoe razvitie. Obrazovanie dlya ustojchivogo razvitiya. - Kazan': Otechestvo, 2009. - pp. 189–191

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
SMART
DOI 10.64513/Smart/2025.1.10
Э.С. Оразбаева, Саудадағы техникалық кедергілер, санитариялық және фитосанитариялық шаралар жөніндегі Ақпараттық орталықтың бас маманы
Қазақстан стандарттау және метрология институты
Астана қ., Қазақстан Республикасы. **E-mail:** e.orazbayeva@ksm.kz

ҚЫТАЙҒА ӨНІМДІ ЭКСПОРТТАУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ: ТАМАҚ ӨНІМДЕРІ

АҢДАТПА

Аңдатпа: Осы мақалада Қытай Халық Республикасының (ҚХР) Техникалық реттеу және стандарттау жүйесі, сондай-ақ отандық тамақ өнімдерін ҚХР нарығына экспорттау ерекшеліктері туралы ақпарат берілген.

Экспортты мемлекеттік қолдау, халықаралық көрмелерге қатысу және қытайлық серіктестермен ынтымақтастық жеткізілімдердің өсуіне ықпал етеді. Қазақстандық компаниялар Қытай нарығында ұзақ мерзімді қатысуға мүдделі, бұл елдің экономикалық дамуы үшін жаңа перспективалар ашады.

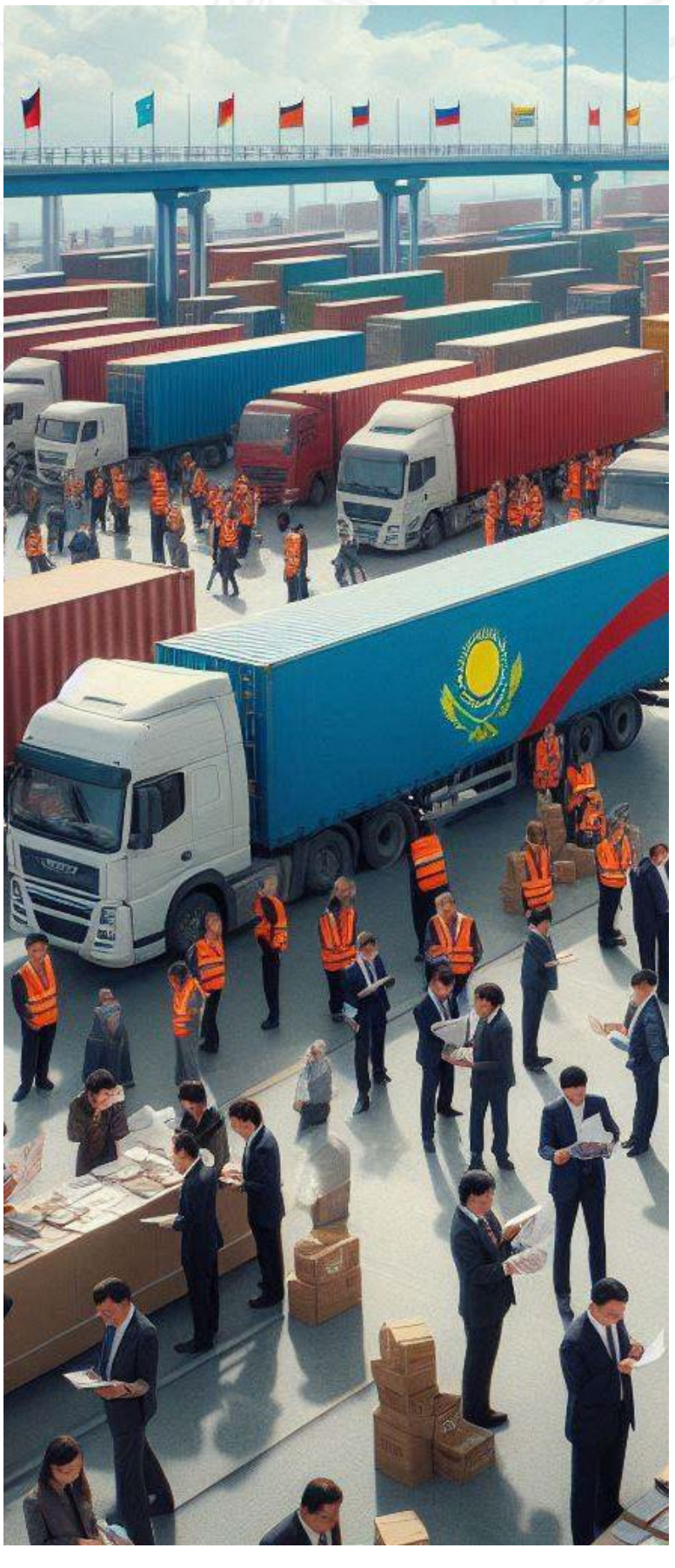
Алайда, бүгінгі таңда қазақстандық экспорттаушылар елеулі проблемаға тап болып отыр – Қытайдың өнімді әкелуге қойылатын талаптарын жеткіліксіз білуі. Қытай нарығында сертификаттаудың күрделі жүйесі, қатаң санитарлық және фитосанитарлық нормалар, сондай-ақ әрдайым қазақстандықтарға сәйкес келмейтін сапаның нақты стандарттары бар. Көптеген кәсіпкерлер қажетті рұқсаттарды алуда, өнімдерді ҚХР талаптарына бейімдеуде және кедендік рәсімдерден өтуде қиындықтарға тап болады.

Жеткілікті ақпараттың болмауы кідірістерге, қосымша шығындарға және экспорттан бас тартуға әкеледі. Әсіресе, өнім қауіпсіздігіне қойылатын талаптар Жоғары аграрлық секторда өткір мәселе тұр. Қазақстандық өндірушілердің хабардарлығын арттыру экспортты ұлғайтуға және ҚХР мен сауда байланыстарын нығайтуға мүмкіндік береді.

Осыған байланысты 2019 жылы, 2022 жылы Қазақстан стандарттау және метрология институты ҚХР нарығына Техникалық реттеу мен қолжетімділіктің ерекшеліктерін зерделеу бойынша талдамалық жұмыс жүргізді. Жүргізілген жұмыстың қорытындысы бойынша институт мүдделі тараптардың сұрауы бойынша экспортқа бағдарланған кәсіпорындарға консультация беруді жүзеге асырады.

Нәтижесінде отандық өндірушілер экспортталатын өнімнің импорттаушы елдің талаптарына сәйкестігін қамтамасыз ету үшін уақытша және қаржылық ресурстарды (талаптарды өз бетінше зерделеуге не консалтингтік компанияларды тарту және нормативтік құжаттаманы аудару жолымен) үнемдей алады.

Түйін сөздер: ҚХР-ға экспорт, техникалық кедергілер, санитарлық және фитосанитарлық шаралар, тамақ өнімдері, экспорттың ерекшеліктері, өнімге қойылатын талаптар, Қытайдағы сертификаттау, өнімді тіркеу, тауарларды таңбалау



НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
SMART

Э.С. Оразбаева, главный специалист Информационного центра по техническим барьерам в торговле, санитарным и фитосанитарным мерам Казахстанский институт стандартизации и метрологии
г. Астана, Республика Казахстан. **E-mail:** e.orazbayeva@ksm.kz

ОСОБЕННОСТИ ЭКСПОРТА ПРОДУКЦИИ В КИТАЙ: ПИЩЕВАЯ ПРОДУКЦИЯ

АННОТАЦИЯ

Аннотация: В настоящей статье представлена информация о системе технического регулирования и стандартизации Китайской Народной Республики (КНР), а также об особенностях экспорта отечественной пищевой продукции на рынок КНР.

Государственная поддержка экспорта, участие в международных выставках и сотрудничество с китайскими партнерами способствуют росту поставок. Казахстанские компании заинтересованы в долгосрочном присутствии на рынке Китая, что открывает новые перспективы для экономического развития страны.

Однако, на сегодняшний день Казахстанские экспортеры сталкиваются с серьезной проблемой – недостаточным знанием требований Китая к ввозу продукции. Китайский рынок имеет сложную систему сертификации, строгие санитарные и фитосанитарные нормы, а также специфические стандарты качества, которые не всегда соответствуют казахстанским. Многие предприниматели испытывают трудности с получением необходимых разрешений, адаптацией продукции к требованиям КНР и прохождением таможенных процедур.

Отсутствие достаточной информации приводит к задержкам, дополнительным затратам и отказам в экспорте. Особенно остро проблема стоит в аграрном секторе, где требования к безопасности продукции высоки. Улучшение осведомленности казахстанских производителей позволит увеличить экспорт и укрепить торговые связи с КНР.

В связи с этим в 2019 году и 2023 году Казахстанским институтом стандартизации и метрологии проведена аналитическая работа по изучению особенностей технического регулирования и доступа на рынок КНР. По итогам проведенной работы, Институтом по запросу заинтересованных сторон осуществляется консультирование экспортоориентированных предприятий.

В результате отечественные производители могут сэкономить временные и финансовые ресурсы (в части затрат на самостоятельное изучение требований либо путем привлечения консалтинговых компаний и переводы нормативной документации) на обеспечение соответствия экспортируемой продукции требованиям страны-импортера.

Ключевые слова: экспорт в КНР, технические барьеры, санитарные и фитосанитарные меры, пищевая продукция, особенности экспорта, требования к продукции, сертификация в Китае, регистрация продукции, маркировка товаров



НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
SMART

E.S. Orazbayeva, Chief Specialist of the Information Centre on Technical Barriers to Trade, Sanitary and Phytosanitary Measures, Kazakhstan Institute of Standardization and Metrology, Astana city, Republic of Kazakhstan
E-mail: e.orazbayeva@ksm.kz

FEATURES OF EXPORTING PRODUCTS TO CHINA: FOOD PRODUCTS

ANNOTATION

Abstract: This article provides information on the technical regulation and standardization system of the People's Republic of China (PRC), as well as on the specifics of exporting domestic food products to the PRC market.

State support for exports, participation in international exhibitions and cooperation with Chinese partners contribute to the growth of supplies. Kazakh companies are interested in a long-term presence in the Chinese market, which opens up new prospects for the country's economic development.

However, today Kazakhstani exporters face a serious problem – insufficient knowledge of China’s requirements for importing products. The Chinese market has a complex certification system, strict sanitary and phytosanitary norms, as well as specific quality standards that do not always correspond to Kazakhstani ones. Many entrepreneurs have difficulties obtaining the necessary permits, adapting products to China’s requirements, and going through customs procedures.

Lack of sufficient information leads to delays, additional costs and refusals of exports. The problem is especially acute in the agricultural sector, where product safety requirements are high. Improving the awareness of Kazakhstani producers will increase exports and strengthen trade ties with China.

In this regard, in 2019 and 2022, the Kazakhstan Institute of Standardization and Metrology conducted analytical work to study the specifics of technical regulation and access to the Chinese market. Based on the results of the work, the Institute, at the request of interested parties, provides consultations to export-oriented enterprises.

As a result, domestic manufacturers can save time and financial resources (in terms of costs for independently studying the requirements or by engaging consulting companies and translating regulatory documentation) to ensure that exported products comply with the requirements of the importing country.

Key words: export to China, technical barriers, sanitary and phytosanitary measures, food products, export features, product requirements, certification in China, product registration, product labeling



Э.С. Оразбаева, Саудадағы техникалық кедергілер, санитариялық және фитосанитариялық шаралар жөніндегі Ақпараттық орталықтың бас маманы
Қазақстан стандарттау және метрология институты
Астана қ., Қазақстан Республикасы. **E-mail:** e.orazbayeva@ksm.kz

Казахстан и Китай представляют собой стратегических партнеров, чье торгово-экономическое взаимодействие демонстрирует устойчивую динамику роста и укрепления. В основе двустороннего сотрудничества лежат как исторически сложившиеся взаимовыгодные связи, так и современные экономические инициативы, направленные на углубление интеграции между странами. Одним из ключевых факторов, способствующих развитию экономического партнерства, является географическое расположение Казахстана, играющее важную роль в международных транспортно-логистических цепочках.

Инициатива «Один пояс, один путь», предложенная Китаем, открыла новые возможности для Казахстана в сфере торговли, инфраструктуры и инвестиций. В рамках данной стратегии реализуются масштабные проекты по строительству транспортных коридоров, модернизации железнодорожной и автодорожной инфраструктуры, что позволяет значительно сократить время и стоимость транспортировки товаров между Азией и Европой. Казахстан, благодаря своему транзитному потенциалу, стал важным звеном в логистической цепи, обеспечивая быстрые и эффективные поставки продукции [1].

Торгово-экономическое сотрудничество между Казахстаном и Китаем охватывает широкий спектр отраслей и продолжает углубляться, охватывая новые сферы и укрепляя двусторонние отношения.

Рост объема взаимной торговли, активное развитие транспортно-логистической инфраструктуры, инвестиционное сотрудничество и совместные промышленные проекты делают данное партнерство одним из ключевых факторов экономического роста и стабильности в регионе.

Казахстанские производители проявляют все больший интерес к китайскому рынку, видя в нем перспективные возможности для экспорта своей продукции.

Объектом исследования является экспорт пищевой продукции в КНР, предметом исследования - особенности и тенденции экспорта пищевой продукции в КНР. **Цель данной статьи** - предоставить экспортерам практические рекомендации, позволяющие успешно выйти на китайский рынок, минимизировать риски и соответствовать требованиям регуляторов.

ЗАДАЧИ:

- Описать ключевые этапы экспорта пищевой продукции в Китай.
- Разъяснить основные требования регуляторов Китая к импортируемой пищевой продукции.
- Дать практические рекомендации экспортерам по эффективному применению алгоритмов экспорта.

Методы исследования:

- Сбор и анализ информации из официальных источников, нормативных документов и статистических данных по экспорту в Китай.
- Полевая работа: поездка в Китай для получения информации непосредственно от представителей таможенных органов и специалистов по внешнеэкономической деятельности.
- Систематизация и обобщение полученных данных для разработки четких алгоритмов экспорта.

Гипотезы исследования:

- Знание законов, стандартов и требований КНР позволит экспортерам более эффективно и быстро выходить на китайский рынок.
- Успешный экспорт пищевой продукции в Китай зависит от слаженной командной работы государства, бизнеса и профильных организаций.
- Личное взаимодействие с государственными органами своей страны способствует успешному выходу на китайский рынок, так как государство помогает устанавливать контакты через соглашения и меморандумы с КНР.

В 2023 году Казахстанский институт стандартизации и метрологии осуществил рабочий визит в уполномоченные органы КНР, отвечающие за техническое регулирование и стандартизацию с целью получения актуальной информации о действующих обязательных технических требованиях, стандартах, а также процедурах оценки соответствия продукции, экспортируемой в КНР:

- **Департамент продвижения стандартов и международного сотрудничества. Национальный центр экспертизы стандартов, SAMR/SAC (NCSE).**
- **Государственное управление регулирования рынка (SAMR). Отдел международного сотрудничества. Отдел сертификации**

В ходе заседания с представителями SAMR (отдел международного сотрудничества и отдел сертификации) были изучены вопросы по схемам сертификации Китая, включая процедуру сертификации и каталог ССС, процедурам аккредитации КНР, деятельность органов по оценке соответствия КНР.

- **Китайская национальная служба по аккредитации в области оценки соответствия (CNAS)**

В ходе заседания с представителями CNAS ознакомились со структурой и системой данной организации, а также с программой аккредитации, схемами, процессами и методами проведения аккредитации в КНР и др.

- Государственное управление регулирования рынка (SAMR). Отдел стандартизации.

В ходе заседания с представителями SAMR (отдел стандартизации) были изучены вопросы по структуре технического регулирования КНР, процесс разработки, согласования и утверждения стандартов КНР, процесс разработки, согласования и утверждения обязательных стандартов КНР, деятельность технических комитетов по стандартизации КНР.

По итогам встреч подготовлена информация по вопросам экспорта пищевой продукции из Республики Казахстан в КНР.

Эти данные позволяют лучше разобраться в особенностях китайской системы технического регулирования и требованиях к импортируемой продукции.

Э.С. Оразбаева, Саудадағы техникалық кедергілер, санитариялық және фитосанитариялық шаралар жөніндегі Ақпараттық орталықтың бас маманы
Қазақстан стандарттау және метрология институты
Астана қ., Қазақстан Республикасы. **E-mail:** e.orazbayeva@ksm.kz

Для изучения системы технического регулирования Китая потенциальному экспортеру для начала необходимо понять основные нормативные правовые акты в сфере технического регулирования, а именно:

- Закон КНР о стандартизации (Standardization Law of the People's Republic of China).
- Закон КНР о качестве продукции (Product Quality Law of the People's Republic of China).
- Закон КНР об импортной и экспортной инспекции товаров (Law of the People's Republic of China on Import and Export Commodity Inspection).
- Положение о сертификации и аккредитации в КНР (Regulations of the People's Republic of China on Certification and Accreditation).
- Закон КНР «Об обеспечении продовольственной безопасности» *

** Этот закон направлен на обеспечение «абсолютной безопасности» Китая в отношении основных видов зерна и требует от национальных, региональных и окружных чиновников гарантировать, что большая часть продовольственных поставок производится и перерабатывается внутри страны [2].*

- Приказ Государственного таможенного комитета КНР № 248 об утверждении «Положения Китайской Народной Республики о регистрации и управлении иностранными производителями импортируемых пищевых продуктов».
- Приказ Государственного таможенного комитета КНР № 249 об утверждении «Мер Китайской Народной Республики по управлению безопасностью импортных и экспортных пищевых продуктов».

Экспортируемая в Китай пищевая продукция, помимо соответствия нормативно-правовым актам, должна соответствовать требованиям национальных стандартов Китая. В соответствии с Законом КНР «О безопасности пищевых продуктов» национальные стандарты по безопасности являются обязательными как для отечественных, так и для зарубежных производителей.

Детальная информация о применимых национальных стандартах и требованиях к сертификации может быть получена через торгового партнера в Китае (дистрибьютера). Наличие надежного импортера значительно упрощает процесс идентификации актуальных нормативов и требований, обеспечивая более эффективный и структурированный подход к сертификации пищевой продукции для китайского рынка.

Второй важный момент потенциальному экспортеру необходимо изучить структуру государственных органов Китая, чтобы четко понимать компетенцию различных департаментов и их сферу ответственности. Так, на рисунке 1 указаны основные государственные органы в сфере технического регулирования, в частности Государственное управление по регулированию рынка SAMR и национального органа по стандартизации SAC КНР, в чьи обязанности входит:

- Комплексный надзор за рынком: осуществление единого контроля и управления рыночной деятельностью, включая регистрацию экономических операторов и обеспечение прозрачности информации для эффективного надзора.
- Антимонопольное регулирование: применение антимонопольного законодательства для предотвращения монополистических практик и обеспечения честной конкуренции на рынке.
- Управление качеством продукции: реализация национальной стратегии повышения качества, контроль безопасности импортируемых продуктов питания и надзор за специальным оборудованием.
- Стандартизация и метрология: разработка и внедрение национальных стандартов, управление метрологической деятельностью, включая поверку и калибровку средств измерений.
- Сертификация и аккредитация: создание и управление национальными системами сертификации и аккредитации, обеспечение соответствия продукции установленным стандартам.
- Надзор за безопасностью пищевых продуктов и медикаментов: контроль производства и обращения продуктов питания и лекарственных средств, обеспечение их безопасности для потребителей [3].



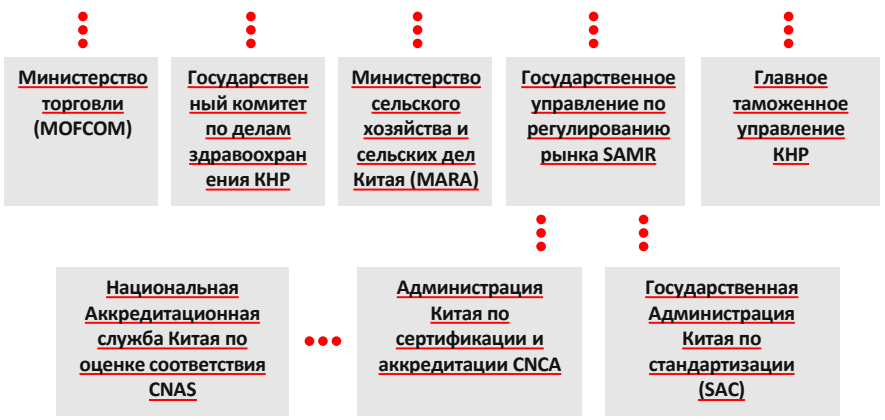


Рисунок 1 - Основные государственные органы в сфере технического регулирования

Также хотелось бы отметить, что стандарты в Китае играют ключевую роль в регулировании качества и безопасности продукции, обеспечивая соответствие товаров установленным требованиям. В условиях стремительного экономического роста и расширения международной торговли китайская система стандартизации постоянно совершенствуется, адаптируясь к современным вызовам. Для зарубежных компаний, стремящихся выйти на китайский рынок, знание и соблюдение местных стандартов являются необходимым условием успешной торговли и экспорта. Особое внимание уделяется безопасности продукции, защите потребителей и экологическим аспектам, что делает систему технического регулирования Китая одной из самых комплексных в мире.

Э.С. Оразбаева, Саудадағы техникалық кедергілер, санитариялық және фитосанитариялық шаралар жөніндегі Ақпараттық орталықтың бас маманы
Қазақстан стандарттау және метрология институты
Астана қ., Қазақстан Республикасы. **E-mail:** e.orazbayeva@ksm.kz

Административный отдел по стандартизации при Госсовете (SAC) отвечает за разработку национальных стандартов. Он отвечает за инициирование проектов, утверждение и выпуск обязательных национальных стандартов в соответствии с полномочиями и др.

Соответствующие административные департаменты Государственного совета несут ответственность за проектное предложение, организацию разработки, сбор отзывов, техническую экспертизу и организацию внедрения обязательных национальных стандартов в соответствии со своими обязанностями и функциями.

В целом система введения стандартов КНР отражена на рисунке 2 следующим образом:

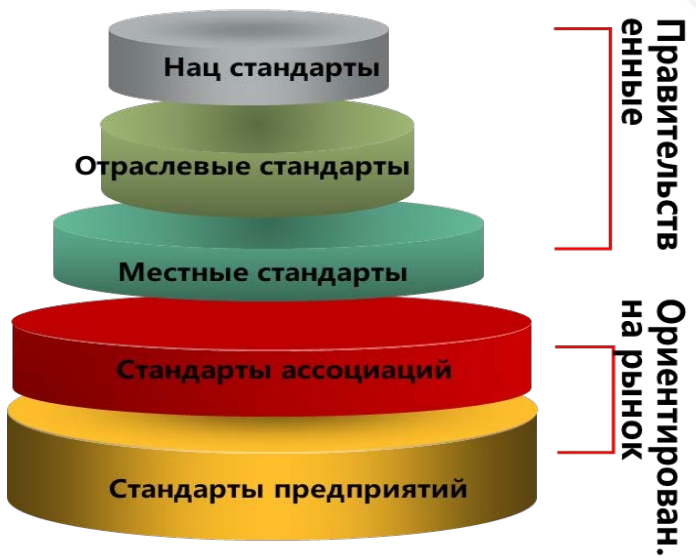


Рисунок 2 - Система стандартов в КНР

НАЦИОНАЛЬНЫЕ СТАНДАРТЫ:

- Обязательные национальные стандарты

Должны быть разработаны обязательные национальные стандарты, отвечающие техническим требованиям по обеспечению здоровья людей, безопасности их жизни и имущества, обеспечения национальной и экологической безопасности, удовлетворения основных потребностей экономического и социального управления.

- Добровольные национальные стандарты

Могут быть разработаны для удовлетворения технических требований, которые необходимы для удовлетворения основных и общих целей, поддержки обязательных национальных стандартов или играть ведущую роль в соответствующих отраслях.

К основным формам оценки соответствия продукции в Китае относятся: регистрация некоторых товаров, сертификация продукции, включая лабораторные испытания.

В целях подтверждения соответствия продукции, услуги или системы управления производством требованиям национальных стандартов КНР проводится процедура сертификации аккредитованными органами по сертификации Китая (ОПС). При проведении процедуры подтверждения соответствия ОПС руководствуется основными стандартами и правилами по сертификации и знака сертификации.

По итогам выдается сертификат соответствия, а продукция маркируется знаком соответствия, который позволяет выпускать пищевой продукт на внутренний рынок КНР. Знак соответствия содержит комбинацию фирменных символов, шаблонов или символов, шаблонов и слов, которые доказывают, что продукты, услуги или системы управления сертифицированы.

До начала поставок в КНР этикетка расфасованной пищевой продукции должна быть зарегистрирована в уполномоченном органе КНР. В результате регистрации этикетки выдается соответствующий сертификат подтверждения соответствия этикетки импортируемой пищевой продукции (Label Verification Certificate for Imported Food).

Прежде чем перейти к этапам экспорта в Китай, важно отметить ключевую роль сертификации и инспекции продукции.

СЕРТИФИКАЦИЯ

Сертификация в КНР делится на обязательную и добровольную.

- Правила обязательной сертификации продукции (Regulations for Compulsory Product Certification) определяют процедуры проведения обязательной сертификации.
- Добровольная сертификация осуществляется в зависимости от выбранной производителем сферы производства, например производство органической продукции. Сертификация продуктов питания и сельскохозяйственной продукции играет важную роль в следующих областях: улучшение внедрения стандартов производства продуктов питания и сельскохозяйственной продукции, повышение уровня управления безопасностью пищевых продуктов, обеспечение качества и безопасности продуктов питания и сельскохозяйственной продукции. По результатам сертификации выдается сертификат соответствия, который является документом, подтверждающим соответствие продукции требованиям заявленного стандарта (обязательного или добровольного).

ИНСПЕКЦИЯ

Инспекция является частью процесса сертификации соответствия продукции, при которой аккредитованные инспекционные органы проводят инспекцию производства на предмет наличия системы менеджмента продукции.

Инспекция в рамках регистрации зарубежных предприятий сельскохозяйственной и пищевой продукции: Выездная инспекция зарубежных предприятий/ферм, производящих продукцию животного и растительного происхождения для экспорта в Китай, осуществляется уполномоченным государственным органом (GACC) и является частью ветеринарного и фитосанитарного контроля.

Инспекция на границе: Импортируемая продукция также подлежит инспектированию на границе GACC в соответствии с Законом КНР об импортной и экспортной инспекции товаров. При инспекции импортной продукции таможенный орган руководствуется Каталогом импортно-экспортных товаров, подлежащих обязательной инспекции. Товары, не включенные в каталог, подлежат выборочной инспекции.

После изучения необходимых документов и систем потенциальному экспортеру необходимо получить права экспорта.

Перейдём к рассмотрению основных этапов процесса экспорта продукции в Китай.

Э.С. Оразбаева, Саудадағы техникалық кедергілер, санитариялық және фитосанитариялық шаралар жөніндегі Ақпараттық орталықтың бас маманы
Қазақстан стандарттау және метрология институты
Астана қ., Қазақстан Республикасы. **E-mail:** e.orazbayeva@ksm.kz

I. ПРЕД-ЭКСПОРТНОЕ ОДОБРЕНИЕ

1.1. Предприятие направляет заявку в Министерство сельского хозяйства Республики Казахстан (МСХ РК) о заинтересованности в экспорте продукции в КНР

1.2. МСХ РК направляет в Главное таможенное управление (ГТУ) КНР письменное прошение об экспорте продукции предприятия

1.3. ГТУ КНР отправляет вопросник по оценке риска продукции, экспортируемой в КНР для заполнения предприятию

1.4. МСХ РК предоставляет ГТУ КНР документацию: сведения о способах производства продукции; системах контроля за санитарной безопасностью, мониторинга эпизоотической ситуации

1.5. ГТУ КНР на основании официально предоставленных материалов проводит анализ и оценку рисков

1.6. МСХ РК и ГТУ КНР проводят консультации **о содержании протокола и его подписания** *(На сегодняшний день сущ. более 15 протоколов между ГТУ КНР и МСХ (пшеница, соевые бобы, пшен. Отруби, заморожен. Мясо, семейство лошадиных, рапсовый шрот, говядина, ячмень, кукуруза, пшен мука и др.)*

II. ПОЛУЧЕНИЕ ПРАВА ЭКСПОРТА

2.1. Предприятие проходит процедуру регистрации в системе «Единого окна Китая для международной торговли»

2.2. МСХ РК проводит проверку предприятий, и рекомендуют предприятие ГТУ КНР

2.3. Согласно результатам оценки и проверки ГТУ КНР регистрирует предприятие и присваивает им регистрационный номер для использования в КНР

Если предприятие обнаруживает несоответствие требованиям регистрации, то предприятие обязано самостоятельно приостановить экспорт пищевых продуктов в КНР и принять меры по внесению исправлений, обеспечивающих соответствие требованиям регистрации.

III. ПОДГОТОВКА К ЭКСПОРТУ ПРОДУКЦИИ

3.1. Предприятие проводит оценку (подтверждение) соответствия продукции требованиям национальных стандартов КНР, при необходимости (В том случае, если продукция подпадает под обязательную сертификацию в КНР, оценка соответствия необходима). И дальнейшее получение сертификата соответствия продукции требованиям стандартов КНР

3.2. Получение протоколов лабораторных исследований, проведенных в рамках оценки соответствия пищевой продукции

3.3. Заключение контракта по поставкам

3.4. Экспортер должен зарегистрировать в уполномоченном органе КНР этикетку пищевой продукции

3.5. Получение товаросопроводительных документов для экспорта, включая *транспортные накладные, квитанции и др. документы, которые могут быть проверены в пункте ввоза в КНР*

IV. ВВОЗ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ В КНР (ЭКСПОРТ ИЗ РК)

4.1. Предприятие направляет заявление в МСХ РК для получения фитосанитарного/ветеринарного сертификата (по форме, согласованной между РК и КНР).

4.2. Проведение инспекции продукции в пунктах ввоза в КНР, включая проверку всех сопроводительных документов, сверку, досмотр, проверку этикетки пищевой продукции и отбор проб при необходимости

4.3. Ввоз продукции в КНР

В отношении экспорта в КНР пищевой продукции, по которой уже подписаны Протоколы между МСХ и ГТУ, применяются пошаговые действия, описанные в алгоритме, в зависимости от того, на каком этапе находятся переговоры между МСХ РК и ГТУ.

Санитарные меры и регистрация в SAMR: специальная пищевая продукция, такая как пищевые добавки, детское питание и продукты для специальных медицинских целей, подлежит обязательной регистрации в Государственном управлении по регулированию рынка КНР (SAMR). Этот процесс включает оценку безопасности и соответствия установленным стандартам.

Продукция, не подлежащая ветеринарному, фитосанитарному или санитарному контролю: Продукты, такие как растительное масло, крахмал, клейковина, макаронные изделия, патока, солод, кондитерские изделия, шоколад, сахар и пищевая соль не требуют прохождения первых двух этапов алгоритма, связанных с ветеринарным и фитосанитарным контролем. Однако такие продукты всё равно должны соответствовать общим требованиям безопасности пищевой продукции, установленным в КНР, включая соответствие национальным стандартам и требованиям к маркировке.

Экспорт пищевой продукции в Китай — это сложный и многоэтапный процесс, требующий строгого соблюдения установленных нормативных требований и процедур. В статье был подробно рассмотрен алгоритм экспорта, включающий ключевые этапы, такие как предэкспортное одобрение, оценка соответствия продукции санитарным, ветеринарным и фитосанитарным требованиям, инспекционные проверки, регистрация на платформе Главного таможенного управления КНР (GACC) и получение необходимых сертификатов.

Благодаря системному подходу к экспорту казахстанские производители могут минимизировать потенциальные риски, связанные с несоответствием продукции китайским стандартам, а также избежать задержек на таможне.

Особую роль играет сотрудничество с уполномоченными государственными органами, такими как Министерство сельского хозяйства Республики Казахстан, которое оказывает поддержку экспортерам в вопросах сертификации и взаимодействия с китайскими регуляторами.

Дополнительно Казахстанский институт стандартизации и метрологии предоставляет информационную поддержку экспортерам, помогая разъяснять требования китайского законодательства и специфику экспортных процедур. При необходимости специалисты могут разработать подробный алгоритм экспорта для конкретных видов продукции, что значительно упрощает процесс выхода на китайский рынок.

Таким образом, четкое понимание и соблюдение представленного алгоритма позволит отечественным производителям успешно выходить на рынок КНР, укреплять торговые позиции и расширять географию сбыта продукции. В условиях роста спроса на качественные продукты питания в Китае казахстанские предприятия имеют значительные возможности для развития экспорта и повышения конкурентоспособности на международном уровне.

Э.С. Оразбаева, Саудадағы техникалық кедергілер, санитариялық және фитосанитариялық шаралар жөніндегі Ақпараттық орталықтың бас маманы
Қазақстан стандарттау және метрология институты
Астана қ., Қазақстан Республикасы. **E-mail:** e.orazbayeva@ksm.kz

ЛИТЕРАТУРА

Веб-сайты

Официальный сайт Forbes https://forbes.kz/articles/kazahstan-i-kitay-perspektivy-ekonomicheskogo-sotrudnichestva-0587f8
Oil.world.ru/ https://www.oilworld.ru/reference/laws/346697?utm_source=chatgpt.com
Официальный сайт Евро-азиатского сотрудничества государственных метрологических учреждений
https://www.coomet.net/ru/dejatelnost/zakonodatelnaja-metrologija/zm-v-stranakh-koomet/kitai/?utm_source=chatgpt.com