MEASUREMENTS WORLD
МИР ИЗМЕРЕНИЙ®

МЕТРОЛОГИЧЕСКИЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ. ОСНОВАН В 2001 г.

25 лет в России

Интеллектуальный
многофункциональный
3D-сканер

AM.TECH KSCAN E



Метрологические 3D-сканеры для промышленности: контроль геометрии и точность измерений

AM.TECH
Технологии Аддитивного Производства

Как добиться технологического лидерства в обеспечении единства измерений

Инновация в системе подготовки инженеров-метрологов

Зарубежный опыт: интеллектуальная метрология сегодня

№ 1 / 2026
www.ria-stk.ru/mi

ВАК
DOI: 10.35400
РИНЦ Science Index

ISSN 1813-8667

Метрологический научно-технический журнал
Основан в марте 2001 г.

Учредители

ООО «РИА «Стандарты и качество»

Общероссийская общественная организация «Всероссийская организация качества»

РЕДАКЦИЯ
Главный редактор
Т.В. Шавина
Тел.: (909) 663 8233
E-mail: t.shavina@mail.ru
Шеф-редактор
А.И. Анискин
Верстка
В.В. Боткина
Корректор
Л.А. Асанова
Переводчик
А.Н. Москвичева

Издатель
ООО «РИА «Стандарты и качество»

Генеральный директор
С.С. Антонова
Председатель Совета директоров, Исполнительный директор
А.И. Анискин
Тел.: (495) 771 6653
E-mail: a.aniskin@mirq.ru
Главный редактор издательства
Т.В. Киселева
Ответственный секретарь издательства
Н.Р. Варфоломеева
Руководитель международных программ РИА «Стандарты и качество»
Д.И. Ярцев
Директор по связям с общественностью
М.А. Жукова
Начальник отдела продаж (подписка)
О.В. Абрамова
Менеджеры по работе с клиентами
С.Н. Черемухина, О.В.Козмина
Тел.: (495) 258 8436
E-mail: podpiska@mirq.ru
Начальник отдела маркетинга
А.И. Колесников
Менеджеры
В.М. Агаджанов, О.С. Полихина
Тел.: (495) 771 6652
E-mail: reklama@mirq.ru

Адрес издателя и редакции
115280, Москва, ул. Мастеркова, д. 4,
15-й этаж, пом. 1, ком. 8–13
РИА «Стандарты и качество»
Тел.: (495) 771 6652
E-mail: mi@mirq.ru

Интернет-магазин
www.ria-stk.ru
Свидетельство о регистрации
ПИ № ФС 77-33231 от 26.09.2008

ISSN 1813-8667
WWW.RIA-STK.RU/MI

При перепечатке материалов ссылки на журнал и его электронную версию обязательны.

Редакция не несет ответственности за содержание рекламы.

Дата выхода 10.03.2026.
Бумага мелованная матовая 130 г.
Формат 60x90/8.
Журнал выпускается в печатной и электронной версиях.
Плановый тираж 4 700 экз. (печатный + электронный).
Средняя аудитория номера ~ 12 925 читателей.
Свободная цена. Заказ №. 376428

Отпечатано в типографии «Вива-Стар». 107023, Москва, ул. Электрозаводская, д. 20.

16+

Использованы изображения: www.iStock.com

© ООО «РИА «Стандарты и качество», 2026 г.

MEASUREMENTS WORLD®
МИР ИЗМЕРЕНИЙ
МЕТРОЛОГИЧЕСКИЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ. ОСНОВАН В 2001 г.

1 (211) **2026**

ЮБИЛЕИ: ЖУРНАЛУ «МИР ИЗМЕРЕНИЙ» – 25 ЛЕТ
А.Н. Пронин
«Мир измерений» – надежный партнер **1**

ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ
Е.И. Резникова
Совещание главных метрологов ТЭК **4**

СЛОВО ПРЕДОСТАВЛЯЕТСЯ
А.С. Кривов
Технологические вызовы прикладной метрологии **8**

В НАУЧНОМ СОВЕТЕ РАН ПО МЕТРОЛОГИЧЕСКОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ И СТАНДАРТИЗАЦИИ
Отвечать на «измерительные вызовы» **9**

ВОПРОС ЭКСПЕРТУ
Как добиться технологического лидерства в обеспечении единства измерений **10**

МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ
А.Н. Кравцов, С.М. Молдованова, М.В. Окрепилов
Инновация в системе подготовки инженеров-метрологов **13**

ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ
В.А. Грушников
Интеллектуальная метрология сегодня **19**

МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
А.В. Лошак
Метрологические 3D-сканеры для промышленности: контроль геометрии и точность измерений **24**

КВАНТОВЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ
В.Ф. Фатеев
Состояние и перспективы развития квантовых навигационных сенсоров (окончание) **29**

МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
Ю.А. Барбар, В.С. Перетягин, М.А. Рысков, Д.Е. Щур, К.А. Томский
Перспективы развития эталонов относительной влажности **34**

ЭТАЛОНЫ
В МГУ обсудили будущее эталонной базы **39**

ТЕРМОМЕТРИЯ
В.В. Власова
Оценка остаточной нелинейности шкалы мощности ДСК **40**

ИЗМЕРЕНИЯ В ДВИЖЕНИИ
М.С. Синов
Как сцепка вагонов влияет на измерение массы? **44**

НОВОСТИ ФБУ «ТЕСТ-С.-ПЕТЕРБУРГ»
ИИ на службе метрологии **49**

АВТОМАТИЗАЦИЯ ИЗМЕРЕНИЙ
В.А. Соколов, Я.И. Пимушкин
Повышение точности многокоординатных систем **50**

МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ: МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ
О.Ю. Халилов, Д.А. Ахадова
На пути интеграции в глобальную экономику **54**

«МИРУ ИЗМЕРЕНИЙ» 25 ЛЕТ: ПО СТРАНИЦАМ ПРЕЖНИХ ПУБЛИКАЦИЙ
Н.П. Муравская
Состояние и перспективы развития метрологического обеспечения в области здравоохранения и производства медицинской техники **60**

ГОСРЕЕСТР
Об утверждении типов средств измерений **66**

КОНКУРСЫ
А.А. Неклюдова, П.К. Сергеев, А.А. Тумилович, А.А. Пименова, А.О. Ципалкина
Молодые метрологи КООМЕТ и СНГ: от конкурса к профессиональному сообществу **70**

ВЕЛИКОЕ ПРОШЛОЕ
О.Ю. Тюшевская
«Чтобы уберечь страну от катастроф…» **74**

БИБЛИОТЕКА МЕТРОЛОГА И ПРИБОРОСТРОИТЕЛЯ **79**

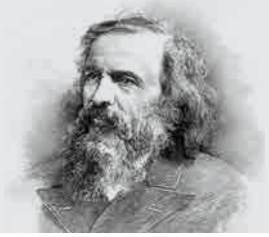
ВНИМАНИЮ ПОДПИСЧИКОВ

Уважаемые читатели журнала «Мир измерений»! Подписка на 2026 год осуществляется через подписное агентство ООО «Агентство «Урал-Пресс» либо в издательстве РИА «Стандарты и качество».
Справки по телефону: 8 (495) 258-84-36. E-mail: podpiska@mirq.ru

Реклама в номере: ООО «НПО «3Д-Интеграция» – 1–2 с. обл. + клапан • ООО «ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ» – 3–4 с. обл. + клапан • ООО НОВОТЕКС СИСТЕМС – шмуцтитул № 1 + клапан • ООО «НОРГАУ РУССЛАНД» – шмуцтитул № 2 + клапан • ЧУ «СЦ «ВНИИГАЗ-СЕРТИФИКАТ» – шмуцтитул № 3 • ООО «ПКФ Цифровые приборы» – с. 6–7 • ООО «РИА «Стандарты и качество» – с. 12, 33.

«...Ни капиталу, ни грубой силе, ни своему достатку я ни на йоту... не служил, а только старался... дать плодотворное промышленно-реальное дело своей стране в уверенности, что политика, устройство, образование и даже оборона страны ныне без развития промышленности немыслимы».

Д.И. Менделеев



"MEASUREMENTS WORLD" JOURNAL IS 25 YEARS OLD
A.N. Pronin
"Measurements World" is a reliable partner **1**

IMPORT SUBSTITUTION OF MEASURING EQUIPMENT
E.I. Reznikova
Meeting of chief metrologists of the fuel and energy complex **4**

THE FLOOR IS GIVEN TO
A.S. Krivov
Technological challenges in applied metrology **8**

IN THE SCIENTIFIC COUNCIL FOR METROLOGICAL SUPPORT AND STANDARDIZATION, RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES
To address "measurement challenges" **9**

QUESTION TO EXPERT
How to achieve technological leadership in ensuring the uniformity of measurements **10**

METROLOGICAL EDUCATION
A.N. Kravtsov, S.M. Moldovanova, M.V. Okrepilov
Innovation in the training system for metrological engineers **13**

FOREIGN EXPERIENCE
V.A. Grushnikov
Intelligent metrology today **19**

METROLOGICAL EQUIPMENT
A.V. Loshak
Metrological 3D scanners for industry: geometry control and measurement accuracy **24**

QUANTUM MEASUREMENTS
V.F. Fateev
Status and development prospects for quantum navigation sensors (ending) **29**

METROLOGICAL ASSURANCE
Yu.A. Barbar, V.S. Peretyagin, M.A. Ryskov, D.E. Shchur, K.A. Tomsky
Prospects for development of relative humidity standards **34**

REFERENCE STANDARDS
The future of the reference base was discussed at Moscow State University **39**

THERMOMETRY
V.V. Vlasova
Accounting for the residual nonlinearity of the DSC power scale **40**

WEIGH-IN-MOTION
M.S. Sedinov
How does wagon coupling affect mass measurement? **44**

NEWS FROM "TEST-ST. PETERSBURG"
AI at the service of metrology **49**

MEASUREMENTS AUTOMATION
V.A. Sokolov, Ya.Ig. Pimushkin
Accuracy improvement for multi-axis systems **50**

METROLOGICAL SUPPORT: INTERNATIONAL EXPERIENCE
O.Yu. Khalilov, D.A. Akhadova
Towards integration into global economy **54**

"MEASUREMENTS WORLD" IS 25 YEARS OLD: SCROLLING THROUGH PREVIOUS PUBLICATIONS
N.P. Muravskaya
The state and prospects for developing metrological support in healthcare and medical equipment production **60**

APPROVED TYPES OF MEASURING INSTRUMENTS **66**

COMPETITIONS
A.A. Neklyudova, P.K. Sergeev, A.A. Tumilovich, A.A. Pimenova, A.O. Shchipalkina
COOMET and CIS young metrologists: from contest to professional community **70**

GREAT HISTORY
O.Yu. Tyushevskaya
"To protect the country from disasters..." **74**

LIBRARY OF METROLOGIST AND INSTRUMENT MAKER **79**

FOR THE ATTENTION OF SUBSCRIBERS

Dear readers of Measurements World Journal! Subscription for 2026 is through Ural-Press Agency or RIA Standards and Quality publishing house. **Information by phone: 8 (495) 258-84-36. E-mail: podpiska@mirq.ru**

Subscribe
Mir izmereniy (Measurements World)

In Russia, CIS, Baltic states
Rospechat Agency
www.rosp.ru

In other countries
MK-Periodica Agency
www.periodicals.ru

НАУЧНО-РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ ЖУРНАЛА «МИР ИЗМЕРЕНИЙ»

В.Н. Крутиков, председатель Научно-редакционного совета журнала «Мир измерений», докт. техн. наук, действительный член Метрологической академии, главный научный сотрудник ФГУП «ВНИИОФИ», Москва

В.А. Агупов, докт. техн. наук, действительный член Метрологической академии, заместитель генерального директора по качеству ЗАО «ТПК «ЛИНКОС», Москва

В.Н. Бас, докт. экон. наук, вице-президент Метрологической академии, генеральный директор ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест», председатель Совета директоров ФБУ ЦСМ Росстандарта ЦФО РФ, Москва

А.В. Белинский, докт. физ.-мат. наук, профессор, ведущий научный сотрудник физического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва

А.А. Богоявленский, докт. техн. наук, почетный метролог, член-корреспондент Метрологической академии, главный метролог ФГУП ГосНИИ ГА, Москва

Ф.В. Булыгин, докт. техн. наук, действительный член Метрологической академии, советник первого заместителя генерального директора ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест», Москва

А.Г. Грабарь, канд. техн. наук, доцент кафедры метрологического обеспечения инновационных технологий и промышленной безопасности Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения (СПб ГУАП), член-корреспондент Метрологической академии, Санкт-Петербург

А.А. Данилов, докт. техн. наук, профессор, действительный член Метрологической академии, почетный метролог, директор ФБУ «Пензенский ЦСМ», г. Пенза

С.И. Донченко, докт. техн. наук, профессор, действительный член Метрологической академии, генеральный директор ФГУП «ВНИИФТРИ», Москва

Н.Д. Звягин, председатель Объединенного комитета по эталонам COOMET, руководитель отдела международных работ и международного сотрудничества по метрологии, стандартизации ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева», Санкт-Петербург

Д.А. Кузнецов, заместитель начальника Управления государственной политики в области технического регулирования, стандартизации и обеспечения единства измерений Министерства промышленности и торговли Российской Федерации, Москва

А.В. Латышев, академик РАН, докт. физ.-мат. наук, директор Института физики полупроводников им. А.В. Ржанова СО РАН, г. Новосибирск

Н.П. Муравская, докт. техн. наук, действительный член Метрологической академии, профессор кафедры «Биомедицинские технические системы» факультета «Биомедицинская техника» МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва

А.Н. Пронин, почетный работник науки и высоких технологий Российской Федерации, член Научного совета РАН по метрологическому обеспечению и стандартизации, действительный член Метрологической академии, член Научно-экспертного совета Морской коллегии Российской Федерации, генеральный директор ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева», Санкт-Петербург

М.В. Родин, владелец Группы компаний i3D, Москва

В.М. Фуксов, заместитель руководителя лаборатории эталонов и научных исследований в области термометрии ВНИИМ им. Д.И. Менделеева, главный ученый секретарь Метрологической академии, Санкт-Петербург

А.С. Чуев, канд. техн. наук, доцент кафедры «Физика» факультета «Фундаментальные науки» МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва

Г.В. Шувалов, канд. техн. наук, член-корреспондент Метрологической академии, директор Западно-Сибирского филиала ФГУП «ВНИИФТРИ», г. Новосибирск

ВАК Журнал «Мир измерений» включен в перечень рецензируемых изданий ВАК по специальностям: 2.2.4. Приборы и методы измерения (по видам измерений), (технические науки), (физико-математические науки). 2.2.10. Метрология и метрологическое обеспечение (технические науки).Журнал входит в базу данных РИНЦ на платформе Elibrary.ru DOI: 10.35400

ВАК Журнал «Мир измерений» по решению Узбекского агентства по техническому регулированию при Кабинете Министров Республики Узбекистан включен в перечень зарубежных научных журналов ВАК Республики Узбекистан по дисциплине «Технические науки».

УДК 006.013

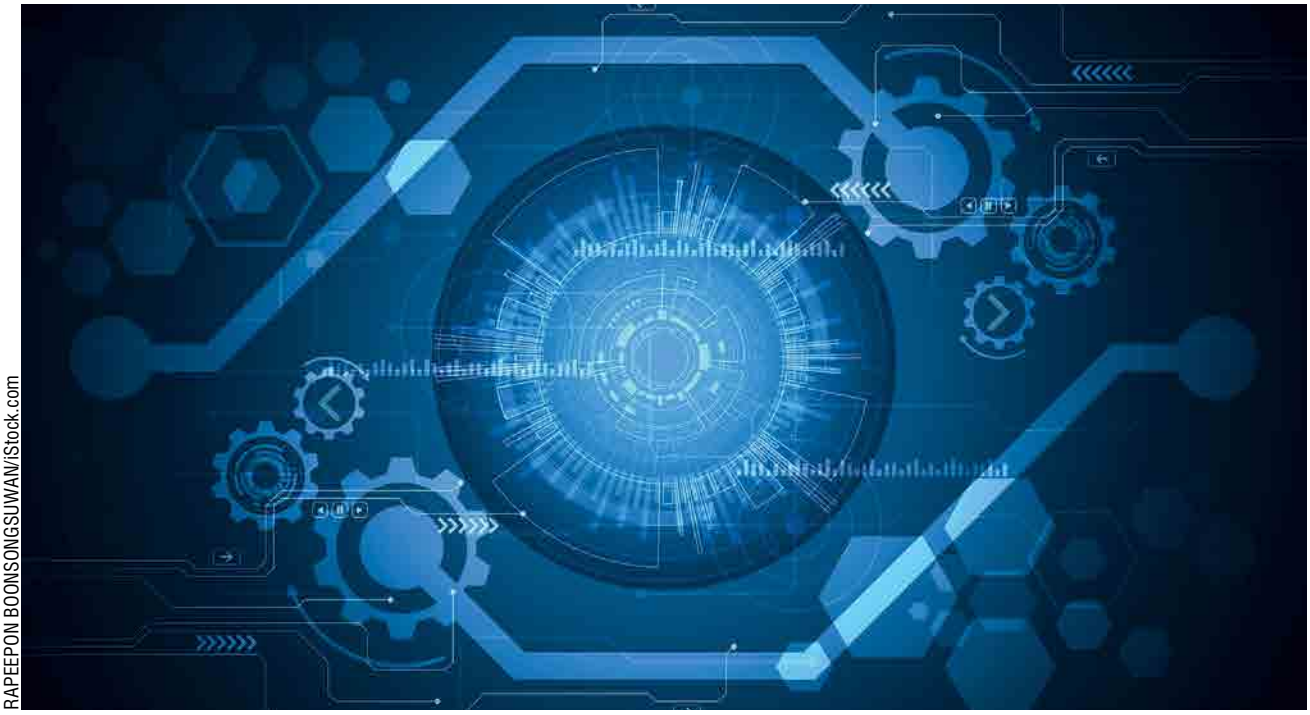
На пути интеграции в глобальную экономику

Современные подходы к метрологическому обеспечению и развитию национальной метрологической инфраструктуры

Towards integration into global economy

О.Ю. Халилов, Д.А. Ахадова

В статье представлены результаты комплексного анализа современного состояния метрологического обеспечения и развития национальной метрологической инфраструктуры Республики Узбекистан. Рассматриваются научные, технические, нормативные и организационные аспекты формирования единства измерений, анализируется роль эталонной базы, калибровочных и поверочных средств, а также состояние системы прослеживаемости. Особое внимание уделено необходимости гармонизации национальных стандартов с международными документами OIML, BIPM и ISO, а также перспективам внедрения цифровой метрологии. Показано, что дальнейшее развитие метрологической инфраструктуры является ключевым фактором повышения конкурентоспособности национальной экономики, качества научных исследований и эффективности технологических процессов.



RAPEEPON BOONSONGSUWAN/iStock.com

Для цитирования: Халилов О.Ю., Ахадова Д.А. На пути интеграции в глобальную экономику // Мир измерений. – 2026. – № 1. – С. 54–59.
For citation: Khalilov O.Yu., Akhadova D.A. Towards integration into global economy. *Mir izmereniy* [Measurements World], 2026, no. 1, pp. 54–59 (in Russian).

Ключевые слова: *метрология, эталоны, метрологическое обеспечение, единство измерений, калибровка, поверка, прослеживаемость, неопределенность, метрологическая инфраструктура, цифровая метрология.*
Keywords: *metrology, reference standards, metrological support, measurement uniformity, calibration, verification, traceability, uncertainty, metrological infrastructure, digital metrology.*

Введение

Метрология как фундаментальная научная дисциплина, обеспечивающая единство и сопоставимость измерений, играет ключевую роль в научно-техническом прогрессе, международной торговле, промышленном производстве и обеспечении безопасности. Начиная с середины XX в. наблюдается стремительное расширение областей применения высокоточных измерительных технологий, что обусловлено усложнением промышленных процессов, цифровизацией производства, внедрением автоматизированных систем контроля и развитием глобальных цепочек поставок. В этих условиях метрологическое обеспечение становится стратегическим ресурсом государства, определяющим уровень доверия к продукции, услугам и результатам научных исследований.

В современных условиях развитие метрологической инфраструктуры рассматривается как необходимая основа повышения конкурентоспособности национальной экономики. Международные организации – Международное бюро мер и весов (BIPM), Международная организация законодательной метрологии (OIML), Европейская кооперация по аккредитации (EA) – отмечают критическую важность метрологии как инструмента обеспечения прозрачности, технической совместимости и взаимного признания результатов испытаний и калибровки. Для государств с растущим промышленным потенциалом, таких как Республика Узбекистан, вопросы модернизации метрологической системы приобретают особую актуальность.

В Узбекистане в последние годы предпринимаются масштабные шаги по реформированию национальной системы технического регулирования, модернизации эталонной базы и повышению роли государственных метрологических институтов. Особое внимание уделяется гармонизации нормативной базы с международными требованиями, развитию компетентных калибровочных и испытательных лабораторий, внедрению цифровых технологий и подготовке специалистов в области метрологии. Эти процессы рассматриваются как ключевой механизм интеграции Узбекистана в глобальную экономику.

> *В Узбекистане в последние годы предпринимаются масштабные шаги по реформированию национальной системы технического регулирования, модернизации эталонной базы и повышению роли государственных метрологических институтов.*

Обзор литературы

Современная научная литература подчеркивает, что метрологическое обеспечение является системной деятельностью, включающей научные, технические, организационные и правовые меры, направленные на поддержание требуемой точности измерений [1].

Концептуальная модель метрологического обеспечения предполагает наличие иерархической структуры эталонов, методик передачи единиц величин, системы поверки и калибровки, а также нормативно-правового регулирования, обеспечивающего единообразие измерений на всей территории государства [2].

Значительная часть исследований посвящена анализу технических средств метрологического обеспечения – эталонов, стандартных образцов, калибровочных установок, высокоточных измерительных приборов. Особое внимание уделяется вопросам неопределенности измерений, что отражено в международных документах JCGM и в работах ведущих метрологических институтов мира – NIST (США), PTB (Германия), NPL (Великобритания). Эти документы формируют единый понятийный аппарат и методологическую базу для оценки точности и воспроизводимости результатов.

Отдельное направление литературы связано с развитием законодательной метрологии. Международная организация законодательной метрологии (OIML) акцентирует, что государственная метрологическая политика должна обеспечивать защиту потребителей, достоверность измерений в торговле, медицине, экологии, а также доверие к результатам испытаний и сертификации. Согласно рекомендациям OIML [3], эффективная национальная метрологическая система должна включать: национальный орган по метрологии; систему государственных эталонов; сеть аккредитованных лабораторий; единые методики измерений; систему профессиональной подготовки и контроля компетентности специалистов.

Эти вызовы актуальны и для стран Центральной Азии, включая Узбекистан. Национальные стратегии развития промышленности подчеркивают, что модернизация метрологической инфраструктуры является обязательным условием

привлечения инвестиций, развития высокотехнологичных производств, экспорта и обеспечения международного признания испытательных и калибровочных лабораторий.

Узбекские авторы также рассматривают необходимость совершенствования метрологического обеспечения в условиях реформ технического регулирования. В отечественных источниках указывается важность формирования новой системы метрологических служб, гармонизации стандартов с международными требованиями, внедрения инновационных технологий, расширения использования стандартных образцов, создания сетей аккредитованных лабораторий и повышения квалификации кадров.

Материалы и методы

Материалы и методы исследования основаны на комплексном научном подходе, сочетающем анализ теоретических работ, международных нормативных документов, национальной правовой базы, а также практических данных, характеризующих современное состояние метрологической инфраструктуры. Данный раздел построен в соответствии с требованиями академической метрологической науки и направлен на обеспечение воспроизводимости результатов анализа.

Методологической основой исследования является системный подход, позволяющий рассматривать метрологическое обеспечение как многокомпонентное явление, включающее технические, организационные, правовые и научные элементы. Использовались общенаучные методы анализа, синтеза, индукции и дедукции, а также методы сравнительного исследования, применяемые для сопоставления национальной метрологической системы с зарубежными образцами. Особое внимание уделялось структурно-функциональному анализу, позволившему выявить взаимосвязи между элементами метрологической инфраструктуры, определить ключевые функции государственных органов, а также оценить степень зрелости и эффективности эталонной базы.

Важным источником данных послужили нормативно-правовые документы Республики Узбекистан, определяющие основы метрологической деятельности, включая Закон «О метрологии» и акты Кабинета Министров, регулирующие порядок поверки, калибровки и метрологической аттестации средств измерений. Эти документы использовались как базовая правовая платформа для анализа соответствия национальной системы современным международным требованиям и идентификации элементов, требующих совершенствования.

> *Важным источником данных послужили нормативно-правовые документы Республики Узбекистан, определяющие основы метрологической деятельности, включая Закон «О метрологии» и акты Кабинета Министров, регулирующие порядок поверки, калибровки и метрологической аттестации средств измерений*

Значительный массив информации был получен из международных стандартов и руководств, таких как рекомендации Международной организации законодательной метрологии (OIML), документы Международного бюро мер и весов, руководства по оценке неопределенности измерений (GUM), а также стандарты ISO/IEC, определяющие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий. Использование этих источников позволило сформировать целостное представление о современных тенденциях в развитии метрологии и определить критерии сопоставления с национальной системой. Особую роль сыграли рекомендации OIML по законодательной метрологии, в которых выделяется необходимость участия государств в обеспечении доверия общества к результатам измерений, а также стандарты ISO/IEC 17025, задающие требования к прослеживаемости, точности и качеству лабораторных измерений [4].

Практическая часть исследования опирается на данные национальных метрологических институтов, включающие сведения о составе эталонной базы, наличии поверочных и калибровочных установок, состоянии лабораторной инфраструктуры, используемых методиках измерений и результатах аттестации средств измерений. Эти данные обеспечили возможность объективной оценки реального уровня метрологического обеспечения в Узбекистане и выявления структурных, технических и организационных особенностей национальной системы.

Анализ технической базы метрологии проводился с опорой на данные об эталонах, средствах измерений, стандартных образцах и методиках передачи размера

единицы величины. Эталоны рассматривались как фундаментальная основа метрологической системы, обеспечивающая воспроизводимость и точность измерений. В соответствии с материалами, представленными в источнике, были исследованы особенности функционирования однозначных и многозначных мер, классификация эталонов по уровням и их место в цепях мониторинга. Это позволило сформировать представление о том, насколько полно национальная эталонная база соответствует современным требованиям и может ли она выступать основой для международного признания результатов измерений.

Исследование методик измерений включало анализ подходов к оценке погрешности и неопределенности, принятых в международной практике. Использовалась концепция неопределенности измерений, рекомендованная JCGM, которая является международным стандартом для метрологических расчетов. Такой подход обеспечивает сопоставимость результатов, полученных в разных странах, и является ключевым требованием для аккредитации лабораторий в соответствии с ISO/IEC 17025.

Организационные аспекты метрологической деятельности изучались через анализ структуры государственных и ведомственных метрологических служб, их функций, задач и взаимодействия друг с другом. Исследовались вопросы компетентности персонала, аккредитации лабораторий, подтверждения наблюдений, а также функционирование системы управления качеством в метрологической деятельности. Для анализа организационной модели использовались методы правового анализа, позволяющие сопоставить национальное метрологическое законодательство с рекомендациями международных организаций и выявить потенциальные направления модернизации.

Методы анализа перспектив развития метрологии включали экспертное прогнозирование и сценарное моделирование, основанное на выводах международных организаций, а также на оценках специалистов метрологических служб. Учитывались такие факторы, как уровень цифровизации метрологической инфраструктуры, развитие автоматизированных систем контроля, внедрение электронных калибровочных сертификатов и переход к цифровой метрологии. Сопоставление отечественного состояния метрологии с ведущими мировыми практиками позволило определить возможные стратегии развития, включая модернизацию эталонной базы, расширение международного сотрудничества, повышение квалификации специалистов и внедрение инновационных технологий.

Таким образом, применяемые материалы и методы позволили обеспечить комплексное исследование метрологического обеспечения, охватив как теоретические аспекты, так и анализ практического состояния метрологической инфраструктуры. Итоги проведенного анализа являются основой для последующего обсуждения результатов, выявления проблемных зон и определения приоритетных направлений развития национальной метрологической системы.

Результаты и обсуждение

Результаты исследования продемонстрировали, что современная система метрологического обеспечения представляет собой сложный и многокомпонентный механизм, от состояния которого напрямую зависит научное, промышленное и технологическое развитие государства. Анализ национальной и международной литературы, нормативных актов, материалов метрологических институтов и практических данных позволил выявить ключевые тенденции, определяющие состояние метрологической инфраструктуры и направления ее дальнейшего совершенствования.

Прежде всего, исследование подтвердило, что метрологическая система Узбекистана находится в стадии активной модернизации, что проявляется в обновлении нормативной базы, расширении эталонного фонда и повышении роли метрологических служб в системе технического регулирования. В частности, материалы, представленные отечественными специалистами, показывают, что национальная метрологическая структура включает научную, техническую, нормативную и организационную основы, каждая из которых играет определяющую роль в обеспечении единства измерений. Эта классификация полностью соответствует международной практике, что свидетельствует о движении национальной системы в направлении гармонизации с мировыми стандартами.

Результаты анализа технических компонентов метрологической инфраструктуры показали, что центральным элементом остается система государственных эталонов, обеспечивающая воспроизведение единиц физических величин с наивысшей точностью. Эталоны выполняют функцию первичного источника измери-

тельной информации и служат отправной точкой для передачи размеров единиц рабочим средствам измерений. Как демонстрируют исследованные материалы, национальная система эталонов постепенно обновляется и расширяется, хотя темпы ее развития пока уступают уровню ведущих мировых метрологических центров. Тем не менее наличие структурированных эталонных цепей, однозначных и многозначных мер, а также специализированных поверочных и калибровочных установок уже сегодня формирует основу для обеспечения единства измерений в ключевых секторах экономики.

Примечательным результатом исследования является выявление значимости кадрового фактора в обеспечении эффективности метрологической системы. Высококвалифицированный персонал является неотъемлемым условием для функционирования лабораторий, разработки методик, проведения сложных поверочных работ и оценки неопределенности. Данные, рассмотренные в исследовании, свидетельствуют о том, что в Узбекистане наблюдается возрастающий запрос на подготовку специалистов в области метрологии, что связано с внедрением новых технологических решений, переходом к цифровым форматам данных и необходимостью соответствия международным требованиям. Однако кадровый потенциал пока развивается медленнее, чем обновляется материально-техническая база, что создает определенные риски при переходе к более современным методам измерений и цифровизации метрологических процессов.

Важнейшим результатом данного исследования стало выявление того факта, что метрологическое обеспечение оказывает прямое влияние на качество научных исследований и точность технологических процессов. Недостаточная проработка измерительных методик, отсутствие актуальных эталонных средств или использование устаревшего оборудования приводит к увеличению неопределенности и снижению доверия к результатам измерений. Это особенно критично для таких областей, как медицина, экология, энергетика и высокотехнологичное производство. Международный опыт NIST (США), PTB (Германия) и NPL (Великобритания) показывает, что именно наличие современной метрологической инфраструктуры является фактором, определяющим возможности страны в области инноваций, разработки новых материалов, цифровых технологий и фундаментальных исследований.

> *Результаты исследования продемонстрировали, что современная система метрологического обеспечения представляет собой сложный и многокомпонентный механизм, от состояния которого напрямую зависит научное, промышленное и технологическое развитие государства*

Таким образом, результаты исследования демонстрируют, что метрологическое обеспечение в Республике Узбекистан развивается в правильном направлении, однако требует целенаправленного укрепления по ряду ключевых параметров: обновления эталонной базы, расширения сетей калибровочных лабораторий, повышения квалификации специалистов, внедрения цифровых технологий и аккуратной гармонизации нормативно-правовой базы с международными стандартами. Эти направления развития имеют стратегическое значение, поскольку именно метрология определяет точность, качество и достоверность всех процессов, связанных с измерениями, а следовательно – конкурентоспособность национальной экономики и ее интеграцию в международное научно-техническое пространство.

Заключение

Анализ технических, организационных и нормативных компонентов показал, что основой национальной метрологической системы остается эталонная база, обеспечивающая воспроизведение единиц физических величин и прослеживаемость измерений. Несмотря на достигнутые успехи, в частности модернизацию ряда эталонов, расширение калибровочной инфраструктуры и совершенствование методик, система все еще нуждается в дальнейшем укреплении материально-технической базы, рациональном территориальном распределении лабораторных мощностей и повышении доступности метрологических услуг для регионов. Особо значимой является необходимость повышения компетентности кадров, поскольку качественные измерения невозможны без высококвалифицированных специалистов, владеющих современными методами анализа, оценки неопределенности и метрологической аттестации.

Результаты исследования также продемонстрировали важность гармонизации национальной нормативной базы с международными документами OIML, BIPM, ISO и JCGM. Международная практика подтверждает, что без унификации требований к калибровке, поверке, аккредитации лабораторий и оценке неопределенности невозможно обеспечить признание результатов измерений на мировом уровне. В этой связи Узбекистану необходимо продолжать последовательную модернизацию законодательства, ориентированного на принципы законодательной метрологии, а также расширять участие в международных сличениях эталонов, что способствует повышению доверия к национальной системе со стороны зарубежных партнеров.

Существенную роль в будущем развитии будет играть цифровая метрология. Электронные калибровочные сертификаты, цифровые лабораторные журналы, автоматизированные системы обработки результатов измерений, дистанционная поверка и применение цифровых двойников эталонов сформируют новую архитектуру метрологической деятельности. Эти технологии уже активно внедряются ведущими мировыми институтами, и их адаптация в Узбекистане является необходимым условием повышения эффективности и прозрачности измерительных процессов.

Обобщая результаты исследования, можно заключить, что дальнейшее совершенствование национальной метрологической инфраструктуры требует комплексного подхода, включающего модернизацию эталонной базы, расширение сети лабораторий, развитие кадрового потенциала, внедрение цифровых технологий и активное международное сотрудничество. Реализация этих направлений позволит обеспечить единство измерений, повысить качество производимой в стране продукции, укрепить доверие к результатам испытаний и создать условия для выхода Узбекистана на более высокий уровень научно-технического развития. Таким образом, метрологическое обеспечение выступает не просто инструментом контроля точности, но и стратегическим фактором, определяющим конкурентоспособность экономики и устойчивость национальной инновационной системы.

МИ

Список использованных источников

1. **Лившиц И.М.** Основы стандартизации, метрологии и управления качеством товаров. – М.: ТОО «Люкс-арт», 1994. – 166 с.
2. **Крылова Г.Д.** Основы стандартизации, сертификации, метрологии. – М.: ЮНИТИ, 2012. – 671 с.
3. International Vocabulary of Legal Metrology (VIML) – 2022 Edition. URL: http://viml.oiml.info/en/index.html (дата обращения: 15.09.2025).
4. **Бурчакова М.А., Мизинцева М.Ф.** Управление качеством. – М.: Издательство Российского университета дружбы народов, 2004. – 199 с.

References

1. **Lifshits I.M.** Fundamentals of standardization, metrology, and quality management of goods. Moscow: Luks-art LLP; 1994: 166 pp. (in Russian).
2. **Krylova G.D.** Essentials of standardization, certification, metrology. Moscow: UNITY; 2012: 671 pp. (in Russian).
3. International Vocabulary of Legal Metrology (VIML) – 2022 Edition. Available at: http://viml.oiml.info/en/index.html (accessed 15.09.2025).
4. **Burchakova M.A., Mizintseva M.F.** Quality management. Moscow: Publishing House of Peoples' Friendship University of Russia; 2004: 199 pp. (in Russian).

Авторы

Ойбек Юлдашевич Халилов,
начальник отдела измерений геометрических и механических величин Узбекского национального института метрологии, Ташкент, Республика Узбекистан

Oybek Yu. Khalilov,
Head of Department of Geometrical and Mechanical Measurements, Uzbek National Institute of Metrology, Tashkent, Republic of Uzbekistan

Диёра Аваз кизи Ахадова,
магистр, специалист 2-й категории Узбекского национального института метрологии, Ташкент, Республика Узбекистан

Diyora A. Akhadova,
Master's Degree, Category 2 Specialist, Uzbek National Institute of Metrology, Tashkent, Republic of Uzbekistan

Abstract

The article presents the comprehensive analysis of the current state of metrological support and the development of national metrological infrastructure. It examines scientific, technical, regulatory, and organizational aspects of ensuring measurement uniformity, the role of reference base, calibration and verification facilities, and traceability mechanisms. Special attention is paid to the need for harmonizing national standards with international OIML, BIPM, and ISO documents, as well as to the prospects for implementing digital metrology. The authors demonstrate that further development of metrological infrastructure is a key factor in enhancing the national economy competitiveness, improving scientific research quality, and strengthening technological efficiency.