

МИР ИЗМЕРЕНИЙ MEASUREMENTS WORLD



МЕТРОЛОГИЧЕСКИЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ. ОСНОВАН В 2001 г.

20 лет
в России



ЦЕНТР ТЕХНИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

ctb-mos.com

материалов, оборудования
и сложных систем

>400 ПРОЕКТОВ

Разработано и реализовано более
400 проектов по всей территории
Российской Федерации



Специализируемся на разработке и изготовлении уникального
испытательного оборудования используя многолетний опыт
конструкторской деятельности и проведения испытаний

Подробнее на сайте ctb-mos.com



ЦЕНТР ТЕХНИЧЕСКОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ

МАТЕРИАЛОВ, ОБОРУДОВАНИЯ
И СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

Об особенностях
конструирования
испытательного оборудования **22**

Зарубежный опыт
в аэрокосмической
сфере **26**

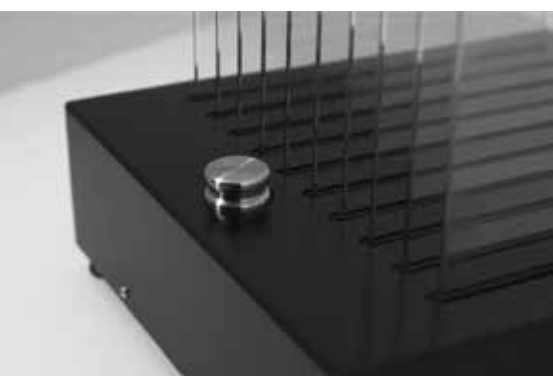
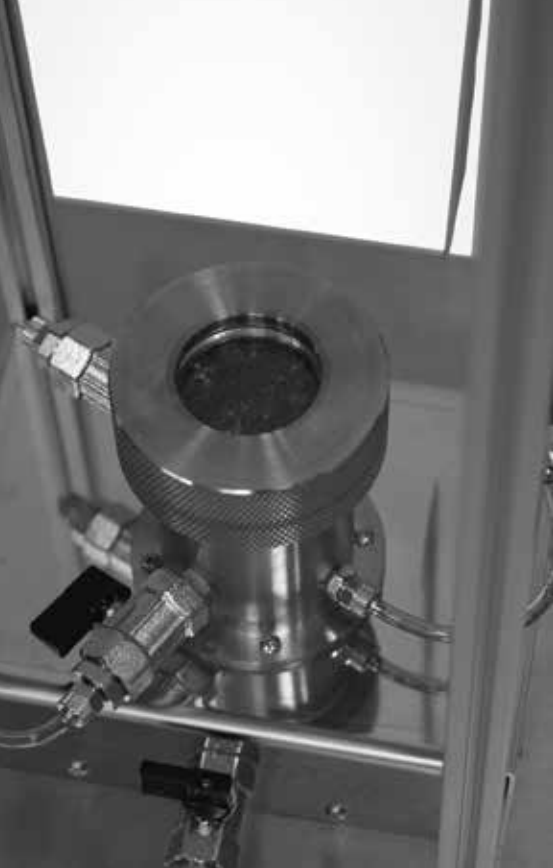
Испытательное
оборудование:
решение ООО «ЦТБ МОС» **40**



ВАК
DOI: 10.35400
РИНЦ Science Index



спецвыпуск / 2021
www.ria-stk.ru/mi



ЦЕНТР ТЕХНИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

ctb-mos.com

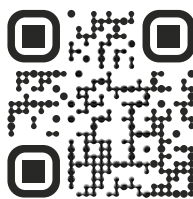
МАТЕРИАЛОВ, ОБОРУДОВАНИЯ
И СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

Разработка и изготовление уникального
испытательного оборудования.

Многолетний опыт конструкторской
и производственной деятельности, опыт
ведущих лабораторий в проведении
испытаний, учет требований заказчиков.

Использование средств измерений только
из Государственного реестра, имеющих
максимально допустимые межповерочные
интервалы и являющимися легкоъемными
для упрощения процедуры поверки.

Консультации, техническое обслуживание
и сервисное сопровождение.



www.ctb-mos.com



www.electron-test.ru



**ЦЕНТР ТЕХНИЧЕСКОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ**

МАТЕРИАЛОВ, ОБОРУДОВАНИЯ
И СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

Москва, Клинская 6, 121414
+7 (499) 110-81-33
hello@ctb-mos.com
www.ctb-mos.com

ПРИГЛАШАЕМ К СОТРУДНИЧЕСТВУ



**Сергей Михайлович
Михалкин**
Генеральный директор
ООО «ЭлектронТест»



**ЦЕНТР ТЕХНИЧЕСКОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ**
МАТЕРИАЛОВ, ОБОРУДОВАНИЯ
И СЛОЖНЫХ СИСТЕМ



**Станислав Сергеевич
Карпенко**
Генеральный директор
ООО «ЦТБ МОС»

Руководителям испытательных центров / лабораторий Государственных региональных центров стандартизации, метрологии и испытаний (ФБУ ЦСМ)

Уважаемые коллеги!

Как вам хорошо известно, среди ключевых целей опережающего развития Российской Федерации, обозначенных в национальных проектах, важное место отводится поддержке отечественного производителя, импортозамещению и наращиванию экспорта высокотехнологичной продукции. В этой связи многократно возрастает значение оценки соответствия, обеспечения единства измерений и управления качеством, а также роль региональных ЦСМов как проводников государственной технической политики Росстандарта, направленной на повышение качества продукции методами стандартизации и ее инструментов.

Однако далеко не все испытательные центры и лаборатории располагают необходимым оборудованием для реализации отдельных методик испытаний в полном соответствии с самой процедурой обеспечения испытательного процесса и в соответствии с требуемой точностью измерения заданных параметров. Предлагаем вам ознако-

миться с высокотехнологичными решениями ООО «ЦТБ МОС» и ИЛ ТСБ ООО «ЭлектронТест», опубликованными на страницах профессиональных изданий «Мир измерений», «Менеджмент качества в медицине», «Контроль качества продукции» и «Стандарты и качество».

Компания ООО «Центр технической безопасности материалов, оборудования и сложных систем» (ООО «ЦТБ МОС») является производителем высокотехнологичного испытательного оборудования, востребованного испытательными лабораториями, аккредитованными на проведение испытаний практически по всем техническим регламентам и для всех действующих стандартов системы ГОСТ Р. Проектируя сложные комплексы испытательного оборудования, ООО «ЦТБ МОС» обеспечивает контроль их качества, работоспособности и точности функционирования на всех этапах производства и постпродажной эксплуатации в испытательных лабораториях заказчика.

Основное направление деятельности испытательной лаборатории технических средств по требованиям безопасности ООО «ЭлектронТест» (ИЛ ТСБ ООО «ЭлектронТест») — проведение приемочных технических испытаний уникальной продукции медицинского назначения, сопоставимую, а зачастую и превосходящую по своим характеристикам лучшие зарубежные аналоги. Лаборатория является признанным отечественным экспертом, в первую очередь, по аттестации такой социально значимой номенклатуры как инвалидные коляски и эндопротезы тазобедренного и коленного суставов. Эта продукция одинаково востребована как на российском, так и на мировом рынках и должна удовлетворять самым жестким критериям надежности. В отношении эндопротезов в России подобное заключение может предоставить только ООО «ЭлектронТест» благодаря собственным разработкам и налаживанию производства соответствующих испытательных стендов.

Будем рады сотрудничеству!



ООО «РИА «Стандарты
и качество»

Общероссийская
общественная организация
«Всероссийская
организация качества»

Председатель совета директоров
Н.Г. Томсон

Генеральный директор
С.С. Антонова

Директор по развитию бизнеса
А.И. Анискин
(495) 988 0689
E-mail: a.aniskin@mirq.ru

Начальник отдела продаж (подписка)
О.В. Абрамова

Менеджеры по работе с клиентами
Е.М. Ключникова
Н.П. Панченко
Тел.: (495) 258 8436
Факс: (495) 258 8437
E-mail: podpiska@mirq.ru

Начальник отдела маркетинга
А.И. Колесников

Менеджеры
Г.Л. Смирнова
В.М. Агаджанов
Тел.: (495) 771 6652
E-mail: reklama@mirq.ru

Программно-техническое обеспечение
А.Ф. Старостин

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
(495) 988 8434
Факс: (495) 258 8437
E-mail: mi@mirq.ru

Интернет-магазин
www.ria-stk.ru

Свидетельство о регистрации
ПИ № ФС 77-33231 от 26.09.2008

Журнал входит в базу данных РИНЦ
на платформе Elibrary.ru
При перепечатке материалов
ссылки на журнал и его электронную
версию обязательны

Редакция не несёт ответственности
за содержание рекламы

Дата выхода: 31.05.2021
Бумага мелованная матовая 60x90/8.
Печать офсетная. Усл. п. л. 8.
Тираж 1000. Свободная цена.

Отпечатано в типографии «Вива-Стар».
107023, Москва,
ул. Электrozаводская, д. 20
Использованы изображения:
www.depositphotos.com



спецвыпуск / 2021

КОНФЕРЕНЦИИ

Т.В. Киселева

Метрология на службе качества 6

ЦИФРОВАЯ МЕТРОЛОГИЯ

И.В. Красавин

**Вторая очередь Федеральной государственной информационной системы
Росстандарта «АРШИН»: от «эксплуататора» –
к разработчику 10**

ЗАКОНОДАТЕЛЬНАЯ МЕТРОЛОГИЯ

А.С. Катков

Пути реализации новой международной системы единиц 16

МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

С.С. Карпенко, Р.В. Батраков

**Особенности конструирования испытательного оборудования с учетом
применяемых средств измерений и автоматизации процесса испытаний 22**

ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ

В.А. Грушников

**Зарубежные реализации усовершенствованных методов и средств измерений
в аэрокосмической сфере (окончание) 26**

ИНТЕРВЬЮ: ИСТОРИИ УСПЕХА

С.Б. Тарасов, О.Ю. Тюшевская

**С.Б. Тарасов: «Главная наша проблема – в недооценке роли метрологии
в учебных процессах и в обеспечении качества выпускаемой продукции» 32**

ГОСРЕЕСТР

Об утверждении типов средств измерений 36

МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

С.С. Карпенко, Р.В. Батраков

**Испытательное оборудование. Вопросы конструирования, производства
и технического обслуживания. Решение ООО «ЦТБ МОС» 40**

А.А. Красильникова, И.В. Латонов, Д.Р. Хасанов

Передовые продукты Mitutoyo для цехового и лабораторного применения 44

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МЕТРОЛОГИЯ

В.Ф. Очков, К.А. Орлов

**Единицы измерений в трех видах формул: в физических,
эмпирических и... псевдоэмпирических» (окончание) 49**

ВЫСТАВКИ

В.И. Матвеев

Analitika Expo 2021: в центре внимания – медицина 54

«МИР ИЗМЕРЕНИЙ» – 20 ЛЕТ: ПО СТРАНИЦАМ ПРЕЖНИХ ПУБЛИКАЦИЙ

Метрология и квалиметрия: вопросы идентификации 59

ВНИМАНИЮ ПОДПИСЧИКОВ

Уважаемые читатели журнала «Мир измерений»!

Подписка на 2021 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 «ЦТБ МОС» – 1-я, 2-я, 3-я стр. обложки*
ООО «Электронтест» – 31, 4-я стр. обложки*

АО «Вибро-Прибор» – 30*

ООО «РИА «Стандарты и качество» – 9, 14, 15, 25, 30, 53, 58*

Без развернутой системы измерений невозможен контроль и управление качеством выпускаемой продукции



**Профессор
Г.П. Воронин**

президент Всероссийской
организации качества,
действительный
государственный
советник
Российской
Федерации I класса

Уважаемые коллеги!

От лица Всероссийской организации качества (ВОК) поздравить вас с профессиональным праздником и 20-летием ведущего отраслевого научно-технического журнала «Мир измерений».

Трудно переоценить роль этого издания в формировании экспертного информационного поля: на его страницы всегда выносятся вопросы, наиболее актуальные на сегодняшний день для метрологического сообщества России.

К сожалению, значение метрологии в современном мире недооценено. Но ведь без развернутой системы измерений невозможен контроль и управление качеством выпускаемой продукции. В Федеральном законе «О техническом регулировании» содержится требование соблюдения «единства правил и методов исследований (испытаний) и измерений при проведении процедур обязательной оценки соответствия». А одна из четырех ключевых целей развития Росстандарта посвящена обеспечению российской экономики метрологической инфраструктурой мирового уровня.

Метрология играет важную роль в ускорении научно-технического прогресса и экономического роста, она должна развиваться опережающими темпами. Такие значимые мероприятия, как конференция «Метрология на службе качества», которая прошла 19 мая и была приурочена к Всемирному дню метрологии, также помогут привлечь внимание научно-технического сообщества к необходимости более тесной интеграции метрологии с другими дисциплинами.

Желаю профессиональных успехов и новых достижений!





При оформлении подписки только в нашем издательстве — САМЫЕ ВЫГОДНЫЕ УСЛОВИЯ!



ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ ИЗДАНИЯ РИА «СТАНДАРТЫ И КАЧЕСТВО» — ЗАЛОГ ВАШЕГО УСПЕХА!



Оформить подписку в издательстве Вы можете, отправив заявку в свободной форме по e-mail: podpiska@mirq.ru, по тел.: **(495) 771 6652** (доб. 142, 143), **258 8436** или на странице сайта: http://www.ria-stk.ru/subscribe_on_site/new/

Стоимость печатных и электронных версий:

	2-е полугодие
«Стандарты и качество» + приложение	29640 р. (№ 7–12)
«Методы менеджмента качества»	21540 р. (№ 7–12)
«Контроль качества продукции»	18960 р. (№ 7–12)
Business Excellence	5760 р. (№ 7–12)
«Мир измерений»	4800 р. (№ 3–4)
«Менеджмент качества в медицине»	8000 р. (№ 3–4)

Всем подписчикам мы предоставляем эксклюзивный доступ к бонусной системе с полезными в работе опциями и сервисами, скидками и специальными предложениями как от РИА «Стандарты и качество», так и от наших ведущих компаний-партнеров

Среди наших подписчиков — лидеры рынка в своих отраслях

- TÜV AUSTRIA Стандарты и соответствие
- АО «Атомэнергомаш»
- АО «Бюро Веритас Сертификейшн Русь»
- АО «Вертолеты России»
- Ассоциация по сертификации «Русский Регистр»
- «ГЕДЕОН РИХТЕР – РУС»
- ГК «Новатех»
- Госкорпорация «Росатом»
- Группа ЛСР
- МГТУ им. Н.Э. Баумана
- ОАО «РЖД»
- ООО «КНАУФ ГИПС»
- ООО «СИБУР»
- ПАО «КАМАЗ»
- ПАО «Сбербанк»
- ПАО «Газпром»
- ПАО «ОМЗ»
- и многие другие.

Для подписки на наши издания не в РИА «Стандарты и качество» мы рекомендуем использовать только проверенные способы:

Подписка в отделении «Почты России» через электронный каталог «Подписные издания», каталог «Пресса России. Газеты и журналы».

Информацию о точных сроках приема подписки и подписных ценах Вы можете уточнить в своем почтовом отделении.

Подписка через Интернет

Оформить подписку через Интернет и выбрать удобный вариант оплаты заказа можно на сайтах подписных агентств: <https://podpiska.pochta.ru>; <https://www.akc.ru>

ООО «Урал-Пресс»
Сайт: <http://www.ural-press.ru>
Тел./факс: (495) 798-86-36,
(499) 700-05-07

ООО «ПРЕССИНФОРМ»
Сайт: <http://pressiosk.ru/>
Тел.: +7-812-337-16-24
E-mail: press@crp.spb.ru,
podpiska@crp.spb.ru

ООО «Информнаука»
Сайт: <http://informnauka.com>
Тел.: +7 (495) 787-38-73
+7 (499) 152-54-81
E-mail: informnauka@viniti.ru



Оформляя подписку указанными способами, Вы минимизируете риски, связанные с несвоевременной доставкой журнала, и избегаете проблем с закрывающей документацией.

МИР ИЗМЕРЕНИЙ MEASUREMENTS WORLD

МЕТРОЛОГИЧЕСКИЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ. ОСНОВАН В 2001 г.



Издатель

ООО «РИА «Стандарты и качество»

Редакция

Главный редактор

Т.В. Шавина

Тел. (909) 663 8233

Ответственный секретарь

Л.В. Соколова

Тел. (916) 301 6169

Вёрстка

В.В. Боткина

Корректор

М.А. Башкирова

Переводчики

В.А. Савинкина,

М.В. Самсонова

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ ЖУРНАЛА «МИР ИЗМЕРЕНИЙ»

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

В.А. Агулов, докт. техн. наук, действительный член Метрологической академии, заместитель руководителя Центра ФГУП «ВНИИ «Центр», г. Москва

В.Н. Бас, докт. техн. наук, вице-президент Метрологической академии, генеральный директор ФБУ «Ростек-Москва», председатель Совета директоров ФБУ ЦСМ Росстандарта ЦФО РФ, г. Москва

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

Ф.В. Бульгин, докт. техн. наук, член Международного комитета по мерам и весам, заместитель директора по инновациям ФГУП «ВНИИМС», г. Москва

А.Г. Грабарь, канд. техн. наук, член-корреспондент Метрологической академии, г. Санкт-Петербург

В.Л. Гуревич, канд. техн. наук, почётный член Метрологической академии, главный редактор научно-технического журнала «Метрология и приборостроение», директор Белорусского государственного института метрологии (БелГИМ), президент КОМЕТ, Минск, Республика Беларусь

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

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

Д.С. Ким, канд. техн. наук, руководитель службы безопасности и охраны труда ТОО «ЭФКО АЛМАТЫ», г. Алматы, Республика Казахстан

Д.А. Кузнецов, заместитель директора Департамента государственной политики в области технического регулирования, стандартизации и обеспечения единства измерений Министерства промышленности и торговли РФ, г. 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, г. Москва

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

О.М. Розенталь, докт. экон. наук, профессор, главный научный сотрудник Института водных проблем РАН, г. Москва

Э.И. Цветков, докт. техн. наук, действительный член Метрологической академии, профессор кафедры информационных измерительных систем и технологий Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета, заслуженный деятель науки РФ, г. Санкт-Петербург

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

Научный совет

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

Б.С. Могильницкий, канд. физ.-мат. наук, заведующий кафедрой физико-химических и теплотехнических измерений Новосибирского филиала Академии стандартизации, метрологии и сертификации (учебная), г. Новосибирск

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

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

Special issue 2021

CONFERENCES

T.V. Kiseleva

Metrology in the service of quality 6

DIGITAL METROLOGY

I.V. Krasavin

The second phase of Rosstandart's Federal State Information System ARSHIN: From an exploiter to a developer 10

LEGISLATIVE METROLOGY

A.S. Katkov

Ways to implement the new international system of units 16

METROLOGICAL EQUIPMENT

S.S. Karpenko, R.V. Batrakov

The specifics of testing equipment design taking into account used measuring equipment and test automation 22

FOREIGN EXPERIENCE

V.A. Grushnikov

Foreign implementations of advanced methods and measuring instruments in the aerospace field (continued) 26

INTERVIEW: STORIES OF SUCCESS

S.B. Tarasov, O.Yu. Tyushevskaya

S. B. Tarasov: "Our main problem is the underestimation of role of metrology in educational processes and in ensuring the quality of products" 32

APPROVING TYPES OF MEASURING INSTRUMENTS

Competencies for digital metrology 36

METROLOGICAL ASSURANCE

S.S. Karpenko, R.V. Batrakov

Test equipment. Design, production and maintenance issues. The approach of LLC TSTB MOS 40

A.A. Krasilnikova, I.V. Latonov, D.R. Khasanov

Advanced Mitutoyo products for workshops and laboratories 44

MATHEMATICAL METROLOGY

V.F. Ochkov, K.A. Orlov

The units of measurements in three types of formulas: physical, empirical and... pseudo-empirical (continued) 49

EXHIBITIONS

V.I. Matveev

Analitika Expo 2021: A focus on medical science 54

MEASUREMENTS WORLD TURNS 20:

THUMBING THROUGH EARLIER PUBLICATIONS

Metrology and Qualimetry: Issues of Identification 59

ATTENTION SUBSCRIBERS

Dear readers of Measurements World! Subscription for 2021 is through Ural-Press Agency or AIA Standards and Quality publishing house.

Information by phone: 8 (495) 258-84-36. E-mail: podpiska@mir.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



Метрология на службе качества

Так называлась конференция, приуроченная к Всемирному дню метрологии и 20-летию юбилею ведущего метрологического научно-технического журнала «Мир измерений», которая собрала на онлайн- и офлайн-площадках более 600 специалистов со всей России. Организатором мероприятия выступили Всероссийская организация качества и РИА «Стандарты и качество» при поддержке Министерства промышленности и торговли РФ, Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии, а также Российского союза промышленников и предпринимателей и Консорциума «Кодекс».

Для участия в конференции были приглашены представители федеральных органов исполнительной власти в сфере единства измерений всех уровней, общественных организаций, а также метрологи, руководители и эксперты метрологических научно-исследовательских институтов Росстандарта, сотрудники отделов контроля качества промышленных предприятий. Главными темами обсуждения стали: роль метрологии в укреплении национальной и международной инфраструктуры качества, необходимость более тесной ее интеграции с другими дисциплинами, новые метрологические возможности для промышленности. Ведь технологическое развитие национальной экономики непосредственно связано с необходимостью обеспечения надлежащего качества продукции, подтвержденного достоверными результатами испытаний.

В приветствии участникам конференции заместитель министра промышленности и торговли РФ Алексей Ученев сказал: «Метрология играет важную роль для ускорения научно-технического прогресса и экономического роста. В современном постиндустриальном обществе результаты измерений используются на всех стадиях жизненного цикла любого высокотехнологичного изделия, начиная от проектирования и заканчивая утилизацией... Метрология вносит существенный вклад не только в развитие инновационных отраслей, но и в повышение конкурентоспособности отечественной промышленности в целом. Поэтому такие мероприя-

тия, как конференция «Метрология на службе качества», помогают привлечь внимание научно-технического сообщества к необходимости более тесной интеграции метрологии с другими дисциплинами».

Руководитель Росстандарта Антон Шалаев в своем докладе сообщил, что система обеспечения единства измерений Российской Федерации является одной из лучших в мире: «Опередив КНР и США, по итогам 2020 г. наша страна заняла первое место в мире по числу измерительных и калибровочных возможностей, зарегистрированных в Международном бюро мер и весов и признаваемых мировым сообществом. База эталонов единиц величин превышает показатели многих промышленно развитых стран — зарегистрировано порядка 160 государственных первичных эталонов и более 114 тыс. эталонов по всей стране. Обеспеченность промышленными эталонами и методиками измерений на сегодняшний день превышает 94%».

Глава ведомства отметил, что метрология активно развивается в целях поддержки критически важных отраслей — оборонно-промышленного комплекса, авиационной, здравоохранения, производства медицинского оборудования. Значимые результаты достигнуты и в части цифровой трансформации метрологии: соответствующие дополнения и изменения внесены в Федеральный закон «Об обеспечении единства измерений» и ряд нормативных правовых актов. Успешно развивается Федеральный информационный фонд по обеспечению един-

Ключевые слова: Всемирный день метрологии, инфраструктура качества, единство измерений, цифровая трансформация.
Keywords: World Metrology Day, quality infrastructure, uniformity of measurements, digital transformation.

ства измерений ФГИС «Аршин», где уже содержится около 350 млн записей. А. Шалаев также подчеркнул, что, несмотря на достигнутые успехи в области обеспечения единства измерений, еще немало предстоит сделать, и обозначил пять ключевых задач.

Заместитель руководителя Росаккредитации **Дмитрий Гоголев** рассказал о новых требованиях к аккредитованным лицам в области обеспечения единства измерений. Заместитель директора департамента государственной политики в области технического регулирования, стандартизации и обеспечения единства измерений **Дмитрий Кузнецов** подробно проинформировал о работе по реализации Стратегии обеспечения единства измерений в Российской Федерации до 2025 г. и процессах совершенствования законодательства в этой области. Руководитель Межотраслевого совета по прикладной метрологии и приборостроению **Анатолий Кривов** разъяснил действия по гармонизации правовых основ метрологической деятельности с новым законодательством об обязательных требованиях и контрольно-надзорной практике.

Выступая на конференции, заместитель сопредседателя Комитета Российского союза промышленников и предпринимателей (РСПП) по промышленной политике и техническому регулированию **Андрей Лоцманов** остановился на мерах по внедрению «регуляторной гильотины» в сфере обеспечения единства измерений. Он также отметил, что благодаря поддержке руководства РСПП метрологический надзор сохранен в новой системе контрольно-надзорной деятельности как самостоятельный вид государственного надзора.

Темы конференции были скомпонованы по пяти наиболее важным блокам: «Совершенствование законодательства в области измерений», «Год науки и технологий», «Цифровизация экономики. Задачи метрологии», «Образование в области метрологии». Особо следует отметить международную публичную дискуссию «Измерения для здоровья. Пандемия как отправная точка прорыва» с участием ряда видных российских и зарубежных экспертов. Метрологическое сообщество всего мира подключилось к решению новых проблем, используя имеющийся глобальный научный опыт в области измерений. Задача нынешнего мероприятия — масштабирование успешного взаимодействия метрологов, медиков и представителей смежных областей по защите от COVID-19 и эффективного восстановления жизни в постпандемический период, привлечение внимания общественности к метрологии как неотъемлемой составляющей медицинских исследований.

Конференция предоставила российским метрологам возможность обсудить самые актуальные вопросы, касающиеся совершенствования системы единства измерений, поделиться опытом и планами предстоящей работы.

МИ

Материал подготовила
главный редактор РИА «Стандарты и качество»
Татьяна Киселева, г. Москва

Ключевые задачи Росстандарта в области обеспечения единства измерений

1. Необходимость дальнейшего пополнения и развития комплекса государственных первичных эталонов. Например, в настоящее время ВНИИМ им. Д.И. Менделеева совместно с ПАО «Газпром» активно участвует в формировании научно-технического задела по созданию газового эталона.
2. Реализация Стратегии обеспечения единства измерений в Российской Федерации на период до 2025 г., где представлена общая характеристика системы обеспечения единства измерений и ее место в экономике страны. Достижение целевых значений ключевых показателей развития системы. Прежде всего, речь идет о снижении, в том числе за счет цифровизации, среднего времени оказания услуг в области единства измерений.
3. Создание нормативной правовой базы в сфере обеспечения единства измерений, в том числе в областях обороны, безопасности, атомной промышленности, аддитивных технологий. Необходимость продолжить цифровую трансформацию в сфере обеспечения единства измерений, включая развитие цифровых метрологических сервисов и интеграцию ФГИС Росстандарта с государственными информационными системами других органов государственной власти.
4. Развитие импортозамещения и отечественного производства средств измерений. Минпромторгом и Росстандартом в 2019—2020 гг. в инициативном порядке проведена работа по подготовке перечня средств измерений отечественного производства, аналогичных зарубежным, включающего 696 типов российских средств измерений, которые могут заместить 1817 импортных. Работа по актуализации перечня будет продолжена в 2021 г.
5. Развитие кадрового потенциала российской метрологии.
Реализация этих задач направлена на укрепление метрологического лидерства Российской Федерации. Одним из важнейших аспектов данного процесса должно стать снятие метрологических барьеров для продвижения отечественной продукции на международные рынки.

Abstract

The conference dedicated to the World Metrology Day was attended by specialists from all over the country, who discussed topical issues on improving the system of ensuring measurement uniformity, shared their experience and plans for the upcoming work.



И.В. Лесун
начальник
Управления
метрологии
Вооруженных
Сил Российской
Федерации



МИНИСТЕРСТВО ОБОРОНЫ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(МИНОБОРОНЫ РОССИИ)

г. Москва, 119160

«30» апреля 2021 г. № 321/4/2368

На № _____

Главному редактору
журнала «Мир измерений»
Т.В.ШАВИНОЙ

ул. Мастеркова, д. 4,
г. Москва, 115280

Уважаемая Татьяна Викторовна!

Коллектив Управления метрологии Вооружённых Сил Российской Федерации и научно-технического комитета (Метрологической службы Вооружённых Сил Российской Федерации) сердечно поздравляет Вас и всех сотрудников редакции с весомой и знаменательной датой – 20-летием со дня выхода первого номера журнала «Мир измерений».

В течение двадцати лет Ваше издательство выросло в одно из ведущих печатных изданий, освещающих вопросы обеспечения единства измерений. Актуальность, качество и достоверность публикуемых материалов давно снискали популярность среди специалистов-метрологов.

За этим заслуженным признанием стоит огромный труд профессионалов, работающих в редакции, талант и опыт руководителей, преданность коллектива своему издательству и безупречное служение общему делу.

Нам очень важно, что на протяжении многих лет на страницах Вашего журнала освещаются достижения как отечественной, так и зарубежной метрологии. Опубликованные, в том числе нашими специалистами – военными метрологами, статьи помогают в практической деятельности при решении измерительных задач военной метрологии.

Впереди новые дела и свершения, и у специалистов Метрологической службы Вооружённых Сил Российской Федерации нет сомнений в том, что сотрудничество с коллективом журнала «Мир измерений» сохранится и будет ещё более плодотворным.

Примите наши искренние пожелания крепкого здоровья, новых профессиональных успехов и дальнейшего стабильного развития редакции журнала.

Начальник Управления метрологии
Вооруженных Сил Российской Федерации

с уважением,

И.Лесун



ОРГАНИЗАТОРЫ



ПРИ УЧАСТИИ



ГЛАВНОЕ СОБЫТИЕ ГОДА В ОБЛАСТИ КАЧЕСТВА

Всероссийский форум по качеству 2021

ЛУЧШИЙ ОПЫТ —
ДЛЯ ЛУЧШЕЙ ЖИЗНИ!

10–11 ноября 2021 года
Тольятти

Программа форума включает пленарную сессию, серию секционных заседаний, круглые столы, профессиональные производственные экскурсии на ведущие предприятия региона.

На форуме выступят

Президент Всероссийской организации качества, представители Минпромторга России, Росстандарта, Росаккредитации, Администрации Губернатора и Правительства Самарской области, крупных промышленных организаций и объединений, эксперты органов по сертификации и др.

Основные вопросы для обсуждения

- Стандартизация и качество как важнейшие факторы повышения конкурентоспособности
- Глобальные тренды развития международной стандартизации
- Роль стандартизации и оценки соответствия в увеличении объема экспорта
- Цифровизация промышленности
- Пути расширения инновационной деятельности госкорпораций
- Совершенствование национальной системы аккредитации
- Нормативно-правовое обеспечение деятельности контрольно-надзорных органов
- Бережливое производство для устойчивого развития всех сфер экономики
- Сохранение профессионального долголетия и здоровья работников
- Обеспечение и защита прав потребителей как условие повышения качества жизни в стране
- Экологическая безопасность как одна из важнейших составляющих благополучия человека
- Образование и подготовка кадров

Приглашаются

Руководители и специалисты по качеству предприятий реального сектора экономики, социальной сферы, представители науки, образования и все, кто интересуется вопросами контроля качества и обеспечения безопасности продукции

Оргкомитет форума — тел.: +7 (495) 771-66-52; e-mail: abc@mirq.ru; www.ria-stk.ru

Вторая очередь Федеральной государственной информационной системы Росстандарта «АРШИН»: от «эксплуататора» – к разработчику

И.В. Красавин

В настоящее время в рамках цифровой трансформации деятельности федеральных органов исполнительной власти идет активное создание федеральных государственных информационных систем, предназначенных для сбора информации и обеспечения публичного доступа к документам и сведениям по направлениям деятельности федеральных органов исполнительной власти. В статье идет речь об истории разработки Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений, его совершенствования и задачах на перспективу.

По пути модернизации

В целях автоматизации деятельности Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в части обеспечения единства измерений в 2017 году была разработана вторая очередь Федеральной государственной информационной системы Росстандарта ФГИС «АРШИН», предназначенной для создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений.

В конце 2018 года осуществлена последняя миграция данных из разрозненных баз во ФГИС «АРШИН», с начала 2019 года программное обеспечение ФГИС «АРШИН», развернутое на серверных мощностях Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений, становится единственной центральной точкой входа метрологи-

ческих данных Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений. Оператору Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений (Оператор Фонда) – ФГУП «ВНИИМС» – поручена эксплуатация технологической платформы, общего и прикладного программного обеспечения ФГИС «АРШИН». Этот момент можно считать началом периода, в котором ФГУП «ВНИИМС» – «эксплуататор» ФГИС «АРШИН».

Как уже отмечалось, ФГИС «АРШИН» предназначен для ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений и предоставления общего доступа к сведениям, содержащимся в нем, здесь содержатся разделы, установленные Порядком создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений, передачи

сведений в него и внесения изменений в данные сведения, предоставления содержащихся в нем документов и сведений [1]. Таким образом, ФГИС «АРШИН» сегодня – это 12 разделов, содержащих:

- 75 нормативных правовых актов;
- сведения о более чем 1,8 тыс. нормативно-технических документов;
- три информационных базы данных: условных знаков поверки, шифров калибровки и уведомлений о производстве эталонов единиц величин и средств измерений;
- информацию и данные 382 таблиц стандартных справочных данных;
- 193 международных документа;
- 12 международных договоров;
- единый перечень измерений, относящихся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений;

Ключевые слова: Федеральная государственная информационная система Росстандарта ФГИС «АРШИН», Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений, ФГУП «ВНИИМС».

Keywords: Federal State Information System of Rosstandart FGIS ARSHIN, Federal Information Fund Ensuring Uniformity of Measurements, VNIIMS.

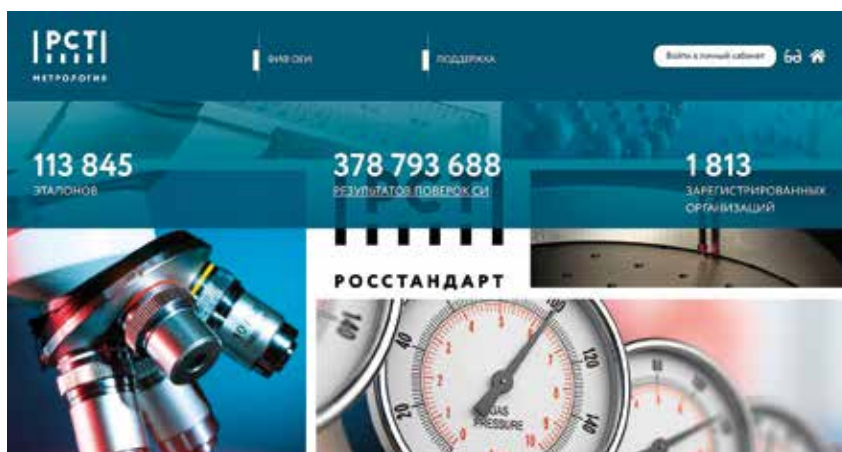
ВТОРАЯ ОЧЕРЕДЬ ФЕДЕРАЛЬНОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ РОССТАНДАРТА «АРШИН»: ОТ «ЭКСПЛУАТАТОРА» – К РАЗРАБОТЧИКУ

- сведения о более чем 36 тыс. аттестованных, 10 первичных референтных и 7 референтных методиках (методах) измерений;
- сведения о 160 государственных первичных эталонах;
- сведения о более чем 113 тыс. эталонов единиц величин;
- сведения о 9,108 тыс. утвержденных стандартных образцах;
- сведения о более чем 96 тыс. утвержденных типов средств измерений;
- сведения о более чем 377 млн результатов поверок средств измерений.

Все эти разделы периодически актуализируются и пополняются новыми документами и сведениями как Оператором фонда, так и пользователями системы, как это делается в случае с передачей сведений о результатах поверки средств измерений организациями, осуществляющими их поверку.

Следует сказать, что для обеспечения функционирования ФГИС «АРШИН» возникла необходимость создания в составе ФГУП «ВНИИМС» отдельной группы, на которую были возложены задачи эксплуатации технологической платформы, общего и прикладного программного обеспечения.

Достаточно короткий период эксплуатации ФГИС «АРШИН» как основной системы ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений и предоставления общего доступа к документам и сведениям, содержащимся в нем, показал существенные недостатки в выбранных технических, архитектурных и алгоритмических решениях при создании ФГИС «АРШИН». Выявленные недостатки приводили к значительному увеличению времени на публикацию сведений о ре-



Главная страница Федеральной государственной информационной системы Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Базы метрологических данных в Российской Федерации

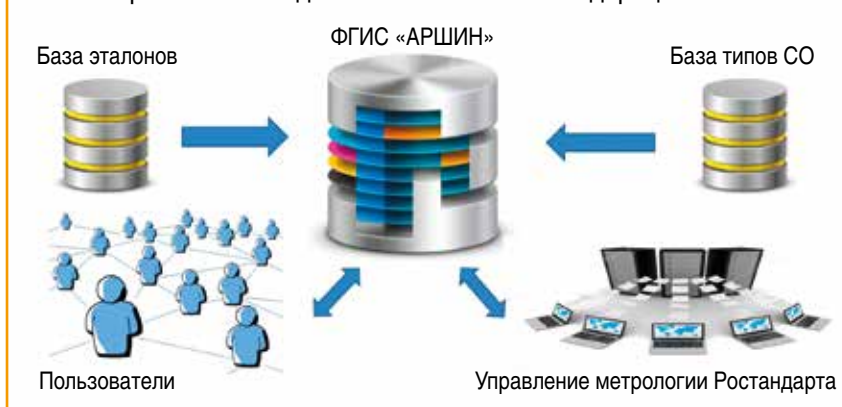


Схема информационного взаимодействия ФГИС «АРШИН» с элементами системы обеспечения единства измерений

зультатах поверки средств измерений, периодическим сбоям в работе ФГИС «АРШИН» вплоть до останова системы, вызываемых, в первую очередь, нагрузкой, которая при разработке ФГИС «АРШИН» была недооценена.

В начале 2019 года во исполнение распоряжения Правительства Российской Федерации от 09.11.2017 г. № 2478-р [2] в ФГУП «ВНИИМС» приказом Росстандарта создается Специализированный центр мониторинга состояния системы обеспечения единства измерений, прогнозирования измерительных потребностей эконо-

мики и общества, а также оценки влияния уровня развития метрологии на качество жизни и экономику страны в целом, на который помимо задач мониторинга состояния системы обеспечения единства измерений, прогнозирования измерительных потребностей и оценки влияния уровня развития метрологии на качество жизни и экономику страны в целом были возложены задачи по развитию ФГИС «АРШИН».

В ходе эксплуатации ФГИС «АРШИН» в целях повышения стабильности и производительности ее работы в части публикации

сведений о результатах поверки средств измерений Центром мониторинга и прогнозирования предпринимались меры по оптимизации программного обеспечения, полученного от разработчиков ФГИС «АРШИН», в результате чего время опубликования сведений о результатах поверки с нескольких недель было сокращено до нескольких дней. Но по мере выполнения работ по оптимизации, а также с учетом меняющегося законодательства в области обеспечения единства измерений становилась очевидной необходимость глубокой модернизации системы.

С учетом загруженности модулей ФГИС «АРШИН», при определении приоритетов их модернизации Росстандартом было принято решение о необходимости первоочередной переработки модуля учета сведений о результатах поверки средств измерений. Задача по модернизации данного модуля была возложена на ФГУП «ВНИИМС», а именно на Центр мониторинга и прогнозирования. Таким образом, с 2019 года, с началом работ по модернизации модуля учета

сведений о результатах поверки (далее – модуль «Поверки»), ФГУП «ВНИИМС» становится фактически разработчиком.

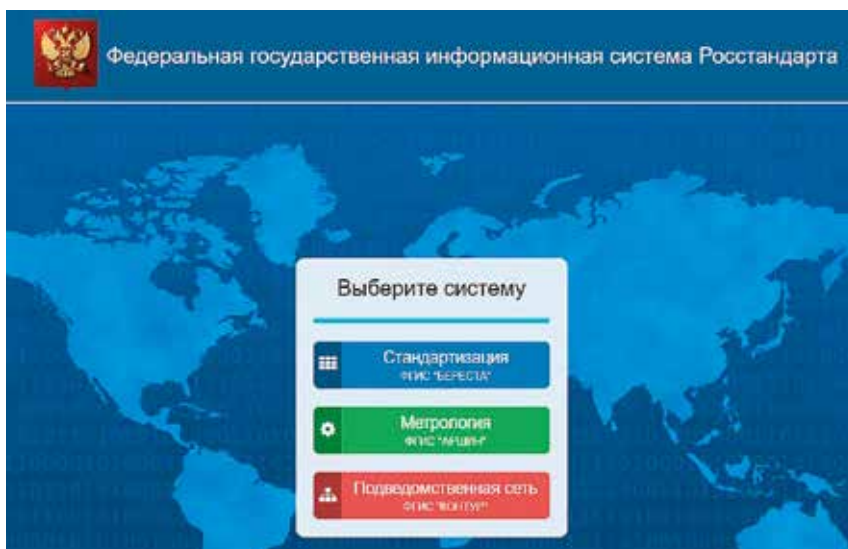
При модернизации модуля «Поверки» стояла непростая задача по существенному повышению его производительности при сохранении взаимосвязи с остальными модулями ФГИС «АРШИН». В целях удовлетворения потребностей пользователей, собранных за время эксплуатации ФГИС «АРШИН», опыта ее эксплуатации, а также тенденций цифровой трансформации метрологии модуль «Поверки» фактически был полностью переработан.

В кратчайшие сроки было разработано и развернуто программное обеспечение модернизированного модуля «Поверки», обеспечивающее взаимосвязь с базами данных утвержденных типов средств измерений, типов стандартных образцов, эталонов единиц величин и государственных первичных эталонов единиц величин ФГИС «АРШИН». Модернизированный модуль «Поверки» обладает более дружелюбным и функцио-

нальным интерфейсом с возможностями, обеспечивающими удобство работы с ним. При модернизации модуля «Поверки» принято решение о переходе на иные технологические решения. Базы данных модернизируемого модуля стали реляционными, для разработки применены передовые методы и языки программирования, сделан уклон на формализацию данных, использование машиночитаемых форматов, используемых при передаче сведений о результатах поверки. В разработанном модуле «Поверки» заложен дальнейший модернизационный потенциал, обеспечивающий возможность с минимальными затратами реализовывать изменяющиеся требования законодательных и нормативных правовых актов в области обеспечения единства измерений, при этом предусмотрена возможность масштабирования системы, что позволит наращивать производительность системы и приводить ее в соответствие с потребностями участников рынка метрологических услуг.

От общего – к частному

Несмотря на большой объем работ, выполненных в ходе модернизации модуля «Поверки», это всего лишь первый этап масштабных планов модернизации ФГИС «АРШИН». В рамках развития ФГИС «АРШИН» в 2020 году были выполнены мероприятия по совершенствованию модернизированного модуля «Поверки», направленные на обеспечение достоверности передачи сведений о результатах поверки средств измерений, необходимой для подтверждения результатов поверки средств измерений в соответствии с изменениями в Федеральном законе «Об обеспе-



Главная страница модернизированного модуля «Поверки» ФГИС «АРШИН»

ВТОРАЯ ОЧЕРЕДЬ ФЕДЕРАЛЬНОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ РОССТАНДАРТА «АРШИН»: ОТ «ЭКСПЛУАТАТОРА» – К РАЗРАБОТЧИКУ

чений единства измерений», внесенных Федеральным законом от 27 декабря 2019 г. № 496-ФЗ [3]. Помимо совершенствования модернизированного модуля «Поверки» в 2020 году выполняются работы по модернизации модуля «Типы СИ», в рамках которых ФГИС «АРШИН» во взаимодействии с системой электронного документооборота Росстандарта и автоматизированной системой «СИУ-портал Росстандарта» становится технической основой предоставления государственной услуги по утверждению типа средств измерений.

Следующим этапом развития ФГИС «АРШИН», спланированным на 2021 год, является модернизация модуля «Эталоны», направленная на обеспечение возможности ведения базы данных эталонов единиц величин непосредственно во ФГИС «АРШИН», с учетом реализации изменений в законодательстве в области обеспечения единства измерений, а также сопряжения и автоматизированного обмена данными с другими модулями ФГИС «АРШИН». Последней задачей модернизации модуля «Эталоны» по порядку, но не по значимости является реализация возможности отслеживания прослеживаемости средств измерений к государственным первичным эталонам единиц величин.

На последующих этапах планируется модернизация остальных модулей ФГИС «АРШИН», направленная, в первую очередь, на новую программную платформу, обеспечивающую взаимосвязь всех модулей ФГИС «АРШИН» в рамках единой информационной системы, функционирующей на единых принципах.

Следует отметить, что выбранная идеология модернизации ФГИС «АРШИН» по отдельным модулям

применена из-за взаимосвязанности данных в них. Последовательная модернизация влечет за собой необходимость доработки модернизированных ранее модулей после модернизации следующего, при этом, с учетом реализации единых подходов к модернизации и заложенного модернизационного потенциала в модели, трудозатраты на данные доработки минимизированы.

Еще одним направлением развития ФГИС «АРШИН» в условиях цифровой трансформации метрологии является создание инструмента обработки и анализа данных – информационно-аналитической системы ФГИС «АРШИН».

После разработки информационно-аналитической системы ФГИС «АРШИН» будет представлять собой комплекс аппаратно-программных средств и специализированного программного обеспечения, осуществляющего сбор и обогащение сведений, содержащихся в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений, их обработку в целях решения целого ряда задач, это:

- мониторинг состояния средств измерений, в том числе применяемых в области неразрушающего контроля и технической диагностики, в том числе:
 - оценка метрологической надежности средств измерений;
 - выработка рекомендаций по доработке СИ;
 - формирование перспективных измерительных задач;
 - прогнозирование состояния средств измерений на основе сведений, содержащихся в ФИФ ОЕИ;
- оценка потенциальных угроз на основе мониторинга сведений ФГИС «АРШИН» о результатах деятельности юридических лиц

и индивидуальных предпринимателей в области обеспечения единства измерений, в том числе:

- одновременное применение разными юридическими лицами или индивидуальными предпринимателями для поверки средств измерений одного эталона единиц величин;
 - превышение возможной производительности эталонов;
 - превышение временного промежутка между двумя смежными поверками одного и того же средства измерений – установленного интервала между поверками;
 - превышение фактического объема выполнения проверок средств измерений организацией от возможного;
 - проверка законности выполнения проверок;
 - одновременное применение юридическими лицами или индивидуальными предпринимателями одного эталона в разных регионах;
 - информационное обеспечение надзорной деятельности.
- Безусловно, создание информационно-аналитической системы ФГИС «АРШИН» не представляется возможным без реализации еще одного направления развития ФГИС «АРШИН» – интеграции с федеральными государственными информационными системами других федеральных органов исполнительной власти, таких как ФГИС Росаккредитации, ГИС ЖКХ и др. Интеграция с другими ФГИС необходима как для обмена данными в интересах организации деятельности федеральных органов исполнительной власти, так и для обогащения сведений в интересах решения задач информационно-аналитической системы ФГИС «АРШИН».

Заключение

Обобщая и подытоживая направления и перспективы развития ФГИС «АРШИН», являющейся, с одной стороны, информационной системой Росстандарта, а с другой стороны, с учетом перспектив ее развития, основой и драйвером цифровой трансформации обеспечения единств измерений, можно прийти к выводу о том, что ФГУП «ВНИИМС», реализующее эти направления, становится центром компетенции и флагманом Росстандарта по цифровой трансформации обеспечения единства измерений.

МИ

Список использованных источников

1. Приказ Министерства промышленности и торговли Российской Федерации от 28 августа 2020 г. № 2906 «Об утверждении порядка создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений, передачи сведений в него и внесения изме-

нений в данные сведения, предоставления содержащихся в нем документов и сведений».

2. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 09.11.2017 № 2478-р «Об утверждении плана мероприятий по реализации Стратегии обеспечения единства измерений в Российской Федерации до 2025 года».
3. Федеральный закон от 27.12.2019 № 496-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об обеспечении единства измерений».

References

1. Order of the Ministry of Industry and Trade of the Russian Federation of 28.08.2020 No 2906 "On Approval of the Procedure for Establishment and Maintenance of the Federal Information Fund on Ensuring Uniformity of Measurements, Transfer of Data to it and Amending this Information, Provision of Documents and Information Contained Therein". (In Russian)
2. Decree of the Government of the Russian Federation of 09.11.2017 No 2478-r "On Approval of the Action Plan to Implement the Strategy for Ensuring Uniformity of Measurements in the Russian Federation until 2025". (In Russian)
3. Federal Law of 27.12.2019 No 496-FZ "On Amendments to the Federal Law 'On Ensuring the Uniformity of Measurements'. (In Russian)



Илья Владимирович Красавин

кандидат технических наук,
руководитель
Центра мониторинга
и прогнозирования
ФГУП «ВНИИМС»,
г. Москва

Abstract

Federal state information systems designed to collect information and provide public access to documents and information on activities of federal executive authorities are currently being actively created within digital transformation of federal executive authorities' operations. The article deals with the history of development of the Federal Information Fund for Ensuring the Uniformity of Measurements, its improvement and tasks for the future.

ЛУЧШИЕ КНИГИ ПО КАЧЕСТВУ

Качалов В.А.

Аудит систем менеджмента на соответствие требованиям ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001, ISO 50001

2300 р.

М.: ИздАТ, 2019

В книге:

- практические проблемы, возникающие при анализе документации, планировании и проведении аудитов систем менеджмента качества (СМК), экологического менеджмента (СЭМ), менеджмента охраны здоровья и обеспечения безопасности труда (СМОЗиОБТ) и энергетического менеджмента (СЭНМ) на соответствие требованиям международных стандартов ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, ISO 45001:2018 и ISO 50001:2018;
- почти 600 задач с моделированием ситуаций, которые могут возникнуть во время сертификационных и последующих аудитов этих систем;
- предлагаются аргументированные решения, разбираются ошибки, допускаемые аудиторами, даются рекомендации.

Заказать книгу можно

по e-mail: podpiska@mirq.ru

или по тел.: (495) 771 6652 (доб. 142, 143).

Другие книги представлены на сайте

www.ria-stk.ru





КОНКУРС НА СОИСКАНИЕ ОБЩЕРОССИЙСКОЙ ОБЩЕСТВЕННОЙ ПРЕМИИ «СТАНДАРТИЗАТОР ГОДА»

Цель конкурса

Повышение роли стандартизации как ключевого механизма реализации социально-экономической политики государства, содействие научно-техническому прогрессу, признание заслуг выдающихся специалистов по стандартизации перед обществом и государством.

Номинации конкурса

- За практический вклад в разработку стандартов, имеющих большое экономическое и социальное значение.
- За практический вклад в создание и функционирование службы стандартизации на предприятиях (в организациях).
- За вклад в образовательную и учебно-просветительскую деятельность в области стандартизации и смежных с ней дисциплин.
- За вклад в развитие научно-методических основ стандартизации.

Специальная номинация

- «За значительный вклад в развитие отечественной стандартизации».

Лауреат в данной номинации определяется Советом премии из числа граждан (коллективов), представленных членами Совета премии.

Прием заявок на участие открыт с 15 апреля по 31 августа 2021 года.

Документы принимаются как в электронной, так и в печатной форме.

Церемония вручения премии проводится ежегодно накануне профессионального праздника — Всемирного дня стандартов (14 октября).

Номинанты награждаются дипломами, лауреаты — высшим знаком отличия и дипломом лауреата. Данные о лауреатах премии заносятся в реестр и размещаются в открытых источниках. Ведение реестра осуществляется Всероссийской организацией качества с размещением на сайте www.mirQ.ru

Секретариат:

Всероссийская организация качества:
115280, г. Москва, ул. Мастеркова, д. 4, бизнес-центр «Панорама», 15-й этаж.

Тел.: +7 (495) 933 19 86, e-mail: zayavka@mirq.ru

Подробная информация (положение о конкурсе, форма заявки, перечень документов и др.) на сайтах: www.gostinfo.ru, www.gost.ru, www.mirQ.ru, www.ria-stk.ru



Пути реализации новой международной системы единиц

А.С. Катков

Переход на новую систему единиц изменил подходы к определению как самих единиц, так и вопросов влияния физических констант при проведении измерений. В статье рассмотрены вопросы практической реализации основных единиц в новой международной системе с использованием новых принципов построения эталонов, опорой которой стали фундаментальные постоянные и квантовые эффекты.

Генеральная конференция по мерам и весам на своем 26-м заседании постановила, что с 20 мая 2019 г. Международная система единиц должна рассматриваться как система единиц [1], в которой определены значения семи констант: частоты невозмущенного сверхтонкого перехода основного состояния атома цезия 133, значение скорости света в вакууме, значение постоянной Планка, значение заряда электрона, значение постоянной Больцмана, значение постоянной Авогадро, световая эффективность монохроматического излучения с частотой 540×10^{12} Гц. При этом герц, джоуль, кулон, люмен и ватт с обозначениями Гц, Дж, Кл, лм и Вт соответственно, используемые при обозначении размерности упомянутых констант, соотносятся с семью основными единицами системы: секунды, метра, килограмма, ампера, кельвина, моля и канделы с обозначениями с, м, кг, А, К, моль и кд соответственно таким образом, что $\text{Гц} = \text{с}^{-1}$, $\text{Дж} = \text{кг м}^2 \text{с}^{-2}$, $\text{Кл} = \text{А с}$, $\text{лм} = \text{кд м}^2 \text{м}^{-2} = \text{кд ср}$, а $\text{Вт} = \text{кг м}^2 \text{с}^{-3}$.

Основной движущей силой принятого решения о переопределении международной системы единиц (SI) явилась конкуренция измерительных возможностей электрических и механических величин.

Уже в конце XX века использование квантовых эффектов при построении эталонов вольты и ома показало, что сличения данных эталонов достигают уровня относительной погрешности 10^{-9} , тогда как погрешность электрических эталонов в системе SI была на уровне 10^{-7} . Другим преимуществом электрических эталонов была опора на фундаментальные константы, в отличие от механических, опирающихся на артефакт в виде кг, который не имел контролируемой опорной величины. Усилия исследователей, создавших методы и аппаратуру, позволяющую проводить сравнение электрических и механических величин с точностью на уровне 10^{-8} , позволило завоевать превосходство электрических единиц, не использующих артефакты для контроля их значений. Ну и общая идея опоры на фундаментальные константы явилась стержнем внедрения данного подхода для реализации тепловых величин, что завершило построение новой системы единиц на данном этапе развития.

kg Килограмм

Принятие новой системы единиц выдвинуло на первый план вопросы реализации эталонной базы

на основе использования фундаментальных констант. В настоящее время основной вопрос относится к выбору метода и аппаратуры для воспроизведения единицы массы. Имеется исторически стандартный метод связи электрических и механических величин на основе сравнения сил взаимодействия, положенный в основу ампер-весов. Исходя из классического определения ампера в предыдущей версии SI, связь единиц длины, массы и времени с единицей силы тока осуществлялась с помощью константы, известной как магнитная постоянная $\mu_0 = 2\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м. Точность ампер-весов была ограничена на уровне относительной погрешности 10^{-6} вследствие сложности измерения геометрических параметров измерительной системы. Метод воспроизведения силы тока, предложенный Кибблом [2], позволил преодолеть ограничения, связанные с измерением геометрических параметров измерительной системы. Метод, получивший название сначала как Ватт-весы, а затем как Киббл-весы, позволил путем проведения многолетних исследований и экспериментов достичь погрешности воспроиз-

Ключевые слова: новая система единиц, фундаментальные физические константы, квантовые эффекты, эталоны, измерение.
Keywords: new system of units, fundamental physical constants, quantum effects, standards, measurement.

ведения единицы массы с опорой на фундаментальные физические константы на уровне 10^{-8} [3]. Достижение столь высокой точности основано, в том числе, на применении методов воспроизведения напряжения и сопротивления на основе квантовых эффектов Джозефсона и Холла.

Основные процессы при воспроизведении единицы массы с применением Киббл-весов включают уравнивание сил, вызываемых силой тока I , протекающего по индуктивности в магнитном поле, и весом гири массой m_s в гравитационном поле с ускорением g (статический режим), и измерение наводимого напряжения при перемещении индуктивности со скоростью v в магнитном поле (динамический режим). С учетом того, что измеряемые напряжения в двух режимах определяются через частоту f , постоянную Планка h и заряд электрона e , а ток измеряется через напряжение и сопротивление, которое также определяется через постоянную Планка и заряд электрона, конечное соотношение для воспроизводимой массы может быть записано как [4]

$$m_s = khf^2/(4gv), \quad (1)$$

k – безразмерный целочисленный коэффициент. Уравнение (1) характеризует, что воспроизводимая масса опирается на значения фундаментальных констант.

Имеется другой путь определения единицы массы [5]. Известно, что масса вещества может быть выражена через количество элементарных объектов в веществе. Это количество может быть измерено рентгеновским методом определения плотности кристаллов (XRCD), в котором определяются объемы элементарной



Во время работы 26-й Генеральной конференции по мерам и весам, ноябрь 2018 года, Париж

ячейки и идеального кристалла, т.е. путем измерения параметра решетки и среднего диаметра сферического образца. В этом методе чаще всего используются монокристаллы кремния, поскольку можно получить крупные кристаллы с высокой химической чистотой и без дислокаций. Макроскопический объем кристалла равен среднему микроскопическому объему на атом в элементарной ячейке, умноженному на количество атомов в кристалле N . Если кристалл в виде шара содержит только изотоп ^{28}Si , то при определении килограмма можно выразить массу m_s шара через массу отдельного атома с использованием метода XRCD:

$$m_s = N m(^{28}\text{Si}). \quad (2)$$

Поскольку экспериментальное значение физической постоянной $h/m(^{28}\text{Si})$ известно с высокой точностью, можно записать, что

$$m_s = Nh (m(^{28}\text{Si})/h). \quad (3)$$

Так как XRCD определяет N ; отношение $m(^{28}\text{Si})/h$ известно, а значение h фиксировано,

то в данном методе воспроизведение килограмма также опирается на значения фундаментальных констант.

Оба метода воспроизведения килограмма в настоящее время характеризуются относительной неопределенностью порядка 10^{-8} и являются независимыми, что обеспечивает высокую надежность поддержания международного прототипа килограмма. Дальнейшее совершенствование данных методов в сочетании с вариантами их развития позволит создать методы и аппаратуру для воспроизведения и измерения массы с высокой точностью в широком диапазоне значений с опорой на фундаментальные константы, в том числе для промышленного применения.

А Ампер

Переход от связи ампера с килограммом изменил его определение, так, исходя из нового определения, единица силы электрического тока ампер равна числу электронов $k = 1/(1.602176\ 634 \cdot 10^{-19})$, проходящих за секунду через площадь проводника,

$$I = ke/t. \quad (4)$$

Консультативный комитет по электричеству и магнетизму рекомендует для реализации единицы силы электрического тока в новой SI [6]:

а) применение закона Ома, при этом единица силы тока ампер определяется как $A = V/Ohm$, где вольт и ом основаны на использовании эффекта Джозефсона и квантового эффекта Холла, или

$$I = U/R = (n_1 hf / (2e)) / (n_2 h / e^2) = kef = ke/t, \quad (5)$$

n_1, n_2, k – численные константы, $t = 1/f$;

б) использование эффекта одноэлектронного туннелирования, при этом единица силы тока определяется как $A = K/c$ или (4);

с) использование соотношения $A = \Phi \cdot V/c$, или

$$I = C \cdot dU/dt = dQ/dt = ke/t. \quad (6)$$

Поскольку в предыдущей SI ампер, как основная единица, определялся через силу, имеющую размерность $M \cdot L \cdot T^{-2}$, существовала зависимость ампера от килограмма, метра и секунды. Вследствие этого определение ампера фиксировало значение магнитной проницаемости вакуума (μ_0) точно равной $4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м. Так как скорость света в вакууме v является постоянной величиной, то диэлектрическая постоянная $\epsilon_0 = v^2/\mu_0$ и импеданс свободного пространства $Z_0 = (\mu_0/\epsilon_0)^{0.5}$ также являлись константами. Следствием нового определения ампера, которое уже не зависит от килограмма, является необходимость экспериментального определения значений μ_0, ϵ_0 и Z_0 , неопределенность которых в настоящее время оценивается на уровне $2,3 \cdot 10^{-10}$.

V Ω Вольт и ом

Изменение в определении ампера и существенное влияние вольта и ома на его практическую реализацию определяет и ранее определяло важность реализации единиц напряжения и сопротивления на высоком уровне точности. Решающую роль в повышении точности электрических измерений явилось применение кантовых эффектов Джозефсона и Холла, что привело к повышению точности измерений силы тока и, в конечном итоге, стимулировало переопределение SI.

Внедрение эталонов вольта на эффекте Джозефсона в метрологическую практику охватывает период порядка 50 лет. Накоплен большой опыт применения, что позволило значительно повысить точность серийных средств измерения, проводить сличения эталонов вольта на уровне менее 1 ppb, в том числе применяя транспортируемые эталоны, разработанные в России [7]. Впервые в мировой практике в России разработаны компактные эталоны вольта, работающие при температуре жидкого азота [8]. Проводятся исследования по внедрению эффекта Джозефсона для воспроизведения

и измерения переменного напряжения.

Внедрение эталонов ома с применением квантового эффекта Холла в метрологическую практику охватывает период порядка 40 лет. Воспроизведение сопротивления R_k описывается уравнением, содержащим константы h и e ,

$$R_k = h/ke^2, \quad (7)$$

k – целое число либо дробное число отношения целых чисел.

Имеется большой опыт применения квантовых эталонов ома, что позволило значительно повысить точность измерения мер сопротивления как на постоянном, так и на переменном токе. Ключевые сличения эталонов ома демонстрируют неопределенность на уровне менее 5 ppb [9]. В метрологической практике применяются компактные эталоны ома, работающие с применением криохладителей и резистивных преобразователей на основе графена [10]. Проводятся исследования по созданию квантовых эталонов ома при параллельном соединении резистивных преобразователей с применением графена, а также воспроизведение ома для измерений на постоянном и переменном токе.



Эталонный комплекс ампера и вольта

К Кельвин

Новое определение кельвина берет свое начало в статистической механике, где термодинамическая температура является мерой средней тепловой энергии, приходящейся на одну степень свободы в системе и определяется путем принятия фиксированного числового значения постоянной Больцмана, которая в свою очередь определяется через постоянную Планка, скорость света и частоту. Значение постоянной Больцмана k , принятое для нового определения, гарантирует, что наилучшая оценка значения температуры тройной точки воды ($T_{\text{ТТВ}}$) останется 273,16 К. Одним из следствий нового определения является то, что относительная неопределенность k ($3,7 \cdot 10^{-7}$) переносится на $T_{\text{ТТВ}}$, стандартная неопределенность которой равна 0,1 мК [11]. Хотя значение $T_{\text{ТТВ}}$ не является фундаментальной константой, тройная точка воды является артефактом с присущей фундаментальным константам долговременной стабильностью.

Влияние переопределения Кельвина на практику измерения температуры или на прослеживаемость измерений температуры для большинства пользователей останется незамеченным. Новое определение закладывает основу для будущих улучшений. Определение, свободное от материальных и технологических ограничений, позволяет разрабатывать новые и более точные методы, позволяющие проследить измерения температуры до SI, особенно при экстремальных температурах.

Новое определение, основанное на фиксированном числовом значении постоянной Больцмана, является гораздо более общим в том смысле, что любое термодинамиче-

ское уравнение, в котором появляется k , в принципе, может использоваться для определения термодинамической температуры в любой точке температурной шкалы. Например, определяя полную энергетическую светимость черного тела в Вт/м² при температуре T , равную $(2\pi^5 k^4 / 15c^2 h^3) T^4$, можно определить T .

Практическая реализация кельвина в соответствии с новым определением способствует его распространению, описывая основные методы измерения термодинамической температуры с помощью определенных шкал ITS-90 и PLTS-2000.

mol Моль

Моль будет переопределен относительно определенного числа объектов (обычно атомов или молекул) и больше не будет зависеть от единицы массы, килограмма. Прослеживаемость до моля устанавливается с помощью всех ранее применявшихся подходов, включая, помимо прочего, использование измерений массы вместе с таблицами атомных масс и постоянной молярной массы M_u . Изменение определения моля не влияет на атомный вес и M_u по-прежнему составляет 1 г/моль, хотя теперь с неопределенностью измерения. Эта неопределенность настолько мала, что пересмотренное определение моля не потребует каких-либо изменений в обычной практике.

Постоянная молярной массы M_u и постоянная атомной массы m_u определяются с одинаковой относительной неопределенностью, например, из уравнения:

$$M_u = N_A m_u = \frac{2N_A h}{c} \frac{R_\infty}{\alpha^2 A_r(e)}, \quad (8)$$

где постоянная Ридберга R_∞ , постоянная тонкой структуры α и относительная атомная масса электрона $A_r(e)$ определены экспериментально, а скорость света c , постоянная Планка h и постоянная Авогадро имеют фиксированные числовые значения.

Условия непрерывности, наложенные на переопределение основных единиц SI, гарантировали, что M_u , теперь определяемое экспериментально, составляет 1×10^{-3} кг/моль в пределах относительной стандартной неопределенности $4,5 \times 10^{-10}$ [12]. Текущая неопределенность более чем достаточна для нужд химических измерений, она на порядок меньше, чем относительная неопределенность, достижимая при наиболее точной реализации моля, и на несколько порядков меньше, чем неопределенности в примерах более распространенных реализаций моля.

Пересмотренные определения килограмма, ампера, кельвина и моля не влияют на секунду, метр и канделу.

s Секунда

по-прежнему определяется в терминах частоты сверхтонкого перехода атома цезия 133. Цепочка прослеживаемости до секунды не затронута. Это не влияет на метрологию времени и частоты.

m Метр

в пересмотренной SI по-прежнему определяется в терминах скорости света, одной из фундаментальных констант физики. Практику размерной метрологии не затрагивают какие-либо изменения, и она выигрывает от улучшенной долгосрочной стабильности системы.

К Кандела

по-прежнему определяется в терминах K_{cd} , технической константы для фотометрии и, следовательно, по-прежнему привязана к ватту. Прослеживаемость канделы по-прежнему установлена с той же неопределенностью измерения с помощью радиометрических методов с использованием абсолютно откалиброванных детекторов.

SI пересматривалась несколько раз с момента ее официального принятия CGPM в 1960 году. Однако одновременное переопределение четырех базовых единиц беспрецедентно и требует сотрудничества в различных областях метрологии. Как и в прошлом, были приняты меры к тому, чтобы не было ощутимого воздействия на повседневную жизнь и чтобы измерения, сделанные с использованием предыдущих определений единиц, оставались действительными в пределах неопределенности измерения. Только некоторые пользователи за пределами национальных метрологических лабораторий заметят изменения.

Пользователям необходимо обратить внимание на изменения для используемых при проведении обучения и исследований константах, т.к. некоторые из них перестали иметь точные значения, а другие, введенные в число констант SI, приняли точные значения. Так, в новой SI значения с нулевой неопределенностью получили следующие константы: частота перехода сверхтонкого расщепления невозмущенного основного состояния атома цезия-133 $\Delta\nu_{Cs}$, скорость света в вакууме c , постоянная Планка h , элементарный заряд e , постоянная Больцмана k , постоянная Авогадро N_A , световая эффективность монохроматиче-

ского излучения частотой $540 \cdot 10^{12}$ Гц, K_{cd} . Среди ряда констант, которые имеют экспериментально определяемые значения, теперь находятся магнитная постоянная (проницаемость вакуума) μ_0 , связанные с ней диэлектрическая постоянная ϵ_0 и импеданс свободного пространства Z_0 , термодинамическая температура тройной точки воды $T_{ТТВ}$, молярная масса углерода $12 M(^{12}C)$, постоянная молярной массы M_u и постоянная атомной массы m_u .

Заключение

Достижение экспериментальной точности и выполнение условий, изложенных в решениях CGPM, позволяют гарантировать, что SI продолжает удовлетворять потребностям даже самых требовательных пользователей.

МИ

Список использованных источников

1. The International System of Units (SI). 9th edition 2019. v1.08 <https://www.bipm.org/utis/common/pdf/si-brochure/SI-Brochure-9-EN.pdf>.
2. Kibble B.P. A measurement of the gyro-magnetic ratio of the proton by the strong field method // *Atomic Masses and Fundamental Constants 5* (edited by J. H. Sanders and A. H. Wapstra), New York, Plenum Press, pp. 545–551, 1976.
3. Wood B.M. et al. A summary of the Planck constant determinations using the NRC Kibble balance // *Metrologia*. – 2017. – № 54. – P. 399–409. <https://doi.org/10.1088/1681-7575/aa70bf>.
4. SI Brochure – 9th edition (2019) – Appendix 2. Mise en pratique for the definition of the kilogram in the SI. 2020. <https://www.bipm.org/utis/en/pdf/si-mep/SI-App2-kilogram.pdf>.
5. Kenichi Fujii et al. Realization of the kilogram by the XRC method // *Metrologia*. – 2016. – Vol. 53 A19. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/0026-1394/53/5/A19>.
6. SI Brochure – 9th edition (2019) – Appendix 2. Mise en pratique for the definition of the ampere in the SI. 2020. <https://www.bipm.org/utis/en/pdf/si-mep/SI-App2-ampere.pdf>.
7. Катков А.С., Ловцус В.Э. Компактный эталон сравнения на эффекте Джозефсона

с выходным напряжением 10 В // *Измерительная техника*. – 2011. – № 7. – С. 41–45.

8. Хоршев С.К. и др. Мера напряжения N4–21 на основе джозефсоновских контактов из высокотемпературных сверхпроводников // *Измерительная техника*. – 2017. – № 12. – С. 41–45. DOI: 10.32446/0368-1025it.2017-12-41-45.
9. KCDB. BIPM-EM-K12. Quantum Hall resistance standards and their scaling to other resistance values. 2020. <https://www.bipm.org/kcdb/comparison?id=430>.
10. Janssen T.J.B.M. et al. Operation of graphene quantum Hall resistance standard in a cryogen-free table-top system // *2D Materials*, vol. 2, no. 3, pp. 035015, 2015.
11. SI Brochure – 9th edition (2019) – Appendix 2. Mise en pratique for the definition of the kelvin in the SI. 2020. <https://www.bipm.org/utis/en/pdf/si-mep/SI-App2-kelvin.pdf>.
12. SI Brochure – 9th edition (2019) – Appendix 2. Mise en pratique for the definition of the mole in the SI. 2020. <https://www.bipm.org/utis/en/pdf/si-mep/SI-App2-mole.pdf>.

References

1. The International System of Units (SI). 9th ed. 2019. v1.08. Available at: <https://www.bipm.org/utis/common/pdf/si-brochure/SI-Brochure-9-EN.pdf>.
2. Kibble B.P. A measurement of the gyro-magnetic ratio of the proton by the strong field method. *Atomic Masses and Fundamental Constants 5* (ed. by J.H. Sanders and A.H. Wapstra), New York, Plenum Press, pp. 545–551, 1976.
3. Wood B.M. et al. A summary of the Planck constant determinations using the NRC Kibble balance. *Metrologia*, 2017, vol. 54, pp. 399–409. Available at: <https://doi.org/10.1088/1681-7575/aa70bf>.
4. SI Brochure – 9th edition (2019) – Appendix 2. Mise en pratique for the definition of the kilogram in the SI. 2020. Available at: <https://www.bipm.org/utis/en/pdf/si-mep/SI-App2-kilogram.pdf>.
5. Kenichi Fujii et al. Realization of the kilogram by the XRC method. *Metrologia*, 2016, vol. 53. Available at: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/0026-1394/53/5/A19>.
6. SI Brochure – 9th edition (2019) – Appendix 2. Mise en pratique for the definition of the ampere in the SI. 2020. Available at: <https://www.bipm.org/utis/en/pdf/si-mep/SI-App2-ampere.pdf>.
7. Katkov A.S., Lovtysus V.E. A compact comparison standard based on the Josephson effect with an output voltage of 10 V. *Izmeritel'naya tekhnika* [Measuring Equipment], 2011, no 7, pp. 41–45. (In Russian)
8. Khorshev S.K. et al. A measure of the N4–21 voltage based on Josephson contacts from high-temperature superconductors.

Izmeritelnaya tekhnika [Measuring equipment], 2017, no 12, pp. 41–45. DOI: 10.32446/0368–1025it.2017–12–41–45. (In Russian)

9. KCDB. BIPM.EM-K12. Quantum Hall resistance standards and their scaling to other resistance values. 2020. Available at: <https://www.bipm.org/kcdb/comparison?id=430>.
10. Janssen T.J.B.M. et al. Operation of graphene quantum Hall resistance standard in a cryogen-free table-top system. *2D Materials*, 2015, vol. 2, no 3, pp. 035015.
11. SI Brochure – 9th edition (2019) – Appendix 2. Mise en pratique for the definition of the kelvin in the SI. 2020. Available at:

<https://www.bipm.org/utls/en/pdf/si-mep/SI-App2-kelvin.pdf>.

12. SI Brochure – 9th edition (2019) – Appendix 2. Mise en pratique for the definition of the mole in the SI. 2020. Available at: <https://www.bipm.org/utls/en/pdf/si-mep/SI-App2-mole.pdf>.

Abstract

The article discusses the issues of practical implementation of the basic units of the new international system, based on the use of fundamental physical constants.



Александр Сергеевич Катков

доктор технических наук, доцент, главный научный сотрудник ФГУП «Всероссийский научно-

исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева», г. Санкт-Петербург

КОНФЕРЕНЦИИ

«Патриот» принимал военных метрологов

В Конгрессно-выставочном центре «Патриот» (г. Кубинка Московской области) Управление метрологии Вооружённых Сил РФ и Главный научный метрологический центр Минобороны России провели 46-ю ежегодную научно-техническую конференцию военных метрологов, посвящённую актуальным задачам военной метрологии, – одной из постоянно развивающихся отраслей отечественной науки, решающей задачи обеспечения единства и точности измерений, проводимых в целях поддержания надёжности вооружения и военной техники.

С приветственным словом к участникам конференции обратился заместитель начальника Управления метрологии Вооружённых Сил РФ полковник **Александр Сенок**.

Актуальные вопросы метрологического обеспечения нашей армии на пленарных выступлениях и в ходе работы двух секций конференции обсуждали ведущие специалисты отечественной военной метрологии, представляющие подразделения метрологической службы Вооружённых Сил РФ, научно-исследовательские организации Минобороны России, профильные высшие военные учебные заведения, другие ведомства и предприятия оборонно-промышленного комплекса. Всего с докладами выступили представители более 50 организаций.

Основными темами выступлений стали совершенствование системы обеспечения единства измерений при осуществлении деятельности в области обороны и безопасности Российской Федерации; проблемы метрологического обеспечения действующей испытательной базы и её развитие в соответствии с задачами испытаний новых поколений вооружений; организационные и методические аспекты аттестации испытательного оборудования. Речь также шла о проблемах аттестации программного обеспечения автоматизированных систем контроля и диагностирования. Обсуждались и актуальные вопросы метрологического обеспечения средств обнаружения, опознавания, целеуказания и наведения систем и комплексов высокоточного оружия.

Участники конференции заслушали выступления о метрологическом обеспечении средств координатно-временного и навигационного обеспечения, о состоянии и перспективах



развития средств метрологического обеспечения ионизирующих излучений и испытаний вооружения и военной техники на радиационную стойкость, о метрологическом обеспечении средств измерений параметров антенн и характеристик радиолокационной и оптической заметности объектов вооружения и военной техники. Обсуждались также проблемы метрологического обеспечения испытаний вооружения и военной техники на стойкость и электромагнитную совместимость, основные направления развития и принципы построения средств измерений военного назначения, развитие эталонной базы области обороны, безопасности и оборонно-промышленного комплекса. Отдельные выступления были посвящены состоянию и перспективам развития организационных и методических основ военно-метрологического сопровождения и метрологической экспертизы вооружения и военной техники, а также средств метрологического обеспечения оптико-физических измерений, измерений в ИК-диапазоне и миллиметровой области СВЧ-диапазона, гидроакустических и гидрофизических измерений, автоматизированных средств контроля горюче-смазочных материалов.

<http://www.patriot-expo.ru/>

Особенности конструирования испытательного оборудования с учетом применяемых средств измерений и автоматизации процесса испытаний

С.С. Карпенко, Р.В. Батраков

В повседневной жизни мы ежеминутно пользуемся разными товарами, поэтому очень важно, чтобы они были и функциональны, и безопасны. Образцы выпускаемой предприятиями продукции проходят ряд испытаний как в процессе производства, так и при обращении на рынке. К таким испытаниям относятся заводские квалификационные и периодические испытания, а также приемочные и сертификационные испытания. При проведении испытаний должно применяться только аттестованное испытательное оборудование, оснащенное поверенными средствами измерений, входящими в Государственный реестр средств измерений. А объём испытаний и трудоёмкость их проведения приводит к необходимости автоматизации испытательных и контрольно-измерительных операций путём широкого внедрения средств вычислительной техники.

Любой производитель стоит перед нетривиальной задачей выбора средств измерений, которые должны быть включены в состав испытательного оборудования (ИО). Выбор того или иного средства измерения определяется как эргономическими характеристиками разрабатываемого испытательного оборудования, так и требованиями к диапазону и точности измерения параметров, указанных в нормативных документах (стандартах).

В Обществе с ограниченной ответственностью «Центр технической безопасности материалов, оборудования и сложных систем» (ООО «ЦТБ МОС») при проектировании и производстве испытательного оборудования используются только средства измерения утвержденного типа с действующей по-



Аппарат для определения устойчивости подошвы к контакту с горячими поверхностями

веркой. При этом важно подбирать средства измерения так, чтобы у них был максимальный срок периодичности поверки и допустимая погрешность/точность не влияла на него.

Другим важным аспектом при разработке конструкции испыта-

тельного оборудования является удобство демонтажа средства измерения для его передачи на поверку. Такая возможность обеспечивается различными конструктивными элементами: направляющими полозьями (при размещении средства измерения внутри корпуса ИО), съемными лицевыми панелями с установленными в них средствами измерения, специальными крепежными элементами для быстрого съема элементов конструкции.

Техническое обслуживание испытательного оборудования должно проводиться обученным персоналом, который имеет соответствующие компетенции и допущен для проведения регламентных работ. В испытательном оборудовании допуск к средствам измерения со стороны обслуживающего персо-

Ключевые слова: аттестация, испытательное оборудование, средства измерения, испытательные лаборатории, испытания, автоматизация процессов испытаний, лабораторная информационная система.

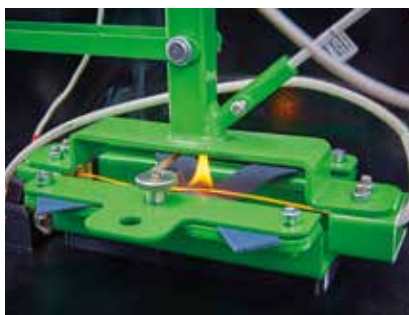
Keywords: certification, test equipment, measuring equipment, testing laboratory, tests, test automation, laboratory information system.

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУИРОВАНИЯ ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ С УЧЕТОМ ПРИМЕНЯЕМЫХ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ И АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ИСПЫТАНИЙ

нала обеспечивается заложенными конструктивными особенностями, а именно установкой в элементы конструкции замков и наличием специальных ключей к ним.

Большое внимание при проектировании ИО уделяется отображению информации в процессе измерения при испытании образцов изделий. Испытатель должен располагать полной информацией о каждом значении измеряемого или задаваемого параметра. Соответственно средства измерения, применяемые в ИО, должны обеспечивать отображение информации на лицевой панели или на компьютерах, являющихся неотъемлемой частью испытательного оборудования. Кроме того, значения измеряемых величин должны либо записываться во внутреннюю память управляющего контроллера с последующим переносом на USB-накопитель, либо передаваться по локальной сети с возможностью хранения данных на облачных серверах с доступом к ним из глобальной сети.

К информации, отображаемой на лицевой панели, выводимой на внешние устройства (накопители, компьютеры) или передаваемой в сеть по стандарту Ethernet, относятся любые данные об измерениях, проводимых в процессе испытания. Ими могут быть показания различных счетчиков, фиксированные значения с датчиков различного вида, результаты измерения непрерывных функций аналогового сигнала с первичных преобразователей (например, температура, давление, влажность, изменение момента трения в циклических испытаниях и т.д.). Наличие такого многообразия информации, которую должен фиксировать испытатель, требует обеспечения автоматизации процесса изме-



Устройство для определения стойкости кожи к прожиганию

рения как на уровне регистрации значений измеряемых величин, так и на уровне сбора, накопления и обработки информации в Лабораторной информационной системе (ЛИС), объединяющей все испытательное оборудование в единую лабораторную сеть.

Кроме сбора, хранения и отображения результатов измерений в ЛИС важной задачей является автоматический контроль задаваемых параметров испытаний. Например, при проведении испытаний на трекинговость необходимо одновременно контролировать количество капель и промежуток времени между их падениями. Контроль таких параметров обеспечивается встроенными средствами измерения и соответствующими датчиками, совокупность которых позволяет исключить погрешность оператора.

Погрешность оператора – погрешность, возникающая из-за степени квалификации оператора средства измерений, а также из-за погрешности зрительных органов человека. Причиной возникновения этой погрешности является человеческий фактор.

Исключение данной погрешности, автоматический контроль параметров испытаний, автоматизация процессов сбора и обработки информации логично приводят



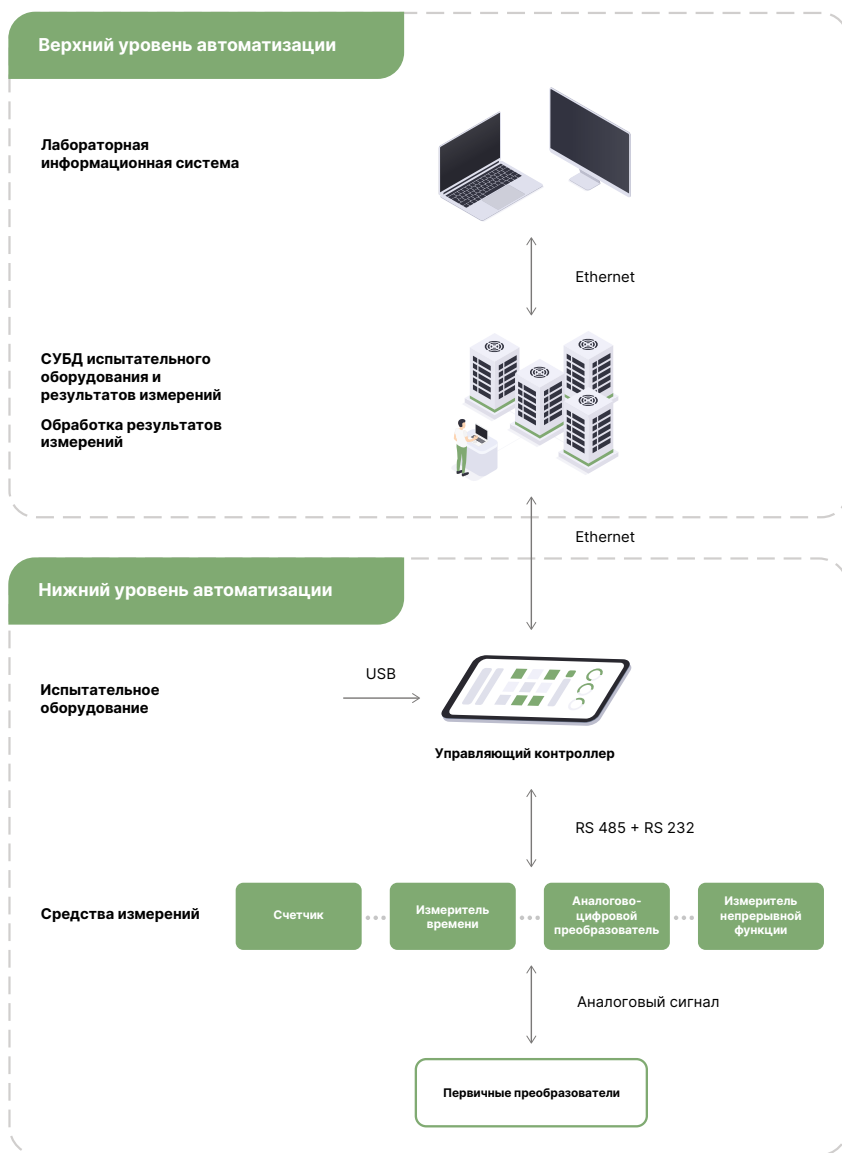
Установка для проверки стойкости к образованию токоведущих мостиков (трекинговость)

к необходимости комплексной автоматизации процесса испытаний.

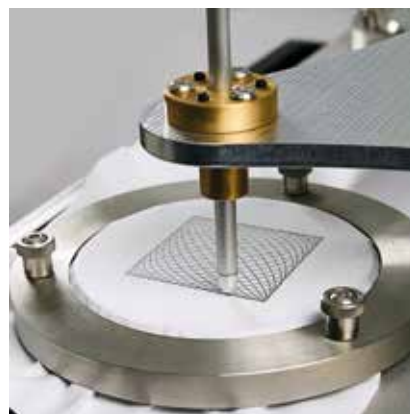
Не менее важной задачей такой автоматизации является обеспечение процесса испытаний в сложных условиях их проведения, например, при испытании на устойчивость к воздействию расплавленного металла, где температура может достигать 1650 °С. Автоматический контроль параметров при этом позволяет обезопасить испытателя от опасных и вредных факторов, что достигается за счет удаленного контроля испытания с рабочего места испытателя.

В ООО «ЦТБ МОС» разработан двухуровневый подход к автоматизации процесса испытаний.

Нижний уровень автоматизации обеспечивает задание и контроль параметров, которые определяют режимы работы испытательного оборудования в соответствии с требованиями нормативных документов. Задание таких параметров возможно как в ручном режиме с пульта прибора, так и в автоматизированном режиме при задании параметров с рабочих компьютеров инженеров-испытателей, входящих в состав Лабораторной информационной системы. Автоматическую обработку входных управляющих параметров и контроль состояния режимов работы ИО обеспечивает управляющий контрол-



Уровни автоматизации испытаний



Устройство типа Мартиндейла для определения устойчивости к истиранию и пиллинге ткани

терфейсы RS-485, RS-422, RS-232, а также Ethernet сети TCP/IP.

Верхний уровень автоматизации процесса испытаний обеспечивает сбор, хранение и обработку данных, поступающих от испытательного оборудования в Лабораторную информационную систему. ЛИС обеспечивает отображение результатов измерений как в режиме online, так и в автономном режиме при обработке данных из базы результатов измерений. Кроме этого, ЛИС обеспечивает задание параметров работы испытательного оборудования с рабочих терминалов испытателей.

Применение в испытательных лабораториях оборудования, разработанного ООО «ЦТБ МОС», позволяет вывести процесс испытаний образцов продукции на новый технический уровень, повысить эффективность, надежность и безопасность эксплуатации испытательного оборудования и расширить возможности лаборатории по аналитической обработке результатов измерений.

Заключение

Качественное испытательное оборудование со средствами измерений, подобранными со-

лер, состоящий из процессора и модулей ввода/вывода информации. Управляющий контроллер обеспечивает также прием информации от средств измерения и первичных преобразователей через поверенные модули ввода/вывода, осуществляет преобразование информации в соответствии с внутренними протоколами обмена и передачу данных на внешние носители, в локальную сеть или облачные ре-

сурсы интернета. Технически работа такого управляющего контроллера в испытательном оборудовании, выпускаемом ООО «ЦТБ МОС», реализована на базе микроконтроллера с архитектурой ARM с применением модулей ввода/вывода, внесенных в Госреестр средств измерений, и передает данные с помощью открытого коммуникационного протокола Modbus RTU, использует для передачи данных ин-

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУИРОВАНИЯ ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ С УЧЕТОМ ПРИМЕНЯЕМЫХ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ И АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ИСПЫТАНИЙ

гласно обязательным метрологическим требованиям, позволяющими проводить интеграцию данных с другими аналитическими программами, способно повысить качество проведения испытаний и, соответственно, повысить безопасность при эксплуатации продукции.

МИ

References

1. Federal Law of 26.06.2008 No 102-FZ "On Ensuring Measurement Uniformity". (In Russian)
2. State Standard GOST ISO/IEC 17025–2019. General requirements for the competence of testing and calibration laboratories. (In Russian)
3. Order of the Ministry of Economic Development and Trade of 26.10.2020 No 707 "On the adoption of the accreditation criteria and list of documents confirming the compliance of an applicant, an accredited person with the accreditation criteria". (In Russian)

Станислав Сергеевич Карпенко



Генеральный директор ООО «ЦТБ МОС», г. Москва

Abstract

This article describes the experience of LLC CTB MOS in designing and manufacturing test equipment. It specifies characteristics of how measuring equipment is employed within designed equipment. The capability for the automation of the test process through design and programming of embedded controller devices and the software of the laboratory information system are shown.

Список использованных источников

1. Федеральный закон «Об обеспечении единства измерений» от 26.06.2008 № 102-ФЗ.
2. ГОСТ ISO/IEC 17025–2019 Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий.
3. Приказ Минэкономразвития от 26.10.2020 № 707 «Об утверждении критериев аккредитации и перечня документов, подтверждающих соответствие заявителя, аккредитованного лица критериям аккредитации».

Роман Владимирович Батраков



Главный конструктор испытательного оборудования, г. Москва

ГАЗЕТА QUALITY NEWS

ЕЖЕНЕДЕЛЬНАЯ
ЭЛЕКТРОННАЯ
РАССЫЛКА НОВОСТЕЙ

ОПЕРАТИВНО ПОЛУЧАЙТЕ САМУЮ АКТУАЛЬНУЮ И ПОЛЕЗНУЮ ИНФОРМАЦИЮ!

- Законодательная и нормативная база национальной и межгосударственной систем стандартизации
- Системы менеджмента
- Безопасность — производственная, экологическая, энергетическая, информационная и др.
- Развитие персонала
- Контроль качества продукции и услуг
- Метрология, лабораторная практика
- Оценка соответствия, аккредитация испытательных лабораторий
- Импортозамещение, конкурентоспособность, стратегическое развитие, поддержка экспорта
- Переход к циркулярной модели экономики, экономика качества, принципы индустрии 4.0
- Бизнес-совершенствование и др.



НОВОСТИ • КОММЕНТАРИИ • РАЗЪЯСНЕНИЯ • ОБЗОРНО-АНАЛИТИЧЕСКИЕ СТАТЬИ • ПРАКТИЧЕСКИЕ РУКОВОДСТВА

Если газета перестала Вам приходить, Вы можете бесплатно переподписаться, перейдя по ссылке: <https://ria-stk.ru/electronprint/rassilka.php> или кликнув по баннеру «Электронная газета» в меню на главной странице сайта www.ria-stk.ru

СПРАВКИ: тел.: (495) 771 6652 (доб. 123), e-mail: editor_site@mirq.ru

БЕСПЛАТНАЯ
ПОДПИСКА НА САЙТЕ RIA-STK.RU
В РАЗДЕЛЕ «ЭЛЕКТРОННАЯ ГАЗЕТА»

Зарубежные реализации усовершенствованных методов и средств измерений в аэрокосмической сфере

В.А. Грушников

Широкое распространение научных и практических приложений прикладной человеческой деятельности на аэрокосмическую сферу предполагает использование современных методов и средств измерений для реализации возможностей сверхточного ориентирования в пространстве и отработки целенаправленных перемещений. Автор данной статьи на примерах мирового опыта поставил своей целью проанализировать возможности устранения локационных и позиционных ошибок аэрокосмической навигации в режиме реального времени.

Окончание.
Начало в № 1 2021

Контроль параметров

Интерферометрия вообще и прикладная в частности является распространенным методом регистрации контролируемых параметров процессов в аэрокосмических при-

ложениях и продолжает совершенствоваться как в плане методического обеспечения, так и в приборной реализации в самых разных практических приложениях, в том числе для измерения больших деформаций различных конструктивных элементов многоточечных оптоволоконных кольцевых датчиков измерительных средств реали-

зации в космическом пространстве (рис. 3) возможностей так называемой частотно-сдвинутой интерферометрии. По сравнению с традиционными многоточечными методами эта схема позволяет измерять скорость затухания непрерывной световой волны в космическом пространстве без необходимости использования дорогих устройств.

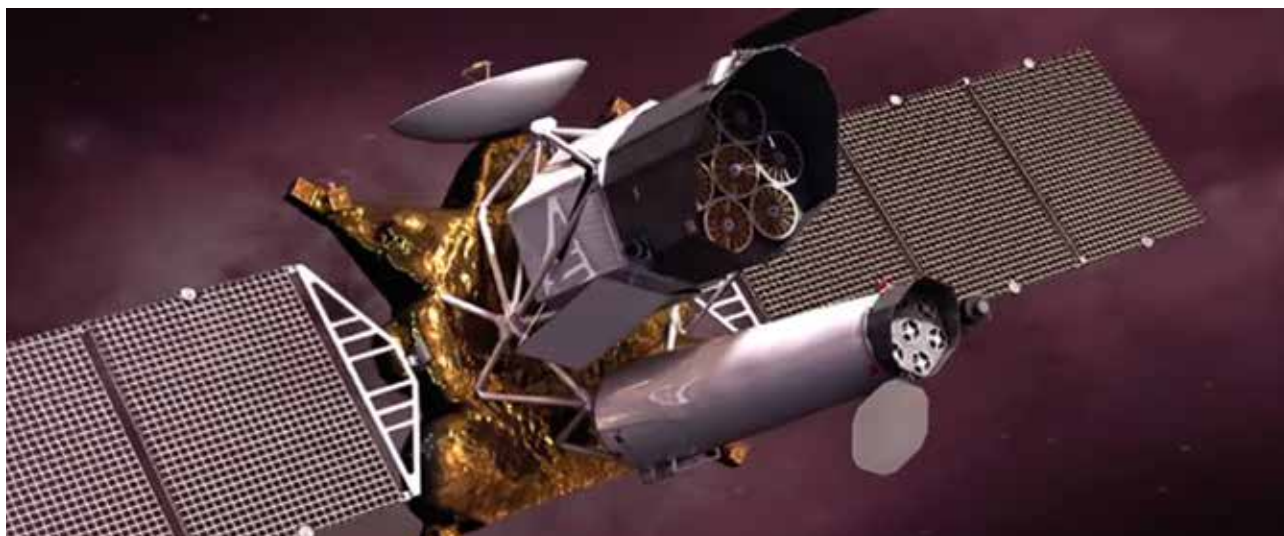


Рис. 3
Реализация космической интерферометрии

Ключевые слова: аэрокосмическая навигация, ориентирование в пространстве, измерения, контролируемые параметры, реализации результатов.

Keywords: aerospace navigation, spatial orientation, measurements, controlled parameters, results realization.

ЗАРУБЕЖНЫЕ РЕАЛИЗАЦИИ УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫХ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ В АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ СФЕРЕ

Оригинальная экспериментально-исследовательская двухэлементная система измерения деформации реализуется в расширенном диапазоне контролируемого параметра и основана на использовании биконической многомодовой оптики с двумя сенсорами.

Для расширения диапазона измерений многоточечной деформации рекомендуется применять когерентные импульсы двойного гребня с широкой полосой пропускания 1,2 ТГц с использованием интерферометра Фабри–Перо, например, во временном интервале около 700 мкс. Использование метода частотного модулирования непрерывной волны вместо мультиплексирования позволяет снизить шумовые помехи сигналу, но требует модуляции на источнике света, что серьезно усложняет систему многоточечного восприятия деформации датчиками на основе волоконной брэгговской решетки с необходимой чувствительностью к удельной мощности или интенсивности поглощенной дозы ионизирующего излучения в 0,00059 рад/мкс с диапазоном измерения 450 мкс.

Технология измерений на основе волоконно-оптических датчиков оптимально реализуется при использовании сенсоров кольцевого соединения с возможностью регистрировать скорость затухания (время срабатывания) оптического импульса во временной области, а не затухание интенсивности лазерного источника. Следовательно, стабильность восприятия улучшается благодаря его устойчивости к колебаниям источника света. Кроме того, чувствительность обнаружения значительно повышается за счет реализации усовершенствованного способа обнаружения с несколькими проходами. Для получения сигнала вызова для схемы определения напряженно-деформируемого состояния среды датчиком кольцевого соединения необходимы импульсный лазер и высокоскоростной детектор, что значительно повышает стоимость реализации метода и ограничивает использование этой техники в реальных приложениях.

Преодоление этого существенного технико-экономического недостатка достигается на основе реали-

зации возможностей частотно-сдвинутой интерферометрии с тем же датчиком кольцевого соединения, но с использованием непрерывного лазерного источника светового излучения, медленного детектора и простого устройства низкоскоростного сбора данных для наблюдения сигнала обратного вызова. Таким образом измеряются изменения в скорости затухания непрерывного света в пространственной области вместо скорости затухания оптического импульса во временной области, что в наибольшей степени востребовано в космической сфере деятельности. Кроме того, дифференциальное обнаружение используется для устранения шума постоянного тока помехового сигнала, что повышает чувствительность измерительной системы с высокой стабильностью.

За счет приложения различных калибровочных деформаций к двум датчикам на всех этапах процесса измерений достигается линейный отклик между регистрируемой величиной деформации и генерируемым сигналом сенсора с дрейфом чувствительности к ста-

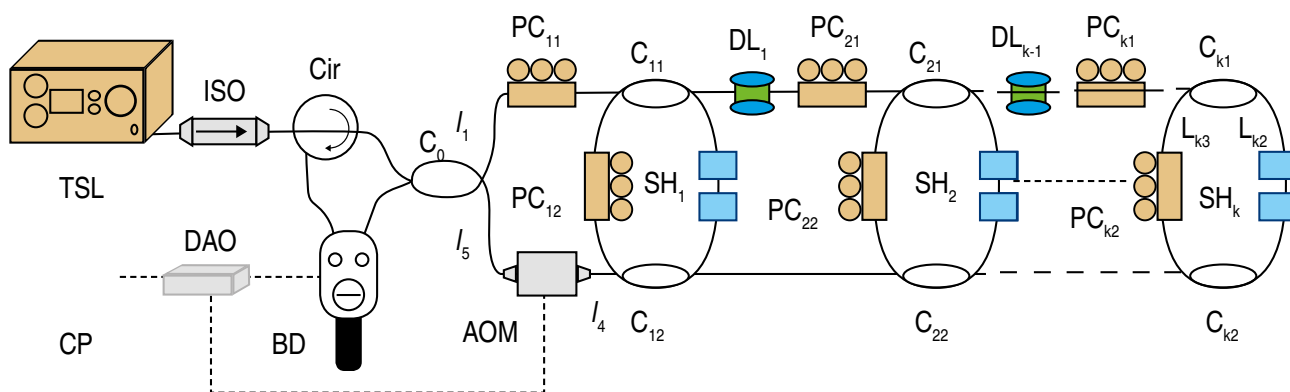


Рис. 4

Схема многоточечной системы измерения деформации FSI-FLRD.

Условные обозначения: TSL – перестраиваемый полупроводниковый лазер; ISO – изолятор; Cir – циркулятор; BD – балансированный детектор; Ci – волоконные ответвители; C₀ – частотой 3 дБ; C_{кi} – волоконные ответвители разной частоты; PC – контроллеры поляризации; SH – датчики; I – величина сигнала; L – длина волокна; DL – линия задержки волокна; AOM – акустооптический модулятор; DAO – карта сбора данных; CP – компьютер

тическим деформациям 0,13676 дБ/мкс и 0,19665 дБ/мкс, соответствующим минимальным значениям обнаруживаемых и регистрируемых сигналов в 0,0123 дБ и 0,0360 дБ. Причем оба датчика деформации обладают большим диапазоном стабильности и воспроизводимости величин сигналов, составляющим по продолжительности около 6 мкс.

Реализующая эти принципы действия и функциональности инновационная экспериментальная установка многоточечной чувствительной системы представляет собой (рис. 4) набор полостей датчиков кольцевого соединения, каждая из которых состоит из двух ответвителей, соединяющих их выходные порты. Несколько таких полостей каскадно соединены и встроены в частотно-сдвинутый интерферометр Саньяка в качестве устройства идентификации источника непрерывного излучения.

В оптимизированном варианте исполнения интерферометр Саньяка в инновационной схеме измерения многоточечной деформации заменен интерферометром Фабри–Перо во временном диапазоне около 700 мкс. В качестве источника непрерывного излучения используется перестраиваемый полупроводниковый лазер. После прохождения через изолятор, циркулятор и волоконный ответвитель лазерный луч расщепляется на две встречные световые волны и начинает циркулировать в противоположных направлениях в полостях датчика одна за другой. Небольшая часть света выходит из каждой полости каждый раз, когда свет завершает одинаковое число отключений, и затем возвращается в ответвитель. Если длина резонатора намного превышает длину когерентности источника света, две свето-



Рис. 5
Навигационный беспилотный летательный аппарат

вые волны создают помехи в ответвителе, и затем сигнал помехи обнаруживается сбалансированным детектором.

После выполнения быстрого преобразования Фурье над сигналом помехи может быть получен сигнал затухания датчика в пространственной области. Когда амплитуда спектра Фурье в пространственной области уменьшается до обратной величины начальной интенсивности, соответствующее расстояние определяется как расстояние при вызове. В качестве датчика деформации используется участок многомодового волокна.

В экспериментальной апробации установка двухточечной системы обнаружения деформации с использованием метода частотно-сдвинутой интерферометрии с датчиком кольцевого соединения состоит из полупроводникового лазера модели TSL-550C в качестве источника света CW, акустооптического модулятора в качестве преобразователя частоты, сбалансированного детектора для дифференциального обнаружения, контроллеров с множественной поляризацией для улучшения видимости интерференционных полос, карты сбора данных и других вспомогательных компонентов схемы реализации. Выходная мощность полупроводникового лазера выбрана на оптимальном уровне 8

мВт при 1550 нм. Волоконная линия задержки около 2,5 км использовалась, чтобы избежать интерференции сигналов обратного вызова из разных полостей датчиков. Частота акустооптического модулятора варьируется от 90 до 110 МГц с шагом 0,02 МГц со временем скачкообразной перестройки частоты 1 мс, синхронизированной с картой сбора данных. Частота ее дискретизации по электрической проводимости установлена в 100 кСм/с, что намного ниже, чем у традиционных методов интерферометрии. Для обработки данных в режиме реального времени разработано программное обеспечение в среде коммерческого вычислительного пакета LabVIEW.

Использующийся в этой измерительной системе датчик регистрации динамики напряженно-деформированного состояния отслеживает изменение градиента индекса многомодового волокна длиной 20 см между двумя стандартными одномодовыми волокнами. Расстояние между двумя склеенными точками составляет около 5 см, а сами волокна растягиваются при трансляции сигналов с шагом 0,05 мм. Для устранения недостатка больших потерь в полости датчика из-за разных режимов функционирования с неоднородным растяжением-сжатием волоконные датчики выполнены биконусными, что обеспечивает компенсацию этих потерь за счет замедления деформации. С использованием алгоритма выбора пиков найдены пики Фурье, а затем получены кривые экспоненциального затухания путем подгонки этих пиков Фурье к данной простой функции. Это позволило снизить потери в полостях до 1,4672...1,7844 дБ, а при оптимальной деформации в диапазоне 7 мкс – даже до 0,7523 дБ.

Средства измерений беспилотников

Разного типа средства измерения параметров, контролируемых чувствительными элементами, востребованы не только в космической навигации, но и в пилотируемых и беспилотных летательных аппаратах (БПЛА), ныне широко используемых для визуализации обследуемых воздушных и наземных пространств. И эти средства измерений нуждаются в проверке и калибровке в стандартных процедурах валидации достоверности получаемых результатов. В рамках их реализаций в Колледже оптики и фотоники Университета штата Центральная Флорида с участием сотрудников Технологической корпорации штата Мемфис (оба – США), например, проведена [8] виртуальная компьютерная и экспериментально-испытательная валидация достоверности модели реализации точности регистрации с применением инфракрасного датчика контролируемых параметров. Достоверность этой валидации оценивается по соотношению пикового значения сигнала к уровню шума в пикселях в зависимости от диапазона для обнаружения доступной для наблюдения или скрытой цели с БПЛА.

Эксперименты проведены в средневолновом и длинноволновом инфракрасном участках спектра по реализациям реально зафиксированных данных с использованием лазерного дальномера. В 235 коммерчески использовавшихся БПЛА в подавляющем большинстве использованы радиолокационные и радиочастотные датчики визуальной регистрации, но наибольшая эффективность обнаружена при использовании инфра-

красных камер, а максимальная – при сдвоенных.

Верификационное имитационное моделирование проведено в среде программно-вычислительного пакета MATLAB модифицированной версии ETEMS, в том числе с возможностью выявления несанкционированных БПЛА. В качестве факторов рассматриваемой модели использованы целевые функциональные атмосферные и т.п. регистрируемые параметры, а в качестве шумовых параметров датчика – температура излучения оптики, в первую очередь.

А сотрудниками Информационно-технологического колледжа Университета канадского Калгари, например, разработан [9] инновационный подход к улучшению навигации в закрытых помещениях и/или пространствах БПЛА на основе использования усовершенствованного измерителя скорости на основе датчика Холла. В интегральном сочетании системы инерциальной навигации и вспомогательной системы измерений такими датчиками позиционирования БПЛА гарантированно обеспечиваются абсолютно устойчивое позиционирование как при наличии, так и без присутствия Wi-Fi-связи. Эта цель достигается без необходимости использования вспомогательных источников энергии для уменьшения дрейфа регистрируемых параметров с повышенной точностью навигации БПЛА, что повышает полезное использование их несущей способности. Результаты контрольных испытаний подтвердили высокий потенциал нового подхода, в особенности с применением расширенного фильтра Калмана, обеспечивающего 98%-ю навигационную точность.

В комплексном исследовании сингапурских специалистов в об-

ласти прикладных измерений основное внимание сконцентрировано [10] на решении прагматической проблемы использования в БПЛА – монокоптерах (рис. 5) – интегрированных компактных регистрирующих устройств с датчиками скорости вращения воздушного винта и датчиками потока воздуха. В экспериментальных апробациях установлено, что, объединяя барометрические датчики и чувствительные элементы, встроенные в мягкие эластомеры, можно изготовить компактные, точные, надежные и маломощные датчики, которые могут одновременно измерять скорость вращения и скорость воздушного потока. Численным анализом и адаптивным проектированием можно настроить датчик для измерения скорости вращения или расхода воздуха в определенных рабочих диапазонах. Экспериментальный датчик оказался способным измерять скорость воздушного потока до 60 м/с с частотными импульсами до 10 Гц, при которых анемометры обычно перестают функционировать.

Заключение

Эти и другие оптимизационные мероприятия позволяют повысить точность реализаций возможностей аэрокосмической навигации и связи в беспроводных локальных коммуникационных сетях. Устранение локационных и позиционных ошибок в режиме реального времени дает возможность улучшить качество коммуникации и функционирования интернета вещей, в частности, на основе протокола CoAP. Инженерная рабочая группа по интернету Северо-Восточного университета США, например, разработала [11] и внедрила несколько стандартов, предназначенных для облегчения связи

в системе интернета вещей между ограниченными устройствами в сетях с низким энергопотреблением и низкоскоростными локациями.

В частности, эта сложная задача эффективно решается использованием серии протоколов, которые работают с различными уровнями стека – от адаптации до маршрутизации. Среди них – протокол ограниченных приложений. Это протокол сеанса, который используется для передачи трафика сигналов датчиков и исполнительных механизмов для подтверждения факта первичной и повторной передачи пакетов информации в сетях с минимальными потерями энергии.

МИ

Список использованных источников/References

- Liu K., Zhang F.L., Li Z.Y., Feng X.H., Li K., Lu Z.H., Schreiber K.U., Luo J., Zhang J. Large-scale passive laser gyroscope for earth rotation sensing. *Optics Letters*, 2019, vol. 44, no 11, pp. 2732–2735.
- Kim Y., Zhang Y., Reck T. James, Nemchick D.J., Chattopadhyay G., Drouin B., Chang M. Frank, Tang A. A 183-GHz InP/CMOS hybrid heterodyne-spectrometer for spaceborne atmospheric remote sensing. *IEEE Transactions on Terahertz Science and Technology*, 2019, vol. 9, no 3, pp. 313–334.
- Hu Z., Gallacher B.J. Effects of Nonlinearity on the Angular Drift Error of an Electrostatic MEMS Rate Integrating Gyroscope. *IEEE Sensors Journal*, 2019, vol. 19, no 22, pp. 10271–10280.
- Wu J. Real-Time Magnetometer Disturbance Estimation via Online Nonlinear Programming. *IEEE Sensors Journal*, 2019, vol. 19, no 12, pp. 4405–4411.
- Liu T.Y., Wang S.Y., Han F.T., Wu Q.P. Modeling and compensation of cross-axis coupling in an electrostatic accelerometer for testing the equivalence principle. *Review of Scientific Instruments*, 2018, vol. 89, no 12, pp. 124–135.
- Pandey R. K., Droopad R., Stern H. P. Magnetic Field Sensor Based on Varistor Response. *IEEE Sensors Journal*, 2019, vol. 19, no 19, pp. 8635–8641.
- Zhou X., Zhou Y., Li Z., Bi M., Yang G., Wang T. Research on temperature sensing characteristics with cascaded fiber Sagnac interferometer and fiber Fabry-Perot interferometer-based fiber laser. *Optical Engineering: Journal of the Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers*, 2019, vol. 58, no 5, pp. 57–65.
- Gemar H., Driggers R., Tener G., Halford C., Fudala N., Hewitt J., Short R., Pace T., Manville D. Validation of infrared sensor model with field-collected imagery of unresolved unmanned aerial vehicle targets. *Optical Engineering: Journal of the Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers*, 2019, vol. 58, no 5, pp. 53–59.
- Zahrn S., Moussa A.M., Sesay A.B., El-Sheimy N. A New Velocity Meter Based on Hall Effect Sensors for UAV Indoor Navigation. *IEEE Sensors Journal*, 2019, vol. 19, no 8, pp. 3067–3076.
- Fries F., Win S.K.H., Tang E., Low J.E., Win L.S.T., y Alvarado P.V., Foong S. Design and Implementation of a Compact Rotational Speed and Air Flow Sensor for Unmanned Aerial Vehicles. *IEEE Sensors Journal*, 2019, vol. 19, no 22, pp. 10298–10307.
- Herrero R., Hernandez D. Forward error correction in real-time Internet of things CoAP-based wireless sensor networks. *IET Wireless Sensor Systems*, 2019, vol. 9, no 1, pp. 42–47.



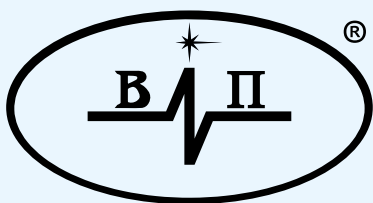
Виктор Александрович Грушников

кандидат технических наук, научный редактор, старший научный сотрудник

Отделения научной информации по проблемам машиностроения и транспорта ВИНТИ РАН, г. Москва

Abstract

The widespread use of scientific and practical applications of applied human activity in the aerospace sphere involves the use of modern methods and measuring instruments for implementing the capabilities of ultra-precise orientation in space and working out targeted movements.



АО «Вибро-прибор»
Санкт-Петербург,
ул. Варшавская, д. 5а

◆ **Разработка**

◆ **Производство**

◆ **Метрологическое обеспечение средств измерений параметров вибрации**

Датчики вибрации

(812) 369-00-90
(812) 369-59-43
general@vpribordat.ru

Системы вибрационного контроля и диагностики

(812) 327-74-02
(812) 369-69-90
(812) 369-57-93
info@vpribor.spb.ru
www.vpribor.spb.ru



Испытано один раз —
признано во всем мире

Испытательный центр ООО "Электронтест"

Испытательный центр аккредитован на проведение технических испытаний медицинских изделий (включая In Vitro) и низковольтного оборудования.

Аккредитация в национальной системе, в Евразийском экономическом союзе (ЕАЭС) и международной системе ILAC.

Собственное производство испытательного оборудования с метрологической аттестацией.



125414, Москва, Клинская, д. 6
+7 (495) 955-90-56, +7 (495) 455-11-16
electron-test@yandex.ru

С.Б. Тарасов: «Главная наша проблема – в недооценке роли метрологии в учебных процессах и в обеспечении качества выпускаемой продукции»

Станислав Борисович Тарасов – генеральный директор ИМЦ «Микро», кандидат технических наук, доцент, четверть века отдавший метрологии, рассказывает о сегодняшнем дне науки об измерениях, её проблемах и их решении, подготовке метрологических кадров и своей компании, которая занимается разработкой и производством эксклюзивного импортозамещающего отечественного оборудования.

– Станислав Борисович, инженерно-метрологический центр «Микро» занимается разработкой и производством импортозамещающих эталонных средств измерений. Импортозамещение в этой сфере формирует, в том числе, основу технологической безопасности России. Расскажите о проблемах возрождения отечественного приборостроения. Например, о коммерциализации новых разработок и источниках формирования добавленной стоимости.

– Что касается линейно-угловых измерений, то никакого возрождения отечественного приборостроения, на мой взгляд, не наблюдается. На предприятиях и сегодня используются средства измерений советских времен и зарубежный импорт, порой завуалированный под российской маркой. В области производства эталонных приборов в России работают только четыре – пять малых предприятий.

– Одним из важных направлений развития экономики нашей страны на современном этапе является увеличение несырьевого неэнергетического экспорта и достижение лидерских позиций российских высокотехнологичных отраслей на мировом рынке. «Микро» осуществляет поставки своей продукции в Украину, Белоруссию и Казахстан. Какие трудности или, наоборот, предпочтения ожидают экспортеров?

С.Б. Тарасов,
генеральный
директор
ИМЦ «Микро»



– На Украине, в Белоруссии и Казахстане сегодня практически нет рынка поставок российских приборов, несмотря на наше участие в соответствующих рекламных акциях.

– «Микро» оснащает лаборатории центров стандартизации и метрологии и заводские лаборатории различными средствами линейно-угловых измерений, в том числе эталонными, а также проводит консультации по выбору и применению средств линейно-угловых измерений. А каким образом ваши специалисты повышают квалификацию, чтобы разбираться во всех тонкостях различных производств и помогать предприятиям выбрать оборудование, наиболее оптимальное для их целей?

– Большая часть специалистов нашего центра – выпускники и даже уже ставшие преподавателями Санкт-

Ключевые слова: ИМЦ «Микро», линейно-угловые измерения, метрология поверхности, импортозамещающее предприятие.
Keywords: IMC Mikro, linear-angular measurements, surface metrology, import-substituting enterprise.

С.Б. ТАРАСОВ: «ГЛАВНАЯ НАША ПРОБЛЕМА – В НЕДООЦЕНКЕ РОЛИ МЕТРОЛОГИИ В УЧЕБНЫХ ПРОЦЕССАХ И В ОБЕСПЕЧЕНИИ КАЧЕСТВА ВЫПУСКАЕМОЙ ПРОДУКЦИИ»

Петербургского государственного политехнического университета им. Петра Великого, где на кафедре технологии машиностроения очень большое внимание уделялось и уделяется вопросам метрологии. Это не может не оказывать влияния на высокий профессиональный уровень наших специалистов. Ну и, конечно, всех их объединяет любовь к этим вопросам и метрологии. Главным в повышении квалификации для разработки и производства эталонных приборов является самообразование на основе проводимых консультаций, семинаров, конференций и выставок.

– В апреле 2019 года ваш центр совместно с Санкт-Петербургским политехническим университетом им. Петра Великого проводил научно-практическую конференцию «Метрология поверхности». Как известно, измерение мелкомасштабных элементов на поверхностях является критически важным для многих дисциплин и имеет широкое практическое применение. Какие новации были озвучены на той конференции и насколько эффективным было их внедрение в практику за истекшие два года?

– В настоящее время в России, в отличие от советского периода, проводится очень мало технических мероприятий, направленных на повышение квалификации специалистов. Конференция «Метрология поверхности» была направлена на освещение особенностей внедрения и применения новых российских стандартов на основе международных и современных средств измерений. Однако на конференции присутствовало около тридцати человек, в то время как в начале двухтысячных годов на аналогичное мероприятие приходило до двухсот человек. Вероятно, форма очного проведения подобных мероприятий уходит в прошлое. В начале этого года мне пришлось проводить ряд вебинаров. В них участвовало от 150 до 1400 человек.

– Метрология играет важную роль для ускорения научно-технического прогресса и экономического роста. В этой связи очевидна необходимость более тесной интеграции метрологии с другими дисциплинами. Какие шаги можно предпринять на данном направлении?

– Не вижу необходимости в какой-либо интеграции. Главная проблема в недооценке роли метрологии в учебных процессах и в обеспечении качества выпускаемой продукции.

– «Микро» выводит на рынок много приборов, регистрируя их в Реестре. Связан ли этот процесс с избыточным регулированием – устраивает ли вас скорость их утверждения и насколько в целом сложно зарегистрировать тот или иной прибор?



На одной из выставок

– Это сложный вопрос для производителей средств измерений. Во-первых, стоимость проведения госиспытаний с целью утверждения типа чрезмерна. А во-вторых, сроки оформления результатов испытаний затягиваются до полутора лет. У нашего центра в планах этого года проведение госиспытаний пяти эталонных приборов. Поневоле задумаешься: а может, не торопиться? Надеемся на то, что новое руководство Росстандарта будет более внимательно к нуждам бизнеса.

– Насколько сложно сегодня вести бизнес? Какими качествами человеческими и профессиональными необходимо обладать успешному руководителю?

– Во все времена бизнес было вести сложно, а вот насколько сложно – это зависит от самого предпринимателя. В начале пути мы два раза были на грани банкротства, а теперь мы – благополучное предприятие.

– А как возникла идея создания вашей компании? Почему была выбрана такая сложная и ответственная область, как метрология?

– Когда я учился на пятом курсе Ленинградского политехнического института, у нас был курс «Проектирование измерительных приборов». Читал курс замечательный человек и преподаватель Иван Сергеевич Амосов, который утверждал, что метрология – неотъемлемая часть технологии и что измерения – единственный объективный способ оценки качества изготавливаемых деталей.

Благодаря Ивану Сергеевичу я связал свою жизнь с метрологией навсегда. После института был распределен на Ленинградский инструментальный завод, где прошел путь от инженера-конструктора до главного инженера завода. В 1989 году мне пришлось перейти в Политехнический институт, теперь университет, где

я поставил курсы «Метрология, стандартизация и взаимозаменяемость», «Метрологическое обеспечение производства», «Метрология поверхности», «Системы обеспечения качества продукции».

Профессия преподавателя вуза в советское время была престижной и хорошо оплачиваемой. Но во время своего президентства Борис Ельцин одним из первых постановлений сделал так, что зарплата доцента, профессора стала меньше зарплаты уборщицы метрополитена. Преподаватели стали искать приработок. Именно поэтому в 1995 году мы с моим коллегой по кафедре Сергеем Николаевичем Степановым создали инженерно-метрологический центр «Микро», основным направлением которого стала разработка и производство приборов для линейно-угловых измерений.

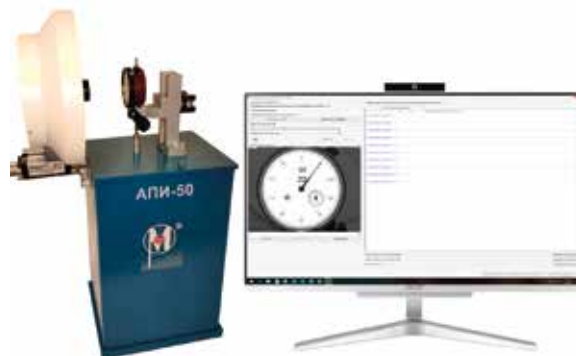
– Почему было выбрано именно это направление?

– Стали разваливаться заводы, выпускающие сложные измерительные приборы, – образовалась свободная ниша. Вот мы ее и заняли. Все сотрудники нашего центра имеют высшее образование. У центра нет собственных мощностей для металлообработки, поэтому мы выбрали разработку и производство наукоемких приборов.

– Как вы оцениваете опыт работы компании, выполнены ли задачи, ставившиеся при ее создании, поддерживаете ли конкуренцию с зарубежными производителями и каковы перспективы развития центра на ближайшие пять лет?

– В прошлом году исполнилось 25 лет центру «Микро». Мы стали импортозамещающим предприятием по производству эталонных приборов. Благодаря выбранной стратегии разработки конструкции приборов (не копировать чужие разработки) их стоимость в два-три раза меньше стоимости зарубежных аналогов, что определяет нашу конкурентоспособность. За 20 лет мы изготовили около тысячи эталонных приборов, что, по нашим оценкам, позволило заказчикам сэкономить около миллиарда рублей, но происходит насыщение лабораторий страны нашими приборами, поэтому в ближайшие годы мы намерены:

- модернизировать выпускаемые приборы с целью повышения точности и производительности измерений;
- увеличивать номенклатуру эталонных приборов;
- расширять производство цифровых головок и преобразователей, чтобы способствовать цифровизации измерений в металлообработке;
- организовать производство измерительных принадлежностей, производство которых отсутствует в России.



АПИ – прибор для автоматической поверки измерительных головок и индикаторов с ц.д. от 0,001 до 0,01 мм, оснащенный сервоприводом и «техническим зрением»



4-я модификация компаратора ПКМ-100 для поверки концевых мер длины

– Проводятся ли в вашей компании научные разработки, и если да, то какие из них являются наиболее приоритетными, и в каких приборах можно увидеть их результаты?

– Поскольку приборы, с одной стороны, наукоемкие, а с другой стороны, мы не копируем чужие разработки, то без научных исследований мы обойтись не можем. Приведу несколько примеров.

Мы разработали новый компаратор ПКМ-100 для поверки концевых мер длины, в том числе так называемых «блошек» – мер толщиной от 0,1 до 0,3 мм. Это уникальная задача, практически не решенная в нашей стране. Мы провели научные исследования и в сотрудничестве с оптикомеханическим объединением «ЛОМО» решили этот вопрос – оформляем патент на изобретение.

Мы создаем прибор АПИ-50 для автоматической поверки индикаторов. Считывание показаний поверяемого индикатора производится без участия человека, с помощью так называемого «технического зрения». Решений существует много, но мы нашли свое. Также оформляем патент.

– Сотрудничает ли ваша компания с другими научно-исследовательскими центрами России?

С.Б. ТАРАСОВ: «ГЛАВНАЯ НАША ПРОБЛЕМА – В НЕДООЦЕНКЕ РОЛИ МЕТРОЛОГИИ В УЧЕБНЫХ ПРОЦЕССАХ И В ОБЕСПЕЧЕНИИ КАЧЕСТВА ВЫПУСКАЕМОЙ ПРОДУКЦИИ»

– Современный мир техники – это мир разделения труда. Конечно, мы сотрудничаем с другими центрами. Среди них ООО «Микромех», АО «НПП «Промтранс-автоматика», ООО ВИПП «Техника», ОАО «СКБ ИС».

– **Какое участие принимает компания в подготовке высококвалифицированных специалистов, существует ли процедура обучения и сертификации специалистов? Готовите ли вы пополнение кадрового состава на этапах обучения студентов с перспективой их трудоустройства в вашей компании?**

– Периодически наш центр совместно с университетом проводит курсы повышения квалификации для метрологов предприятий и центров метрологии и стандартизации. Проводим конференции и вебинары по вопросам метрологии. Так, в этом году мы провели четыре вебинара.

Половина сотрудников нашего центра являются одновременно и преподавателями Санкт-Петербургского политехнического университета им. Петра Великого. Будущие магистры пишут свои работы на базе наших разработок. Мы оснастили лабораторию метрологии поверхности нашими приборами. Все сотрудники центра, кроме главного бухгалтера, – выпускники политеха.

– **Существуют ли возможности и перспективы для расширения деятельности, закладываются ли основы для новых производств?**

– Мы постоянно мониторим деятельность наших зарубежных конкурентов, с одной стороны, а с другой – на основе выставок и прямого общения с нашими заказчиками мы определяем, что будет полезно отечественным метрологам, но говорить о резком расширении производства трудно, учитывая наукоемкий характер нашей продукции.

– **Что будет запущено в производство ближайшее время?**

- ПКМ-100 – компаратор для поверки концевых мер длины 2–4 разрядов и 1–5 классов точности с номинальным размером от 0,1 до 100 мм;
- ППИ-50м – прибор 4 разряда для поверки индикаторов часового типа и индикаторных нутромеров с ц.д. 0,01мм с диапазоном измерения от 6 до 250 мм;
- АПИ-50 – прибор для автоматической поверки измерительных головок и индикаторов с ц.д. от 0,001 до 0,01 мм и оснащенный сервоприводом и «техническим зрением»;
- ППП-160 – прибор для измерения плоскостности и параллельности деталей с погрешностью до десятых долей микрометра;

- ЛИР-60 – эталонный прибор 2 разряда для поверки приборов ППИ-50, ППГ-4 и АПИ-50 вместо концевых мер длины;
- ИГЦ и ИГЦМ шкально-цифровые головки с USB-выходом и радиосигналом для передачи результатов измерения на компьютер;
- индуктивные измерительные преобразователи с USB-выходами.

– **Считаете ли вы, что во всех технических вузах страны, где нет метрологических кафедр, следует ввести курс лекций по метрологии, чтобы будущие инженеры понимали, насколько важно нести ответственность за правильную работу приборов и интерпретацию результатов измерений? Вы проводите немало семинаров и конференций по современным измерительным технологиям; эта сфера вашей деятельности касается только предприятий или в том числе и образовательных учреждений?**

– К сожалению, мы не работаем с другими образовательными учреждениями, кроме Санкт-Петербургского политехнического университета им. Петра Великого. Но, насколько я могу судить по издаваемым в России учебникам, в нашей стране уделяется недостаточно внимания изучению вопросов метрологии.

– **Это год объявлен Годом науки и технологий. В каких именно научных областях будут задействованы метрологи? К примеру, как будет осуществляться переход на новую систему измерений, основанную на фундаментальных физических константах?**

– Метрология присутствует во всех областях деятельности человека. Измерения – единственный объективный способ оценки качества чего-либо, созданного человеком.

Пользуясь случаем, хочу поздравить коллектив редакции журнала «Мир измерений» с 20-летием выхода первого номера и пожелать дальнейших успехов.

– **Спасибо за интересную беседу.**

МИ

*Беседовала Ольга Тюшевская,
специальный корреспондент
РИА «Стандарты и качество», г. Москва*

Abstract

Stanislav Borisovich Tarasov, General Director of IMC Mikro, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, who has devoted a quarter of a century to metrology, talks about the current reality of measurement science, its problems and their solutions, the training of metrological personnel and his company, which is engaged in the development and production of exclusive import-substituting domestic equipment.

Об утверждении типов средств измерений

Approving Types of Measuring Instruments

В этом разделе публикуются описания типов средств измерений, которые могут использоваться в различных видах измерений. Утверждённые типы средств измерений зарегистрированы в Государственном реестре средств измерений и допущены к применению в Российской Федерации. Утверждение типа СИ удостоверяется Свидетельством.

Измерения геометрических величин

80050-20 Преобразователи угловых перемещений ЛИР-ДА190К

Свидетельство действительно до 15.12.2025
Измерения плоского угла
Межповерочный интервал – 1 год

80056-20 Микроскоп электронно-ионный сканирующий Helios G4 PFIB Uxe

Свидетельство бессрочно для зав. № 9950518
Измерения линейных размеров элементов микро- и нанорельефа поверхности твёрдотельных образцов, исследование их элементного состава и кристаллографической структуры, проведение локальной структурной модификации поверхности твёрдотельных объектов сфокусированным пучком ионов Хе, подготовка поперечных срезов для просвечивающего электронного микроскопа
Межповерочный интервал – 1 год

80147-20 Системы измерений габаритных размеров транспортных средств Б7

Свидетельство действительно до 23.12.2025
Измерения длины, ширины и высоты транспортных средств, движущихся по автомобильным дорогам общего пользования, а также определение числа осей
Межповерочный интервал – 1 год

80475-20 Тахеометры электронные Trimble C5 HP

Свидетельство действительно до 31.12.2025
Измерения расстояний, горизонтальных и вертикальных углов
Межповерочный интервал – 1 год

80482-20 Тахеометры электронные Nikon XF HP

Свидетельство действительно до 31.12.2025
Измерения расстояний, горизонтальных и вертикальных углов
Межповерочный интервал – 1 год

Измерения механических величин

80045-20 Виброанализаторы – регистраторы портативных ВИБРАН

Свидетельство действительно до 15.12.2025

Измерения и регистрация среднего квадратического значения напряжения переменного тока, виброскорости, виброускорения, виброперемещения; вибродиагностика технологического оборудования, конструкций, оснований, сооружений, компрессоров, двигателей, турбин, вентиляторов, трубопроводов и т.п.
Межповерочный интервал – 1 год

80090-20 Системы измерительные с фотовидеофиксацией АВРОРА

Свидетельство действительно до 07.12.2025
Измерения значений текущего времени, синхронизированного с национальной шкалой координированного времени UTC(SU), определение координат мест расположения систем, измерения скорости движения транспортных средств
Межповерочный интервал – 2 года

80109-20 Весы электронные подвесные ВНТ, ВНТ-М

Свидетельство действительно до 18.12.2025
Измерений массы
Межповерочный интервал – 1 год

80143-20 Датчики деформации струнные SVWG

Свидетельство действительно до 10.12.2025
Измерения относительной деформации стальных, бетонных и железобетонных конструкций
Подлежат первичной поверке до ввода в эксплуатацию

80158-20 Акселерометры широкополосные трёхкомпонентные МТСС

Свидетельство действительно до 18.12.2025
Преобразование сейсмических колебаний земной поверхности в аналоговый сигнал
Межповерочный интервал – 2 года

80159-20 Анализаторы многоканальные синхронные КАМЕРТОН

Свидетельство действительно до 18.12.2025
Измерение виброускорения, виброскорости, виброперемещения, напряжения постоянного и переменного тока
Межповерочный интервал – 1 год

80260-20 Преобразователи частоты вращения ОХ1

Свидетельство действительно до 23.12.2025
Измерения частоты вращения и преобразование воздействия на их чувствительный элемент

вращающегося зубчатого колеса, закреплённого на валу контролируемого агрегата, в последовательность импульсов прямоугольной формы, частота следования которых пропорциональна частоте вращения вала
Межповерочный интервал – 1 год

80263-20 Весы монорельсовые ВМ «Стрела»

Свидетельство действительно до 21.12.2025
Измерения массы различных грузов, перемещаемых по подвесным монорельсовым путям в составе конвейеров или вне них, при учётных и технологических операциях на промышленных, сельскохозяйственных, торговых и складских предприятиях
Межповерочный интервал – 1 год

80282-20 Весы вагонные рельсовые для взвешивания в движении ВРТ-04

Свидетельство действительно до 23.12.2025
Покорённые, поосные, тележечные, повагонные измерения массы порожних и гружёных вагонов в составе поезда без расцепки и/или поездов в целом с сухими, твёрдыми, а также жидкими грузами без ограничений по вязкости (в том числе ГСМ)
Межповерочный интервал – 1 год

80299-20 Станции телеметрические сейсмического мониторинга SGDSME-O «ТАЙГА»

Свидетельство действительно до 25.12.2025
Измерения и преобразование сигналов сейсмического волнового поля в электрические сигналы, их предварительное усиление, аналого-цифровое преобразование, сохранение и передача зарегистрированных сейсмических данных по линии связи, визуализация процесса регистрируемых сейсмических данных
Межповерочный интервал – 3 года

80327-20 Датчики частоты вращения индукционные ИТ12.39.100

Свидетельство действительно до 28.12.2025
Измерения частоты вращения валов газотурбинных агрегатов
Межповерочный интервал – 2 года

80330-20 Акселерометры серий 356, 354 и 339

Свидетельство действительно до 28.12.2025
Измерения виброускорения, воздействующего на акселерометры
Межповерочный интервал – 2 года

▶ **80338-20**
Ключи динамометрические предельные регулируемые 690, 692

Свидетельство действительно до 28.12.2025
Воспроизведение крутящего момента силы при затяжке резьбовых соединений с правой и левой резьбой
Межповерочный интервал – 1 год

▶ **80480-20**
Блоки обработки сигналов БОС-8 ТСТ 4147

Свидетельство действительно до 31.12.2025
Измерения параметров вибрации, поступающих с измерительных преобразователей, имеющих выход по напряжению и/или выход по току и частоте вращения, их обработка и выдача дискретного сигнала типа «сухой контакт» в систему противоаварийной защиты механизмов (турбогенераторов и других агрегатов)
Межповерочный интервал – 3 года

▶ **80481-20**
Регистраторы сейсмические MR2002SM24K

Свидетельство действительно до 31.12.2025
Измерения постоянных и переменных линейных ускорений, возникающих при деформационных, сейсмических и вибрационных процессах, обусловленных естественными и техногенными источниками
Межповерочный интервал – 2 года

Измерения параметров потока, расхода, уровня, объёма веществ

▶ **80044-20**
Колонки топливораздаточные ручные переносные КР-40

Свидетельство действительно до 07.12.2025
Измерения объёма топлива (бензин, дизельное топливо)
Межповерочный интервал – 1 год

▶ **80110-20**
Корректоры СПГ740

Свидетельство действительно до 18.12.2025
Измерения электрических сигналов, соответствующих параметрам потока природного газа с компонентным составом по ГОСТ 30319.1–2015, последующее вычисление расхода и объёма газа, приведённых к стандартным условиям
Межповерочный интервал – 4 года

▶ **80128-20**
Расходомеры-счётчики жидкости ультразвуковые OPTISONIC

Свидетельство действительно до 18.12.2025
Измерения объёмного расхода и объёма жидкости и сжиженных газов
Межповерочный интервал – 5 лет

▶ **80138-20**
Расходомеры-счётчики ультразвуковые ГЕОСТРИМ

Свидетельство действительно до 10.12.2025
Измерения скорости и уровня потока жидкости, объёмного расхода и объёма жидкости в безнапорных трубопроводах, открытых каналах, реках
Межповерочный интервал – 4 года

▶ **80169-20**
Расходомеры-счётчики ультразвуковые ВЗЛЁТ РГ

Свидетельство действительно до 18.12.2025
Измерения скорости потока и вычисление объёмного расхода и объёма газов в рабочих условиях, а также приведённых к стандартным и/или нормальным условиям, в системах экологического контроля выбросов, в газоходах систем вентиляции, подачи воздуха, эвакуации

дымовых газов, а также в газоходах технологического назначения при различных условиях эксплуатации, включая работу во взрывоопасных зонах
Межповерочный интервал – 4 года

▶ **80174-20**
Установка поверочная передвижная на базе ультразвукового преобразователя расхода ГКС-1 «Дружба»

Свидетельство бессрочно для зав. № 1253
Измерения, воспроизведение, хранение и передача единиц объёмного и массового расхода жидкости, объёма и массы жидкости в потоке
Межповерочный интервал – 1 год

▶ **80298-20**
Измерители скорости потока газа РСМЕ STACKFLOW

Свидетельство действительно до 25.12.2025
Измерения скорости и объёмного расхода газа в рабочих условиях
Межповерочный интервал – 3 года

▶ **80331-20**
Колонки топливораздаточные переносные с ручным приводом КР-40-1-0,25М

Свидетельство действительно до 28.12.2025
Измерения объёма автомобильного бензина и дизельного топлива при его выдаче в баки наземной техники и других транспортных средств в полевых условиях
Межповерочный интервал – 1 год

▶ **80332-20**
Счётчики воды крыльчатые универсальные САПФИР

Свидетельство действительно до 28.12.2025
Измерения объёма воды в трубопроводах систем водоснабжения и теплоснабжения
Межповерочный интервал – 6 лет

▶ **80336-20**
Расходомеры массовые КРОМАСС-V

Свидетельство действительно до 28.12.2025
Измерения массы и объёма жидкости в потоке, массового и объёмного расходов жидкости, массового расхода и массы газов, плотности и температуры жидкостей и газов
Межповерочный интервал – 4 года

▶ **80344-20**
Счётчики холодной и горячей воды крыльчатые АКВА-ВОСТОК

Свидетельство действительно до 28.12.2025
Измерения объёма холодной и горячей питьевой воды по СанПиН 2.1.4.1074-01 и воды в тепловых сетях по СНиП 2.04.07 систем теплоснабжения, в жилых домах, и в промышленных зданиях при учётных операциях
Межповерочный интервал – 6 лет

Измерения давления, вакуумные измерения

▶ **80300-20**
Датчики давления ДДМ-2000

Свидетельство действительно до 25.12.2025
Непрерывные измерения давления (избыточного, избыточного-разрежения, абсолютного, разрежения и разности давлений) и преобразование измеренного давления в унифицированный аналоговый (сила постоянного тока 4 ... 20 мА) и/или цифровой выходной сигнал (HART, RS-485)
Межповерочный интервал – 3 года

▶ **80739-20**
Вакуумметры ИКР

Свидетельство действительно до 31.12.2025
Измерения абсолютного давления негорючих газов
Межповерочный интервал – 1 год

▶ **80769-20**
Датчики давления Вм 212А.3

Свидетельство действительно до 31.12.2025
Измерения избыточного давления жидкости или газа и преобразование его в электрический сигнал – напряжение постоянного тока
Межповерочный интервал – 2 года

▶ **80824-20**
Напоромеры НМ, тягомеры ТМ, тягонапоромеры ТНМ, дифманометры-напоромеры ДНМ, дифманометры-тягиомеры ДТМ, дифманометры-тягионапоромеры ДТНМ мембранные показывающие

Свидетельство действительно до 31.12.2025
Измерения избыточного давления, разности давлений жидкости и газа, давления-разрежения газа
Межповерочный интервал – 2 года

Измерения физико-химического состава и свойств веществ

▶ **80074-20**
Анализаторы пыли DUSTHUNTER SP100 Ex

Свидетельство действительно до 15.12.2025
Автоматические непрерывные измерения массовой концентрации взвешенных частиц в пылегазовых потоках стационарных источников загрязнений окружающей среды
Межповерочный интервал – 1 год

▶ **80092-20**
Хроматографы жидкостные портативные БЛИЗАР СДТ

Свидетельство действительно до 07.12.2025
Определение органических веществ в жидких средах методом высокоэффективной жидкостной хроматографии в изократическом режиме
Межповерочный интервал – 1 год

▶ **80148-20**
Приборы каротажа магнитной восприимчивости BMSG

Свидетельство бессрочно для зав. № 9505, 9506
Измерения массовой доли железа магнетита в горных породах и рудах при каротаже разведочных скважин по измеренному значению магнитной восприимчивости
Межповерочный интервал – 1 год

▶ **80173-20**
Спектрометры рентгеновские флуоресцентные

Свидетельство действительно до 18.12.2025
Измерения массовой доли химических элементов при анализе жидких, твёрдых или порошкообразных проб
Межповерочный интервал – 1 год

▶ **80277-20**
Генераторы влажного газа эталонные Суховет

Свидетельство действительно до 23.12.2025
Измерений относительной влажности и температуры точки росы/инейя воспроизводимой ими парогазовой смеси. Генераторы относятся к рабочим эталонам по ГОСТ 8.547–2009 и предназначены для поверки гигрометров, термогигрометров и преобразователей относительной влажности и температуры точки росы/инейя
Межповерочный интервал – 1 год

▶ **80342-20**
Детекторы горючих газов

Свидетельство действительно до 28.12.2025
Непрерывные измерения содержания метана и оксида углерода; выдача сигнализации

о превышении установленных пороговых значений в воздухе
Межповерочный интервал – 1 год

▶ **80346-20**
Анализаторы ионного состава потенциометрические ПАИС-натрий

Свидетельство действительно до 28.12.2025
Измерения показателя активности ионов натрия (рNa), массовой концентрации ионов натрия (СNa) и температуры анализируемой жидкости
Межповерочный интервал – 1 год

▶ **80377-20**
Масс-спектрометры с индуктивно-связанной плазмой NexION

Свидетельство действительно до 30.12.2025
Измерения элементного и изотопного состава твёрдых и жидких веществ и материалов в соответствии с аттестованными (стандартизованными) методиками (методами) измерений
Межповерочный интервал – 1 год

▶ **80378-20**
Газоанализаторы непрерывного действия ФЕБА

Свидетельство действительно до 30.12.2025
Определение содержания бензола, толуола, этилбензола, ксилолов, хлорбензола, стирола и фенола в атмосферном воздухе
Межповерочный интервал – 1 год

Теплофизические и температурные измерения

▶ **80093-20**
Термометры электронные автономные для контроля холодной цепи Фармацевт

Свидетельство действительно до 07.12.2025
Измерения и индикация температуры окружающего воздуха, фиксация экстремальных значений и контроль нарушения температурно-временных условий
Межповерочный интервал – 2 года

▶ **80130-20**
Термопреобразователи сопротивления ТРИД

Свидетельство действительно до 18.12.2025
Измерения температуры жидких и газообразных сред, не агрессивных к материалу защитной арматуры или защитного чехла
Межповерочный интервал – 2 года

▶ **80155-20**
Термопреобразователи с унифицированным выходным сигналом ТСМУ-Л, ТСПУ-Л, ТХАУ-Л, ТСМУ-Л-Ех, ТСПУ-Л-Ех, ТХАУ-Л-Ех

Свидетельство действительно до 18.12.2025

Измерения и преобразование температуры жидких, газообразных и сыпучих сред в унифицированный токовый выходной сигнал по ГОСТ 26.011-80, в т.ч. во взрывоопасных зонах помещений и наружных установок

Межповерочный интервал – 2 года

▶ **80168-20**
Тепловизоры инфракрасные компактные RGK модели TL-60

Свидетельство действительно до 18.12.2025
Бесконтактные измерения пространственного распределения радиационной температуры объектов по их собственному тепловому излучению в пределах зоны, определяемой полем зрения оптической системы тепловизоров; визуализации этого распределения на дисплее тепловизора
Межповерочный интервал – 1 год

▶ **80304-20**
Тепловычислители

Свидетельство действительно до 25.12.2025
Измерения и преобразование аналоговых сигналов от первичных измерительных преобразователей, вычисление тепловой энергии в водяных системах теплоснабжения
Межповерочный интервал – 4 года

▶ **80343-20**
Термометры цифровые многофункциональные

Свидетельство действительно до 28.12.2025
Измерения температуры жидких, газообразных, сыпучих сред; измерения температуры поверхности



3 D - I N T E G R A T I O N

**системный
интегратор
промышленных
3D-решений**



Г.В. Казакевич
директор
по продажам
компании i3D

Группа компаний i3D – системный интегратор промышленных 3D-решений

Основное направление деятельности группы компаний i3D — системная интеграция промышленных 3D-решений. Системный интегратор осуществляет их проектирование, внедрение и поддержку. Плюс к этому i3D является эксклюзивным дистрибьютором лидирующих и хорошо себя зарекомендовавших 3D-производителей инженерного оборудования, ПО и материалов. Представляем наше оборудование:



Портативный 3D-сканер серии HSCAN331,

разработанный Scantech Co., Ltd., – второе поколение сканеров линейки HSCAN. Использует лазерную маску и две камеры для получения облака точек с поверхности объекта. HSCAN331 позволяет оператору легко сканировать объекты разных размеров (от 5 см до 4 м), просто перемещая сканер вокруг объекта. Возможно совместное использование с системами фотограмметрии (MSCAN) при сканировании больших объектов для уменьшения накопленной погрешности, что улучшает точность сканирования.

Три перекрёстных лазерных линии + режим одной лазерной линии для сканирования пазов, поднурений и отверстий.

Высокая точность

- Точность до 0.03 мм
- Визуализация в режиме реального времени
- Быстрое создание полигональной модели (сетки) одним нажатием кнопки
- Помехоустойчивый
- Возможность работы под прямыми солнечными лучами и при производственных вибрациях
- Высокая адаптивность

- Программные алгоритмы позволяют настроить сканер на сканирование объектов с глянцевой или черной поверхностью
- Программное обеспечение русифицировано
- ПО переведено на русский язык, обновления ПО бесплатны без ограничения, в ПО встроена возможность измерений и получения цветовой карты отклонений
- Прибор внесен в реестр СИ РФ.

твёрдых тел в комплекте с первичными термопреобразователями (зондами)
Межповерочный интервал – 2 года

Измерения времени и частоты

80111-20 Комплексы программно-аппаратные с фото- и видеофиксацией Дозор-ПС2

Свидетельство действительно до 18.12.2025
Измерения значений текущего времени, синхронизированных с национальной шкалой времени UTC(SU)
Межповерочный интервал – 2 года

80146-20 Устройства сбора и передачи данных CODA11

Свидетельство действительно до 07.12.2025
Синхронизация времени; сбор и передача данных между центром сбора информации и территориально удалёнными приборами учёта электроэнергии, подключёнными по цифровым интерфейсам
Межповерочный интервал – 10 лет

80228-20 Системы измерений длительности соединений MiniCom DX-500

Свидетельство действительно до 23.12.2025

Измерения длительности телефонных соединений с целью получения исходных данных при учёте объёма оказанных услуг электросвязи операторами связи
Межповерочный интервал – 2 года

Измерения электротехнических и магнитных величин

80079-20 Контроллеры SO-52

Свидетельство действительно до 15.12.2025
Измерения действующих значений напряжения и силы переменного тока, активной, реактивной, полной электрической мощности, коэффициента мощности и частоты переменного тока, напряжения постоянного тока и унифицированных сигналов силы постоянного тока
Межповерочный интервал – 4 года

80080-20 Установки для поверки счётчиков электрической энергии СУ201М

Свидетельство действительно до 15.12.2025
Измерения электроэнергетических величин и формирование сигналов при поверке и калибровке электромеханических (индукционных) и статических (электронных) счётчиков активной и реактивной электрической энергии
Межповерочный интервал – 2 года

80154-20 Преобразователи напряжения измерительные аналого-цифровые модульные NI PXIe4309

Свидетельство действительно до 23.12.2025
Измерения мгновенных значений напряжения в электрических цепях
Межповерочный интервал – 1 год

80216-20 Источники питания постоянного тока E3640

Свидетельство действительно до 23.12.2025
Воспроизведение и измерения напряжения и силы постоянного тока
Межповерочный интервал – 2 года

Abstract

This section presents the description of the types of measuring instruments that could be used in different measurements. Approved types of measuring instruments are registered in the State Register of Measuring Instruments and cleared for application in the Russian Federation. The approval of the types of measuring instruments is verified with a certificate.

Автоматическая измерительная система для потокового контроля геометрии ScanTech AutoScan T22

предназначена для работы на конвейерах при пакетной проверке деталей.
В зависимости от условий и требований заказчика AutoScan-T22 может быть построена на базе различных роботизированных систем. Обеспечивает универсальность решения под различные задачи для автоматизированного 3D-контроля на заготовках среднего и большого размера.
Система построена на базе промышленных роботов со сканером TrackScan P22 и различными системами позиционирования деталей (поворотные столы, системы линейного перемещения), установленными в защитной камере и управляемыми рабочей станцией. Возможны комплектации с различными роботами и системами перемещения изготовленными под требования заказчика.
Особенности ScanTech AutoScan T22:

- Запуск в один клик и простое программирование системы обеспечивает работу оборудования в автоматическом режиме 24/7
 - Оптический трекер E-Track позволяет своевременно распознать пространственное положение сканера для точного сканирования
 - AutoScan T22 обладает защитой от внешних помех для гарантированной работы и высокоточного контроля в сложных условиях
 - Автоматизированное сканирование в реальном времени с автоматическим созданием и сохранением отчётов по отклонениям на рабочей станции
 - Благодаря синхронизации движения объекта и движения сканера AutoScan T22 обеспечивает точный и быстрый сбор данных
- Планируется внесение системы в реестр средств измерений РФ.



Инновационный 3D-сканер KSCAN20,

созданный компанией Scantech Co., Ltd. с использованием их опыта и наработок, является прямым продолжением нескольких линеек метрологического оборудования Scantech.
Широкий функционал и оригинальные решения позволяют использовать 3D-сканер KSCAN20 для решения задач по обратному проектированию и контролю для деталей от 2 см до 10 м. 3D-сканер KSCAN20 объединяет в себе новый эргономичный дизайн, систему фотограмметрии и лазеры двух разных диапазонов собственной разработки Scantech Co., Ltd.

Интегрированная фотограмметрическая система значительно расширяет область сканирования и улучшает объёмную точность, особенно при сканировании крупных изделий. Красные лазеры используются для сканирования с разрешением до 0.050 мм, синие лазеры – для сканирования в HD-разрешении вплоть до 0.010 мм. 3D-сканер KSCAN20 поддерживает функцию контактных измерений, позволяющую получать корректные трёхмерные данные при сканировании отверстий, плоскостей, кромок и т.д. Прибор внесён в реестр СИ РФ.

Группа компаний i3D: разработка и адаптация 3D-решений для местного производства

i3D трансформирует знания своей команды и производителей промышленного 3D-оборудования в новые решения, адаптированные для местного бизнеса и помогающие производством в России и странах СНГ повышать конкурентоспособность, достигать более высоких результатов в 3D-эпоху. Системный интегратор реализует промышленные сложные проекты в машиностроении, литье, авиастроении, ортопедии, стоматологии, образовании и ряде других отраслей.

Испытательное оборудование. Вопросы конструирования, производства и технического обслуживания. Решение ООО «ЦТБ МОС»

С.С. Карпенко, Р.В. Батраков

Практически все стандарты, относящиеся к различным техническим регламентам, содержат методики испытаний, которые требуют создания специализированных стендов или оборудования, в состав которых входят средства измерения, обеспечивающие определение и измерение различных физических величин. При этом зачастую невозможно провести прямые измерения с помощью одного конкретного средства измерения, и для реализации методики требуется разработать, спроектировать и произвести дополнительное оборудование, позволяющее обеспечить не только измерение требуемых параметров, но и автоматизацию самого процесса измерения, упростив труд испытателя и обеспечив контроль необходимых условий испытания. Такое оборудование относится к испытательному оборудованию, которое должно обеспечивать реализацию методики испытаний в полном соответствии с самой процедурой испытаний и в соответствии с требуемой точностью измерения заданных параметров.

Как правило, испытательные лаборатории вынуждены организовывать собственное производство испытательного оборудования для обеспечения испытательного процесса. При этом кроме производственных задач перед испытательной лабораторией встают вопросы аттестации произведенного оборудования, и не каждая испытательная лаборатория справляется с этими задачами на должном уровне.

Компания ООО «Центр технической безопасности материалов, оборудования и сложных систем» (ООО «ЦТБ МОС») является производителем высокотехнологичного испытательного оборудования, востребованного испытательными лабораториями, аккредитованными на проведение испытаний практически

во всех технических регламентах и для всех действующих стандартов системы ГОСТ Р. Как самостоятельное юридическое лицо ООО «ЦТБ МОС» выделилось из испытательного центра ООО «Электронтест». Необходимость создания самостоятельного производства было обусловлено широким перечнем испытательного оборудования, применяемого при испытаниях, прежде всего медицинских изделий.

При создании производства в ООО «ЦТБ МОС» были определены и спланированы важнейшие участки производственного процесса, которые должны обеспечивать высокую точность, эргономичность и надежность выпускаемого оборудования.

В состав компании входят:

- конструкторское бюро;

- отдел снабжения;
- производственный цех с участком сборки готовой продукции;
- метрологическая служба;
- отдел логистики;
- отдел технического обслуживания и постпродажного сопровождения выпускаемого оборудования.

Конструкторское бюро ООО «ЦТБ МОС» является мозговым центром компании¹ [1]. Работа конструктора начинается с определения требований к испытательному оборудованию, которые вытекают из требований реализуемой методики испытаний и требований, обусловленных применяемыми в процессе испытаний средствами

¹ ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» присвоило ООО «ЦТБ МОС» четырехзначный буквенный код организации разработчика «АЦМШ» для обозначения изделий и основных конструкторских документов в соответствии с ГОСТ 2.201.

Ключевые слова: испытательное оборудование, ООО «Центр технической безопасности материалов, оборудования и сложных систем» (ООО «ЦТБ МОС»).

Keywords: test equipment, Center for Technical Safety of Materials, Equipment and Complex Systems (LLC TSTB MOS).

ИСПЫТАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ. ВОПРОСЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ, ПРОИЗВОДСТВА И ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ. РЕШЕНИЕ ООО «ЦТБ МОС»

измерения. В этом большое положительное значение имеет то, что ведущие конструктора ООО «ЦТБ МОС» имеют многолетний практический опыт проведения технических испытаний в различных испытательных лабораториях.

В процессе разработки конструкции оборудования на различных этапах проектирования обязательно подключается дизайнер, задачей которого является обеспечение высоких эргономических характеристик испытательного оборудования и удобства работы с встраиваемыми средствами измерения.

Каждый конструктор, проектирующий оборудование, на всех этапах проектирования тесно взаимодействует с метрологической службой компании, что позволяет оптимизировать выбор средств измерений с учетом их метрологических характеристик и конструктивных особенностей.

На этапе проектирования большое внимание уделяется обеспечению безопасности эксплуатации оборудования пользователем, требованиям надежности, соблюдению требований по электробезопасности.

В состав конструкторского бюро входит группа проектирования средств автоматизации разрабатываемого испытательного оборудования. Принятая в компании концепция автоматизации испытательного оборудования обеспечивает двухуровневую схему процесса автоматизации². На нижнем уровне разрабатывается контроллер, обеспечивающий получение информации с различных датчиков и измерительного оборудования, преобразование этой информации в цифровой пакет и передачу данных в сеть



Рис. 1
Разработка конструкции испытательного оборудования

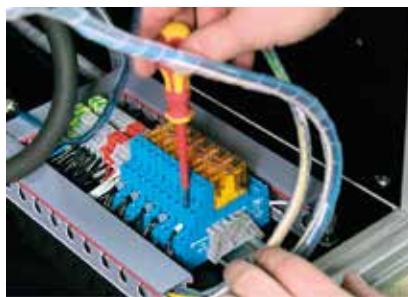


Рис. 2
Монтаж электрооборудования

Интернет, на дисплей и на внешние накопители данных. На втором уровне обеспечивается интерфейс с пользователем через лабораторную информационную систему, в которую включается испытательное оборудование. Программное обеспечение второго уровня обеспечивает отображение на компьютере пользователя информации об испытательном оборудовании, отображение результатов измерений и задание управляющих параметров (настройки испытательного оборудования).

Уже в процессе проектирования испытательного оборудования к разработке подключается отдел снабжения, который в соответствии с требованием конструктора подбирает необходимые комплектующие элементы и измерительное оборудование, причем процесс подбора комплектующих является итерационным, в итоге подбирается состав

элементов оборудования, обеспечивающий оптимальное соотношение цена/качество.

Опираясь на полученные данные, конструктор создает 3D-модель испытательного оборудования, на основе которой разрабатываются рабочие чертежи отдельных узлов, а также сборочные чертежи и схемы. В окончательный пакет проектной документации на испытательное оборудование входят чертежи отдельных деталей, сборочные чертежи, принципиальные электрические и электромонтажные схемы, пояснительная записка и документы, необходимые для подготовки оборудования к процедурам аттестации.

Подготовленный конструкторами пакет конструкторской документации передается в производственный цех, в котором вместе с метрологической службой окончательно устанавливается и согласовывается спецификация на испытательное оборудование, в состав которой включаются и необходимые средства измерения. Закупка комплектующих и средств измерений осуществляется через отдел снабжения, который обеспечивает входной контроль закупаемых комплектующих и контроль наличия поверки на средства измерения, включая контроль наличия записей во ФГИС «АРШИН».

Производство испытательного оборудования – это производство единичного, зачастую уникального оборудования, в связи с чем в процессе сборки такого оборудования возможно возникновение неучтенных при проектировании сложностей и нестыковок отдельных элементов. В этом случае оперативно подключаются конструкторы, которые совместно с производством устраняют недостатки конструкции и вносят соответ-

² Более подробно о подходах ООО «ЦТБ МОС» к проектированию испытательного оборудования с учетом автоматизации процессов испытаний можно узнать из статьи «Особенности конструирования испытательного оборудования с учетом применяемых средств измерений и автоматизации процесса испытаний» в журнале «Мир измерений» № 1 за 2021 год.

ствующие изменения в конструкторскую документацию. Итогом окончательной сборки является проверка всех систем, контроль технических параметров, проведение испытаний на устойчивость оборудования к механическим повреждениям и электрическую безопасность.

На этапе окончательной проверки оборудования в работу вступает метрологическая служба, которая проводит аттестацию и подтверждает соответствие испытательного оборудования заданным требованиям. Результаты аттестации оформляются протоколом, на основании которого выдается Аттестат на испытательное оборудование. Испытательное оборудование аттестовывается согласно ГОСТ Р 8.568–2017 «Государственная система обеспечения единства измерений. Аттестация испытательного оборудования. Основные положения» [2]. От того, насколько правильно была подготовлена программа и методика аттестации и последующая аттестация, будет зависеть достоверность получения результатов последующих испытаний в процессе эксплуатации испытательного оборудования. Метрологическая служба ООО «ЦТБ МОС» располагает всеми необходимыми средствами измерения с требуемой точностью и действующей поверкой.

При выпуске оборудования вместе с ним заказчику предоставляется руководство по эксплуатации (паспорт), а также полный комплект по аттестации:

- программа (методика) аттестации,
- протокол аттестации,
- аттестат.

Все выпускаемое ООО «ЦТБ МОС» испытательное оборудование устанавливается в лаборатории заказчика с проведением пу-



Рис. 3
Выходной контроль параметров изделия

ско-наладочных работ сотрудниками ООО «ЦТБ МОС». При этом вопросам сохранности испытательного оборудования и применяемых в нем средств измерений в процессе транспортировки уделяется большое внимание. В случае крупногабаритных установок испытательное оборудование после прохождения выходного контроля разбирается на отдельные узлы, которые упаковываются в индивидуальную упаковку и крепятся в транспорте с учетом безопасности транспортировки. На месте установки изделие вновь собирается и проходит пусконаладочные работы.

В процессе дальнейшей эксплуатации оборудования заказчиком особое внимание требуется уделять техническому обслуживанию. Периодичность аттестации измерительных приборов может составлять один – три года, о несоответствии оборудования можно узнать слишком поздно и вопрос – когда оно стало несоответствующим и сколько на нем было проведено испытаний – останется открытым. Также согласно требованиям ГОСТ ISO/IEC17025–2019 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий» п. 6.4 [3] испытательные лаборатории должны иметь «план технического обслуживания и техническое обслуживание, выполненное к настоящему моменту вре-

мени, если это требуется для работы оборудования».

Заключение

ООО «ЦТБ МОС» при проведении технического обслуживания уникального испытательного оборудования обеспечивает:

- Проверку и уход за узлами конструкции.
- Обслуживание и ремонт моторов и двигателей на установках.
- Обслуживание средств измерений.
- Проверку и устранение неполадок в электрике оборудования.
- Настройку ПО и установку новых версий.
- Модернизацию и расширение функционала и возможностей испытательного оборудования, в т.ч. с учетом новых редакций стандартов.
- Полную замену деталей, если это необходимо.
- Автоматизацию оборудования и проведения испытаний (если таковая функция при поставке отсутствовала).
- Замену встроенных средств измерений, у которых заканчивается поверка, на новые с действующей поверкой.
- Аттестацию.

Соответствующие отметки и отчеты хранятся в испытательной лаборатории как гарант проведенной работы и подтверждения работоспособности и исправности оборудования.

Таким образом, ООО «ЦТБ МОС», проектируя сложные комплексы испытательного оборудования, обеспечивает контроль их качества, работоспособности и точности функционирования на всех этапах производства и постпродажной эксплуатации в испытательных лабораториях заказчика.

МИ

ИСПЫТАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ. ВОПРОСЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ, ПРОИЗВОДСТВА И ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ. РЕШЕНИЕ ООО «ЦТБ МОС»

Список использованных источников

1. <https://ctb-mos.com/uslugi/>
2. ГОСТ Р 8.568–2017 «Государственная система обеспечения единства измерений. Аттестация испытательного оборудования. Основные положения».
3. ГОСТ ISO/IEC17025–2019 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий».

References

1. <https://ctb-mos.com/uslugi/>
2. GOST R 8.568–2017. State system for ensuring the uniformity of measurements. Certification of test equipment. General provisions. (In Russian)
3. GOST ISO/IEC17025–2019. General requirements for the competence of testing and calibration laboratories. (In Russian)



Станислав Сергеевич Карпенко

генеральный директор
ООО «ЦТБ МОС»,
г. Москва



Роман Владимирович Батраков

главный конструктор
испытательного
оборудования,
г. Москва

Abstract

Almost all standards related to various technical regulations contain test methods that require the creation of specialized benches or equipment, which include measuring instruments that provide the definition and measurement of various physical quantities. However, it is often impossible to carry out direct measurements using only one specific measuring instrument. In order to implement the methodology, it is necessary to develop, design and produce additional equipment that allows not only to measure the required parameters, but also to automate the measurement process itself, simplifying the work of test engineers and ensuring control of the necessary test conditions. Such equipment refers to test equipment that must ensure the implementation of the test procedure in full compliance with the test procedure itself and in accordance with the required accuracy of measuring the specified parameters.

КОНФЕРЕНЦИЯ РОНКТД

О физических методах неразрушающего контроля

В Екатеринбурге в онлайн-режиме прошла 32-я Уральская конференция с международным участием «Физические методы неразрушающего контроля (Янусовские чтения)». Ведущие специалисты в области неразрушающего контроля, технической диагностики и метрологии обсудили важные проблемы своей сферы деятельности, рассказали о наработках последнего периода. На мероприятие записались представители из 14 городов России: Екатеринбург, Москвы, Томска, Санкт-Петербурга, Новосибирска, Нижнего Новгорода и др. Присутствовало несколько участников из Германии, Белоруссии и Чехии.

Большой интерес вызвали доклады **А.Г. Чуновкиной** из ВНИИМ им. Д.И. Менделеева «О неопределенности и прослеживаемости результатов измерений», **Д.С. Тихонова** из НПЦ «ЭХО+» по теме «Разработка методик ультразвуковой дефектометрии сварных соединений опасных производственных объектов».

За два дня работы прозвучало несколько десятков выступлений от научных учреждений, вузов, компаний. Во многих из них поднимались вопросы метрологического обеспечения, так, **Л.А. Трибушевская** из УНИИМ (филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева») доложила о перспективах метрологического обеспечения измерений механических напряжений при упругой и пластической деформации.

Наряду с ведущими специалистами в области неразрушающего контроля в конференции прини-



мали участие аспиранты российских вузов и молодые специалисты из академических институтов. Слушателями конференции были также представители машиностроительных заводов России. Одновременно с устными докладами проходила стендовая сессия, на которой прозвучало около 20 докладов. Участники конференции имели возможность задать докладчикам вопросы и получить на них ответы в письменной форме. В докладах прозвучали результаты исследований по акустическому, магнитному и электрическому видам неразрушающего контроля.

<https://ronktd.ru/>

Передовые продукты Mitutoyo для цехового и лабораторного применения

А.А. Красильникова, И.В. Латонов, Д.Р. Хасанов

Компания Mitutoyo – один из ведущих мировых производителей универсальных средств измерений и высоко-точного измерительного оборудования. Представительства компании работают в 31 стране, а дистрибьюторская сеть охватывает 80 стран. Обширная линейка продукции включает в себя: координатно-измерительные и видеоизмерительные машины, приборы для измерения формы и оптические системы, системы датчиков и ручные средства измерений.

Дочернее подразделение Mitutoyo Corporation в России, компания ООО «Митутойо РУС», осуществляет поставку, поддержание складских запасов, сервис и информационно-образовательную поддержку клиентов на территории Российской Федерации и стран ЕАЭС.

Начав свою деятельность в 1934 году, компания Mitutoyo никогда не останавливалась в своем развитии. Постоянные инвестиции в разработку новых технологий и решений приводили к появлению запатентованных инноваций и передовых продуктов на их основе. Текущие непростые времена не стали исключением. Ниже приведено краткое описание восьми новинок измерительного оборудования компании Mitutoyo, которые были выпущены за последний год.

Координатно-измерительная машина Crysta-Apex V

Представляем новое, уже пятое по счету (что отражено в названии «V»), поколение координатно-измерительных машин (далее КИМ) с ЧПУ Mitutoyo, нацеленных на до-

стижение максимальной точности, скорости и универсальности.

Благодаря новым абсолютным шкалам собственного производства КИМ не требует инициализации путем перемещения ее измерительной системы в домашнее положение. Это существенно облегчает и ускоряет процесс отладки измерительных программ, а также время, необходимое для начала измерений при помощи КИМ, особенно больших типоразмеров. В сочетании с высокой скоростью перемещений 519 мм/с и ускорений 2309 мм/с² производительность измерений существенно возрастает.

Кроме того, загрязненность поверхности новых шкал будет влиять на итоговый результат снятия показаний в меньшей степени, чем на инкрементных шкалах, за счет нового типа детектора.

До недавнего времени точность измерений КИМ гарантировалась только при работе в термokonстантных помещениях. Наличие температурной компенсации гарантирует точность в диапазоне температур от 16 до 26 °С. Данная функция измеряет температуру детали и самой КИМ, вычисляет, каким было бы



Координатно-измерительная машина Crysta-Apex V

значение, измеренное при 20 °С, и выводит это значение в качестве результата измерения.

Из широкой линейки датчиков для КИМ, включая лазерный, оптический и датчик шероховатости, пользователи могут выбрать оптимальный вариант, идеально подходящий для проведения высокоточных и эффективных измерений.

Серия Crysta-Apex V [1] способна проводить линейно-угловые измерения с точностью от $E_{0, MPE} = 1,7 + 3L/1000$ мкм (в зависимости от используемого датчика).

Ключевые слова: измерительное оборудование, высокая точность, японское качество, новинки, компания ООО «Митутойо РУС», дочерняя компания Mitutoyo Corporation, послепродажная поддержка, профессиональный сервис и тренинг.

Keywords: measuring equipment, high precision, Japanese quality, new products, Mitutoyo RUS LLC, subsidiary of Mitutoyo Corporation, after-sales support, professional service and training.

Благодаря функциональному ПО MCOSMOS КИМ способна выполнить даже самые сложные измерительные задачи. ПО MCOSMOS характеризуется возможностью гибкого программирования, отсутствием открытого программного кода и богатым набором функций. Совокупность аппаратных и программных решений, а также возможность использования систем автоматизации и робототехники позволяют заявить, что КИМ Mitutoyo серии Crysta-Arex V отвечает всем требованиям, которые предъявляют концепции умного производства (IoT) и Индустрии 4.0.

Координатно-измерительная машина MiSTAR555

Координатно-измерительная машина с высокой степенью устойчивости к воздействию окружающей среды позволяет производить контроль на производстве за пределами измерительной лаборатории [2].

От +10 °С до +40 °С – широчайший диапазон температур, в котором гарантируется заявленная погрешность измерений от $E_{0, MPE} = 2,2+3L/1000$ мкм [3] (в зависимости от окружающих условий и используемого датчика) по сравнению с традиционными лабораторными координатно-измерительными машинами. Это достигается за счет специальной конструкции КИМ, а также отслеживания и компенсации температуры КИМ и измеряемой детали в режиме реального времени.

MiSTAR555 оснащена новейшей шкалой абсолютных значений, обладающей более чем в два раза лучшей защитой от загрязнений по сравнению с традиционными моделями (собственное исследование Mitutoyo), а также линейными направляющими на подвижных элементах. Обычные



Координатно-измерительная машина MiSTAR555

воздушные подшипники требуют чистоты окружающей среды и наличия сжатого воздуха для исключения «истирания» и «засорения». Благодаря линейным направляющим использование сжатого воздуха не требуется, а за счет повышения степени защиты от воздействия окружающей среды повышается надежность оборудования при эксплуатации в тяжелых промышленных условиях. Эта КИМ может обходиться без технического обслуживания в течение длительного времени, даже при использовании на производстве в условиях воздействия воздушно-масляного тумана.

Открытая с трех сторон консольная конструкция обеспечивает удобный доступ для установки и снятия деталей на измерительный стол, а также малую площадь, занимаемую машиной, при достаточно широком диапазоне измерений 570 (X) × 500 (Y) × 500 (Z) мм. Это может быть актуально для производственных помещений, где каждый участок пола должен отрабатывать свое назначение.

КИМ MiSTAR555 поставляется с программой быстрого запуска, обеспечивающей простое, интуитивно понятное управление и легкое выполнение программ измерения детали. Монитор с сенсорным экраном повы-

шает удобство и эффективность взаимодействия с программным обеспечением, позволяя любому пользователю легко выполнять ранее написанные программы измерений.

Благодаря постоянному сбору и накоплению информации о состоянии КИМ, например, счетчику касаний датчика или общей наработке машины, непрерывное производство становится достижимой целью. На основе полученных данных возможна организация превентивного обслуживания и прогнозирования срока службы отдельных компонентов машины в привязке к конкретным условиям и особенностям ее применения.

В дополнение к этому мониторинг и регистрация состояния работы прибора позволяют централизованно контролировать состояние работы координатно-измерительных машин, подключенных к сети. Это позволяет отслеживать эффективность использования измерительного оборудования и настроить его взаимодействие с внешними устройствами – конвейером или системой подачи деталей.

Видеоизмерительная машина MiSCAN APEX

Видеоизмерительная машина MiSCAN APEX представляет собой современную мультисенсорную машину для бесконтактных оптических измерений и контактных измерений сканирующим датчиком (MPP-NANO или SP25M) [4].

Для проведения бесконтактных измерений используется проверенная временем оптическая система видеомашин серии Quick Vision, обеспечивающая широкий диапазон оптических увеличений от 0,5X до 150X, а также гибкую систему подсветки с возможностью регулировки высоты кольцевой подсветки относительно детали. Мощ-



Видеоизмерительная машина MISCAN APEX



Универсальный твердомер HR-600



Портативные профилометры серии SurfTest SJ

ное программное обеспечение VISIONPAK-PRO позволит максимально эффективно и быстро измерить даже те края, которые обычно сложно распознать на других оптических системах. При этом погрешность оптических измерений начинается от $\pm(0,8+2L/1000)$ мкм вдоль осей X-Y и от $\pm(1,5+2L/1000)$ мкм вдоль оси Z. Высокая точность измерений вдоль оси Z обеспечивается использованием качественной оптики собственного производства, а сам процесс измерения реализован методом продольной фокусировки.

В последнее время стремительно растет потребность в технологии обработки миниатюрных деталей, в том числе для различных датчиков. Одновременно требуется проводить их высокоточные и производительные измерения. В ответ на запрос рынка компания Mitutoyo разработала и запатентовала сканирующий датчик MPP-NANO. Являясь самым компактным и точным в мире сканирующим датчиком, он позволяет проводить сканирование со скоростью до 1 мм/с, используя миниатюрные щупы диаметром от 0,125 мм до 0,5 мм. Это открывает возможности для измерения мелкокомодульных зубчатых колес, линз и оптических компонентов (измерительное усилие менее 1 мН), высокоточных механических деталей, формы глубоких микроотверстий

(соотношение длины щупа к диаметру 17:1 для щупа $\varnothing 0,5$ мм), а также проводить анализ контура миниатюрных деталей. Обеспечиваемая погрешность измерений составляет $\pm(1,9+4L/1000)$ мкм, а погрешность сканирования – 0,6 мкм. Контактные измерения управляются программным обеспечением MCOSMOS, что позволяет использовать все его доступные модули – от программирования по 3D-CAD-модели в модуле CAT1000S до анализа зубчатых колес в модуле GEARPAK.

Универсальный твердомер HR-600

Первый в линейке компании Mitutoyo универсальный твердомер с подвижным блоком нагружения. Данная конструкция позволяет проводить контроль твердости на габаритных и тяжелых деталях высотой до 250 мм, глубиной до 220 мм (от места контроля твердости) и массой до 100 кг, изготовленных не только из металлов, но также из пластмасс.

Все нагрузки создаются двигателем и усилия контролируются разработанным компанией Mitutoyo специальным датчиком. По умолчанию поддерживается широкая гамма из 7 шкал твердости:

- Роквелл ISO 6508–2.
- Супер-Роквелл ISO 6508–2.

- Бринелль ISO 6506–2.
- Твердость пластмасс. Метод Роквелла ISO 2039–2.
- Твердость пластмасс. Метод вдавливания шарика ISO 2039–1.
- Бринелль по глубине VDI/VDE2616–1.
- Виккерс по глубине VDI/VDE2616–1.

Большое разнообразие дополнительных креплений для деталей, столиков для продольного и поперечного перемещения, а также возможность применения обновленного программного обеспечения AVPAK позволяет построить полностью автоматизированную систему для контроля твердости деталей, в том числе под управлением внешних устройств – конвейера или системы подачи деталей.

Портативные профилометры серии SurfTest SJ

Модели портативных профилометров SurfTest SJ являются признанными лидерами среди аналогичных приборов с успешным опытом применения во многих отраслях промышленности на протяжении уже более 20 лет.

Исключительно удобные в использовании, компактные, с широким набором функций измерения шерохова-



Лазерный сканирующий микрометр
LSM-6902H

тости по всем известным международным стандартам теперь в новом стильном корпоративном дизайне.

Профилометры SurfTest SJ-210 и SJ-310 предназначены для работы в условиях цеха рядом с обрабатывающим станком. Для удобства эксплуатации эти модели оснащены датчиком, работающим на опорном принципе измерения шероховатости, который обеспечивает погрешность не более 5% от измеренной величины [5].

Профилометры SurfTest SJ-410 работают по принципу безопорного измерения шероховатости и способны оценивать криволинейные поверхности с возможностью компенсации формы этой поверхности, например, измерение шероховатости на радиусе. Погрешность данной модели не превышает 3% от измеренной величины [6].

К каждой модели профилометров опционально доступен широкий выбор аксессуаров, включая дополнительные щупы различной геометрии, оснастки для крепления как профилометров, так и измеряемых деталей, а также устройств для вывода данных.

Лазерный сканирующий микрометр LSM-6902H

Является высокоточной, бесконтактной измерительной системой, которая использует высокоскоростной сканирующий лазерный луч для измерения деталей. Она идеальна для измерения объектов, которые невозможно или затруднительно измерить традиционными способами. Подходит для

измерения диаметра тел вращения в процессе их производства в линии (кабели, трубки, оптоволокно), толщины бумаги или пленки и т.п.

Новая модель обладает улучшенной повторяемостью измерений на уровне $\pm 0,045$ мкм, а также новым корпоративным дизайном. Она обеспечивает сверхвысокую точность $\pm 0,5$ мкм на всем диапазоне измерений (от $\varnothing 0,1$ мм до $\varnothing 25$ мм) и $\pm (0,3+0,1\Delta D)$ мкм в узком диапазоне (при измерении относительным методом от эталона, где ΔD – разница в диаметре между эталонным и измеряемой деталью)

Специальный режим работы позволяет измерять не только непрозрачные объекты, но и диаметр таких прозрачных деталей, как стеклянные трубки и оптоволокно, или толщину и ширину пленки в процессе ее производства и т.п. Режим сканирования обеспечивает измерение биения и максимального/минимального значения и размаха среди измеренных во время сканирования значений.

Высотомер QM-Height

Несмотря на внешнюю простоту конструкции, высотомеры серии QM-Height позволяют измерять не только высоту, но также перепад высот (ступенчатые поверхности), ширину паза или выступа, внутренний/внешний диаметр, диаметр делительной окружности, а также позволяет сканировать поверхности свободной формы, определяя максимальное/минимальное значения и размах из всех измеренных во время сканирования высот. QM-Height также отображает разницу



Высотомер
QM-Height

Профильный проектор
PJ-Plus

между текущим и предыдущим измерениями [7].

Среди преимуществ данной модели можно также выделить:

- Лучший уровень точности в своем классе $\pm (2,4+2,1L/600)$ мкм.
- Встроенная воздушная подушка с помощью внутреннего компрессора позволяет плавно перемещать высотомер по поверхности поверочной плиты.
- Простая и удобная панель управления позволяет проводить большинство измерений одним нажатием клавиши.
- При установке системы беспроводной передачи данных измерений U-WAVE-T или драйвера USB-соединения на вашем ПК становятся доступными дополнительные функции, повышающие удобство работы, в том числе вывод данных измерений на ваш ПК.

Профильный проектор PJ-Plus

Конструкция профильных проекторов проста и практична, она редко претерпевает какие-либо изменения. Однако обновленная ли-

нейка проекторов PJ-Plus помимо нового корпоративного дизайна обладает рядом технических улучшений. Установка полностью светодиодной подсветки позволило повысить яркость изображения (особенно в отраженном свете), а также исключить изменение цветовой температуры свечения при повышении яркости, что являлось одним из недостатков галогенной подсветки. Кроме того, использовавшаяся ранее галогенная подсветка выделяла достаточно много тепла и требовала наличия охлаждающих вентиляторов. В новом исполнении достаточно пассивного охлаждения, а значит проектор полностью бесшумен при работе, что повышает удобство работы с ним. Оснащение проектора блоком обработки данных QM-Data 200 или компьютером с программным обеспечением M2 позволяет существенно расширить вычислительные функции проектора, например, быстрого измерения межцентрового расстояния. А датчик обнаружения края позволит измерять детали, просто переходя границу свет-тень, не требуя от оператора точного наведения перекрестий на край детали, что существенно повышает производительность и снижает утомляемость оператора.

Заключение

Помимо качественного оборудования и функционального программного обеспечения компания ООО «Митутойо РУС», дочерняя

компания Mitutoyo Corporation, предлагает профессиональный сервис и тренинг от высококвалифицированных инженеров. Выбирая Mitutoyo, вы приобретаете комплексное решение из первых рук: оборудование, сервис, тренинг, комплектующие, решение сложных и нетривиальных задач [8].

МИ

Список использованных источников

1. Ссылка на брошюру Crysta-Apex V. https://mitutoyo.ru/application/files/2716/1969/0555/PRRUS_1521_CRYSTA_Apex_V_WEB.PDF
2. Ссылка на брошюру MiSTAR. https://mitutoyo.ru/application/files/4716/1968/9098/PRRU1510-MiSTAR-5552_WEB.pdf
3. ISO 10360-2. <https://docs.cntd.ru/document/1200157929>
4. Ссылка на брошюру MiSCAN. https://mitutoyo.ru/application/files/8816/1968/9114/PRRUS_1497_-MiSCAN_Vision_System_WEB.pdf
5. Ссылка на брошюру SJ-210/310. https://mitutoyo.ru/application/files/3216/1970/9811/PRRU_1533_-SJ-210_310_SERIES_WEB.pdf
6. Ссылка на брошюру SJ-410. https://mitutoyo.ru/application/files/6616/1971/0017/PRRU_1534_-Surftest-SJ-410_WEB.pdf
7. Ссылка на брошюру QM-Height. https://mitutoyo.ru/application/files/3016/1971/0115/PRRU_1515_-QM-Height_WEB.pdf
8. Официальный сайт компании ООО «Митутойо РУС». <https://mitutoyo.ru/>

References

1. Brochure for Crysta-Apex V. Available at https://mitutoyo.ru/application/files/2716/1969/0555/PRRUS_1521_CRYSTA_Apex_V_WEB.PDF. (In Russian)

2. Brochure for MiSTAR. Available at https://mitutoyo.ru/application/files/4716/1968/9098/PRRU1510-MiSTAR-5552_WEB.pdf. (In Russian)
3. ISO 10360-2. Available at <https://docs.cntd.ru/document/1200157929>. (In Russian)
4. Brochure for MiSCAN. Available at https://mitutoyo.ru/application/files/8816/1968/9114/PRRUS_1497_-MiSCAN_Vision_System_WEB.pdf. (In Russian)
5. Brochure for SJ-210/310. Available at https://mitutoyo.ru/application/files/3216/1970/9811/PRRU_1533_-SJ-210_310_SERIES_WEB.pdf. (In Russian)
6. Brochure for SJ-410. Available at https://mitutoyo.ru/application/files/6616/1971/0017/PRRU_1534_-Surftest-SJ-410_WEB.pdf. (In Russian)
7. Brochure for QM-Height. Available at https://mitutoyo.ru/application/files/3016/1971/0115/PRRU_1515_-QM-Height_WEB.pdf. (In Russian)
8. Official website of Mitutoyo RUS LLC. Available at <https://mitutoyo.ru/>. (In Russian)

Abstract

Mitutoyo is one of the world's leading manufacturers of universal measuring instruments and high-precision measuring equipment. The company's representative offices operate in 31 countries, and the distribution network covers 80 countries. The extensive product line includes coordinate measuring and video measuring machines, form measuring instruments and optical systems, sensor systems and handheld measuring tools. Mitutoyo RUS LLC, as a subsidiary of Mitutoyo Corporation, provides supply, inventory maintenance, service and information and educational support to customers in the Russian Federation and the EAEU countries.



Александра Андреевна Красильникова
менеджер по формоизмерительному оборудованию ООО «Митутойо РУС», г. Москва



Игорь Владимирович Латонов
кандидат технических наук, менеджер по применению и продажам ООО «Митутойо РУС», г. Москва



Денис Рафаилович Хасанов
ведущий инженер по применению и продажам ООО «Митутойо РУС», г. Москва

Единицы измерений в трех видах формул: в физических, эмпирических и... псевдоэмпирических

В.Ф. Очков, К.А. Орлов

Появление компьютерных расчетных программ, работающих с физическими величинами, показало, что существуют формулы не только *физические* и *эмпирические*, но и... *псевдоэмпирические*. Описаны приемы работы с такими формулами на компьютере. Подчеркнута необходимость переработки научно-технических справочников, монографий и учебников, связанной со спецификой использования единиц измерения в компьютерных вычислениях.

Окончание.

Начало в № 1 2021

2. Эмпирические формулы

Самая простая эмпирическая формула, наверное, такая: рост в сантиметрах нормального взрослого человека равен его весу (массе) в килограммах плюс сто. Если это не так, то человек считается толстым или худым.

Авторы решили проверить правильность этой формулы на своих студентах.

Когда-то перед лекцией на тему «Регрессионный анализ» по курсу «Информационные технологии» первый автор статьи подбирал пример статистической выборки для такого анализа. Но когда он «взошел на кафедру» и взглянул на аудиторию, то понял, что эта выборка находится прямо перед его глазами. Была проведена анонимная переключка студентов: юноши писали и передавали лектору записку, где был указан их вес и рост. Эти данные были занесены в векторы с именами Вес и Рост с последующим регрессионным анализом (см. рис. 5 и 6). Два оператора

на рисунке 5 рассчитали методом наименьших квадратов коэффициенты a и b формулы прямой линии $\text{Рост} = a + b \cdot \text{Вес}$.

Кстати, функции `slope` и `intercept` присутствуют в электронных таблицах Excel, который часто используют для обработки массивов данных. В русской версии Excel эти функции называются ОТРЕЗОК и НАКЛОН. Но главное, что часто путает пользователей, это то, что аргументы этих функций переставлены местами по сравнению с Mathcad: ОТРЕЗОК (Рост; Вес) и НАКЛОН (Рост; Вес).

■ **Примечание.** В электронных таблицах Excel, конечно, никаких единиц измерения нет – это бухгалтерский, а не инженерный инструмент компьютерных расчетов.

На рисунке 6 можно видеть две линии тренда: пунктир – это предположение, что $\text{Рост} = \text{Вес} + 100$, а сплошная линия – это обработка данных методом наименьших квадратов (см. рис. 5).

На рисунке 7 показано, как нужно работать с эмпирическими формулами в среде Mathcad.

Чтобы не возникала ошибка (вторая строка на рис. 7), необходимо и достаточно переменные эмпирической формулы поделить на единицы измерения, прикрепленные к этим физическим величинам, а затем ответ умножить на единицу измерения, прикрепленную к физической величине ответа (третья строка на рис. 7).

На рисунке 6 одна из точек залита красным цветом. Этот студент ближе всего находится к линии тренда. Он стал победителем метрологического конкурса «Мистер Первый курс МЭИ». В связи с этим возникает интересное предложение по проведению различных конкурсов красоты. Сейчас в них почти нет метрологии, но недопустимо много субъективности, а значит обид, слез и даже судебных тяжб. В финалы таких конкурсов обычно попадают «красавицы–раскрасавицы», из которых довольно трудно выбрать самую оптимальную, пардон, самую красивую мисс или миссис. Так вот, можно у этих финалистов замерить вес и рост или другие параметры тела (пресловутые 90–60–90, например), провести через

Ключевые слова: физическая величина, единица измерения, физическая формула, эмпирическая формула, псевдоэмпирическая формула, Mathcad.

Keywords: physical quantity, unit of measurement, physical formula, empirical formula, pseudo-empirical formula, Mathcad.

точки линию тренда и выбрать победительницу так, как это показано кружочком на рис. 6. А нужное личико у победительницы несложно нарисовать косметикой.

С эмпирическими формулами часто поступают и так: устанавливают некую стандартную величину, на которую делят исходную. В нашем расчете со студентами можно их рост и вес поделить на средние арифметические значения этих величин и работать уже с относительными безразмерными величинами роста и веса. Так, например, в Википедии дается масса Луны не только в килограммах (см. рис. 1 в первой части статьи, опубликованной в журнале «Мир измерений» № 1 за 2021 г.), но и как отношение ее массы к массе Земли, о чем мы уже упоминали.

Безразмерные величины (числа, критерии) широко используются, например, в гидрогазодинамике и в тепломассообмене: число Рейнольдса, число Прандтля, число Нуссельта, число Пекле, число Маха и другие именные критерии. В этих научных дисциплинах «обезразмеривание» величин ведется не только и не столько для ухода от проблем с размерностями в эмпирических формулах, но, в первую очередь, для того, чтобы задействовать теорию подобия. Яркий пример из гидрогазодинамики – расчет гидравлического сопротивления в гладкой круглой трубе, где течение может быть ламинарным или турбулентным. Если число (критерий) Рейнольдса (произведение внутреннего диаметра трубы и скорости течения, деленное на кинематическую вязкость жидкости или газа) окажется меньше 2 300, то течение считается ламинарным, и коэффициент трения рассчитывается по простой безразмерной эмпирической формуле $64/Re$. Запомнить просто: на шахматной доске 64 кле-

$$a := \text{intercept}(\text{Вес}, \text{Рост}) = 147.62 \text{ cm}$$

$$b := \text{slope}(\text{Вес}, \text{Рост}) = 0.4309 \frac{\text{cm}}{\text{kg}}$$

Рис. 5 Нахождение значений коэффициентов а и b линейной зависимости веса человека и его роста

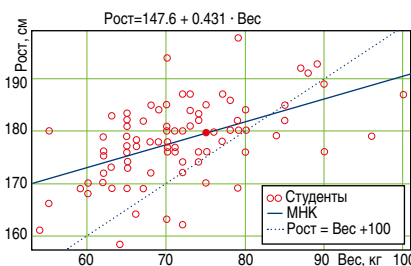


Рис. 6 Линии тренда: связь веса студента и его роста

Вес := 75 kg

$$\text{Рост} := 147.6 + 0.431 \cdot \text{Вес} = ?$$

$$\text{Рост} := \left(147.6 + 0.431 \cdot \frac{\text{Вес}}{\text{kg}} \right) \cdot \text{cm} = 179.9 \text{ cm}$$

Рис. 7 Пример работы с эмпирической формулой в среде Mathcad

точки! Если же число Рейнольдса окажется больше 2 300, то расчет ведется по другим, более сложным, но опять же безразмерным эмпирическим формулам.

Еще один способ ухода от размерных величин в эмпирических формулах – это переход от числовых к лингвистическим величинам, и работа с ними в рамках теории нечетких множеств. Если касаться нашей задачи о студентах, то их рост можно не измерять в сантиметрах, а оценивать так: низкий, ниже среднего, средний, выше среднего и высокий. Кстати, для таких оценок (для построения гистограмм, например) прекрасно подходит русский вершок: низкий рост – менее 2 аршинов и 6 вершков, рост ниже среднего – 7 вершков, средний

рост – 8 вершков, рост выше среднего – 9 вершков и, наконец, высокий рост – более 10 вершков [5–7].

В последнее время беспредельному господству эмпирических формул в гидрогазодинамике, в тепломассообмене, в теории сопротивления материалов положил конец метод конечных элементов (пardon за каламбур). Имея быстродействующие компьютеры, можно поток жидкости или газа разбить на очень мелкие элементы и работать не со сложными и непонятными эмпирическими формулами, а с простыми и понятными физическими формулами.

■ Промежуточный вывод

При работе с эмпирическими формулами в среде пакетов, поддерживающих системы единиц измерения, необходимо и достаточно единицы измерения ввести в формулу: исходные данные разделить на оговоренные единицы измерения, а ответ умножить на единицу измерения.

3. Псевдоэмпирические формулы

В расчетах встречаются формулы, которые по своей форме, по методу их использования в расчетах являются эмпирическими, а по своей сути – физическими.

Простейшая подобная формула, напрямую связанная с теплотехникой – со сферой деятельности авторов статьи, используется в решении такой задачи. Дан коэффициент полезного действия (КПД) электростанции η , необходимо рассчитать расход условного топлива b_{yt} в граммах на выработку одного киловатт-часа электроэнергии.

Во всех справочниках и учебниках для этого расчета дается формула $b_{yt} = 12\,300/\eta$ (или $123/\eta$) и сказано, что КПД (η) должен быть выражен в процентах (или в отно-

ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЙ В ТРЕХ ВИДАХ ФОРМУЛ: В ФИЗИЧЕСКИХ, ЭМПИРИЧЕСКИХ И... ПСЕВДОЭМПИРИЧЕСКИХ

сительных единицах), а значение $b_{\text{ут}}$ при этом будет выдано в граммах условного топлива на киловатт-час (кВт-ч). Пример: $12\,300/38 = 323.7$ или $123/0.38 = 323.7$ – тепловая электростанция с КПД в 38 процентов сжигает 323.7 граммов условного топлива на выработку 1 кВт-ч электроэнергии.

Если при описании формулы особо оговаривается, в каких единицах должны быть физические величины, то эта формула считается эмпирической – см. раздел 2. Это частично так и есть: многие ошибочно полагают, что формула для расчета $b_{\text{ут}}$ эмпирическая не только по форме, но и по сути: был произведен замер КПД и удельного расхода топлива на ряде тепловых электростанций с последующей статистической обработкой и вычислением коэффициента 123. Такая работа отображена на рисунках 5 и 6

Объект:

$кал := cal \quad z := gm \quad кг := kg$

$кДж := 1000 J \quad кВт-ч := kW \cdot hr$

КПД тепловой электростанции $\eta = 38\%$

Удельный расход условного топлива

$$b := \frac{123}{\eta} = 323.684 \quad (I)$$

$$b := \frac{123}{\eta} \cdot \frac{z}{кВт-ч} = 323.684 \frac{z}{кВт-ч} \quad (II)$$

$$Q_{\text{ум}} := 7000 \frac{кал}{z} = 29307.6 \frac{кДж}{кг} \quad (III)$$

$$b := \frac{1}{Q_{\text{ум}} \cdot \eta} = (8.979 \cdot 10^{-6}) \frac{с^2}{m^2} \quad (IV)$$

$$b := \frac{1}{Q_{\text{ум}} \cdot \eta} = 323.25 \frac{z}{кВт-ч} \quad (V)$$

Переводной коэффициент

$$\frac{1}{Q_{\text{ум}}} = 122.835 \frac{z}{кВт-ч} \quad (VI)$$

Рис. 8
Расчет удельного расхода условного топлива

Валера Сидор, решил 10 лет назад

Как перейти от молярности к молярности?

Лучший ответ

Osselle, 10 лет назад

Формула пересчета:
 $C = 1000 \cdot \rho \cdot m / (m \cdot M + 1000)$,
 где C - молярность (число молей растворенного вещества в литре раствора) л - 1000 мл;
 m - молярность число молей растворенного вещества на 1000 г растворителя);
 ρ - плотность раствора, г/мл;
 M - молярная масса растворенного вещества, г/моль.

Рис. 9
Поиск формулы в интернете

в отношении веса и роста человека. Но это, конечно, не так!

Из рисунка 8 можно понять, что это формула («раз-два-три, деленное на КПД») никакая не эмпирическая, а чисто физическая. Просто нужно вспомнить, чему равна теплота сгорания условного топлива (7000 ккал/кг или кал/г), и вернуть эту теплотехническую константу в формулу КПД электростанции.

Дело в том, что когда-то давно, когда не было не только математических пакетов с единицами измерения, но даже простейших калькуляторов, кто-то перевел калории в джоули, часы в секунды и получил итоговый переводной коэффициент 122.835032551284, который округлили до 123 (см. п. VI на рис. 8). Это было сделано для удобства и простоты ручных расчетов. Но теперь, когда мы переходим на современные программные средства, эта услуга оказалась медвежьей. Пользователь Mathcad вводит в расчет рекомендованную справочниками и учебниками формулу и получает... безразмерный ответ (см. п. I на рис. 9). Приходится поступать с этой формулой как с эмпирической – вписывать в нее нужные единицы измерения (см. п. II).

Но лучше будет восстановить «физику» в этой формуле (п.п. IV и V), вспомнив об условном топливе (п. III). Пакет Mathcad по его обыкновению предельно упростит единицу измерения (п. IV), которую придется восстановить вручную (п. V на рис. 8).

И таких «медвежьих следов» в справочниках, монографиях и учебниках огромное количество. Пример на рисунке 8 простейший и в плане формы, и в плане понимания его сути. А вот более сложный и более коварный пример.

Необходимо рассчитать *молярность* водного раствора вещества по его *молярности*. Молярность – это отношение количества растворенного вещества к *объему раствора*, а молярность – к *массе растворителя*. Химик тут же переиначит эти определения на свой метрологический лад: молярность – это отношение числа молей растворенного вещества к объему раствора, выраженного в литрах, вернее в дециметрах кубических; молярность же – это отношение числа молей растворенного вещества к массе растворителя, выраженного в килограммах (1000 г). Молярность удобна в процессе дози-

$$\text{Молярность } C := \frac{1000 \frac{\rho}{\text{mL}} \cdot \frac{m}{\text{kg}}}{\frac{m}{\text{mol}} \cdot \frac{M}{\text{mol}} + 1000} \cdot \frac{\text{mol}}{\text{L}} = 2.013 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

Рис. 11
Работа с физической формулой как эмпирической

$$C \cdot V = m \cdot (V \cdot \rho - C \cdot V \cdot M) \xrightarrow{\text{solve, C}} \frac{\rho \cdot m}{M \cdot m + 1}$$

Рис. 12
Вывод формулы через символическое решение уравнения

$$\text{Молярность } C := \frac{\rho \cdot m}{m \cdot M + 1} = 2.013 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

Рис. 13
Работа с физической формулой

ровки растворов с использованием мерных ёмкостей, но, в отличие от моляльности, молярность меняется при изменении температуры. Это является следствием того, что плотность растворов зависит от температуры.

Человек, решающий эту задачу на компьютере, соединенном с интернетом, не полезет в бумажные справочники за нужной формулой пересчета, а сделает соответствующий запрос в интернете и мгновенно получит, например, ответ, показанный на рисунке 9.

Если ответ, показанный на рисунке 9, один к одному перенести в среду Mathcad (рис. 10), то этот пакет выдаст не просто ошибку, а очень коварную ошибку: в ответе, во-первых, будут правильные единицы измерения, а, во-вторых, само численное значение ответа будет выглядеть вполне правдоподобно.

Чтобы получить в расчете правильный ответ, нужно вспомнить,

Плотность раствора	$\rho := 1.123 \frac{\text{gm}}{\text{mL}}$
Молярность	$m := 2 \frac{\text{mol}}{\text{kg}}$
Молярная масса растворенного вещества	$M := 58 \frac{\text{gm}}{\text{mol}}$
Молярность	$C := \frac{1000 \rho \cdot m}{m \cdot M + 1000} = 2.246 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$

Рис. 10
Пример ошибочного расчета по формуле

что если в формуле упоминаются конкретные единицы измерения, то с ней нужно работать как с эмпирической формулой, о которых мы писали раньше (см. раздел 2). Ответ получился иным – правильным: не 2.246, а 2.013 моль на литр (см. рис. 11)!

Но еще лучше не лезть в интернет, который многие называют всемирной помойкой, а вспомнить определение молярности и моляльности без упоминания конкретных единиц измерения, составить и символично решить уравнение, показанное на рисунке 12. Левая часть уравнения – это количество растворенного вещества, выраженное через молярность C , а правая – через моляльность. Масса растворителя – это масса раствора (произведение молярности C на объем раствора V) за вычетом массы растворенного вещества.

После таких преобразований в формуле исчезнут тысячи (тысячи грамм в килограмме, тысячи миллилитров в литре), и формула станет вполне простой и физической – см. рис. 13.

Вывод

Современные справочники должны иметь некоторые формулы в двух видах: для ручных расчетов и для расчетов на компьютерах. Это касается так называемых псевдоэмпирических формул.

МИ

Список использованных источников

1. Чертов А.Г. Единицы физических величин. – М.: «Высшая школа», 1977. – 287 с.
2. Очков В.Ф. Физические и экономические величины в Mathcad и Maple (Серия «Диалог с компьютером»). – М.: Финансы и статистика, 2002.
3. Очков В.Ф., Богомолова Е.П., Иванов Д.А., Писачич К. Движения планет: расчет и визуализация в среде Mathcad, или Часы Кеплера // Cloud of Science. – 2015. – № 2. – Т. 2. – С. 177–215. (<http://twt.mpei.ac.ru/ochkov/Planets.pdf>)
4. Очков В.Ф., Богомолова Е.П. Это страшное слово дифуры... // Информатика в школе. – 2015. – № 1. – С. 55–58. (<http://twt.mpei.ac.ru/ochkov/ODE.pdf>)
5. Очков В.Ф., Богомолова Е.П. Интерполяция, экстраполяция, аппроксимация, или Ложь, наглая ложь и статистика // Cloud of Science. – 2015. – № 1. – Т. 2. – С. 61–88. (http://twt.mpei.ac.ru/ochkov/CoS_2_1.pdf)
6. Очков В.Ф., Богомолова Е.П., Иванов Д.А. Физико-математические этюды с Mathcad и Интернет. – СПб: Издательство «Лань», 2018.
7. Valery Ochkov. 2nd Problems for STEM Education. – Chapman and Hall/CRC, 2020. – 374 p.

References

1. Chertov A.G. *Edinitsy fizicheskikh velichin* [Units of Physical Quantities]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 1977. 287 p. (In Russian)
2. Ochkov V.F. *Fizicheskie i ekonomicheskie velichiny v Mathcad i Maple* [Physical and Economic Quantities in Mathcad and Maple]. Series: Dialogue with a Computer. Moscow, Finansy i statistika, 2002. (In Russian)
3. Ochkov V.F., Bogomolova E.P., Ivanov D.A., Pisachich K. Planetary motions: calculation and visualization in Mathcad or Kepler's clock. *Cloud of Science*, 2015, vol.

ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЙ В ТРЕХ ВИДАХ ФОРМУЛ: В ФИЗИЧЕСКИХ, ЭМПИРИЧЕСКИХ И... ПСЕВДОЭМПИРИЧЕСКИХ

- 2, no 2, pp. 177–215. Available at: <http://twi.mpei.ac.ru/ochkov/Planets.pdf>. (In Russian)
- Ochkov V.F., Bogomolova E.P. These terrible words – differential equations... *Informatika v shkole [Informatics at School]*, 2015, no 1, pp. 55–58. Available at: <http://twi.mpei.ac.ru/ochkov/ODE.pdf>. (In Russian)
 - Ochkov V.F., Bogomolova E.P. Interpolation, Extrapolation, Approximation, or Lies, Damned Lies, and Statistics. *Cloud of Science*, 2015, no 1, vol. 2, pp. 61–88. Available at: http://twi.mpei.ac.ru/ochkov/CoS_2_1.pdf. (In Russian)
 - Ochkov V.F., Bogomolova E.P., Ivanov D.A. Fiziko-matematicheskie etyudy s Mathcad i Internet [*Physics and Mathematics Studies with Mathcad and the Internet*]. St. Petersburg, Lan Publ., 2018. (In Russian)
 - Ochkov V. 2³ Problems for STEM Education. Chapman and Hall/CRC Press, 2020. 374 p.



**Валерий
Федорович
Очков**

доктор технических наук, профессор НИУ «МЭИ», г. Москва



**Константин
Александрович
Орлов**

кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Теоретические основы теплотехники» НИУ «МЭИ», г. Москва

Abstract

The emergence of computer computational programs working with physical quantities has shown that there are not only physical and empirical formulas but also... pseudo-empirical ones. The article describes techniques for working with such formulas on a computer. The need to revise scientific and technical reference books, monographs and textbooks related to the specific use of units of measurement in computer calculations is emphasized.

ЛУЧШИЕ КНИГИ ПО КАЧЕСТВУ

Дзедик В.А., Езрахович А.Я., Латышев М.С., Сутягин М.В.

Применение и аудит системы менеджмента качества в соответствии с требованиями ISO 9001:2015 и СТО Газпром 9001:2018

2500 р.

М.: Газпром корпоративный институт, 2018

В книге:

- основные этапы процесса формирования требований международных, национальных и корпоративных стандартов, их содержание и особенности применения при поддержании и улучшении систем менеджмента качества;
- освещение требований международного стандарта ISO 9001:2015 (процессный подход, мышление, основанное на рисках, лидерство руководства, операционная деятельность, средства обеспечения, оценка функционирования, улучшения);
- требования СТО Газпром 9001:2018, в том числе предъявляемые к подрядчикам и поставщикам;
- краткое руководство по менеджменту рисков.

Заказать книгу можно

по e-mail: podpiska@mirq.ru

или по тел.: (495) 771 6652 (доб. 142, 143).

Другие книги представлены на сайте

www.ria-stk.ru



Analitika Expo 2021: В центре внимания – медицина

В.И. Матвеев

19-я Международная выставка лабораторного оборудования и химических реактивов прошла в Москве в МВЦ «Крокус Экспо» 13–16 апреля 2021 года. «Аналитика Экспо» – выставка лабораторного оборудования, химических реактивов, лабораторной мебели, оборудования для исследования наноматериалов и наноструктур, приборов и систем для нанотехнологии, а также оборудования для биотехнологий и контрольно-измерительного оборудования. Это главное событие в области аналитической химии в России и странах СНГ. Выставка является центральной бизнес-площадкой, объединяющей поставщиков аналитического оборудования и специалистов различных научных и производственных лабораторий.

Деловая программа

С приветственным словом на открытии мероприятий выступила **Марина Челак**, директор выставки «Аналитика Экспо». Она пожелала всем участникам и гостям выставки плодотворной работы на форуме, а также анонсировала экскурсию по выставке.

Всего за четыре дня работы посетители смогли ознакомиться с оборудованием и материалами от 105 производителей и поставщиков из 9 стран мира, в том числе Беларуси, Украины, Германии, Индии, Италии, Китая, Польши, России, США. В выставке приняли участие такие известные бренды, как Shimadzu, Bruker, Merck, Mettler Toledo, Netzsch, Bicasa, Catrosa, Analytik Jena, Beckman Coulter, Chimmed, Chromatec, Chromos, Ecroskhim, Roshimreaktiv, Petrotech, Sheltec, Miele, Millab, Melytec и другие.

В числе научно-деловых мероприятий выставки – семинары, форумы, конференции, награждения победителей различных конкурсов, прошедшие на двух открытых пло-



щадках. Впервые проведён Лабораторный инвестиционный форум, на котором речь шла о полезных инвестициях в строительство лабораторий, эффективном обустройстве рабочего пространства и новых условиях обеспечения безопасности сотрудников в эпоху COVID-19. Мероприятие провел **Константин Абузяров** – руководитель компании Koettermann Rus, генерального партнера форума. Среди выступающих – иностранные спикеры, которые поделились опытом строитель-

ства безопасных научных зданий и лабораторных комплексов: **Джанкарло де Маттеас** (Labozeta, Италия) и **Хансьюрг Льюди** (H. LÜDI + CO. AG, Швейцария), а также сотрудники R&D лаборатории СИБУР ПолиЛАб **Динара Габдулина** и **Рустам Салахов**, представившие примеры реализации эффективного рабочего пространства. Впервые на площадке выставки был реализован проект SmartLab (генеральный партнер – компания Bicasa) – это составная площадка,

Ключевые слова: «Аналитика Экспо 2021», лабораторный форум, наноиндустрия, ОРДС, современные приборы.
Keywords: Analitika Expo 2021, laboratory forum, nanoindustry, acute respiratory distress syndrome, modern devices.

которая сочетает в себе шоурум лабораторной мебели, а также пространства для лекций и нетворкинга. Каждый из дней деловых мероприятий площадки был посвящен определенным тематикам: фарма, пищевая аналитика, лабораторный дизайн, университеты и технопарки, биомолекулярная аналитика. В четвертый, последний, день выставки состоялся день студенческого коворкинга, в рамках которого компании-участники представили студентам и молодым специалистам актуальные вакансии.

Состоялся Форум «Служба качества» совместно с ГК «Виалек». В центре внимания: подготовка материалов регистрационного досье на лекарственные средства, а также новые тенденции в обеспечении качества аналитических испытаний. Мероприятие традиционно модерерирует президент ГК «Виалек» **Александр Александров**.

Спикеры компаний SUN Pharma, ФармФирма «Сотекс», НТФФ «Полисан», а также НИТУ «МИСиС» и Томского государственного университета рассказали о статьях Фармакопеи Евразийского экономического союза, ошибках при составлении нормативного документа по качеству (1.5.7 ОТД), управлении рисками при разработке аналитических методик.

Совместно с ААЦ «Аналитика» прошёл семинар на тему о внедрении политики ПЛАС по прослеживаемости результатов измерений, к которому был проявлен огромный интерес со стороны посетителей выставки. Мероприятие открыл исполнительный директор Ассоциации **Иван Болдырев**. Спикеры Ассоциации проанализировали следующие документы: Международный метрологический словарь VIM3 (ISO Guide 99), ISO/IEC17000:2020,

Марина Челак,
директор выставки «Аналитика Экспо»

В 2021 году «Аналитика Экспо» в очередной раз доказала свой статус самой востребованной выставки среди профессионалов лабораторной индустрии. Несмотря на то, что из-за перенесенных сроков между выставками прошло всего полгода, нам удалось собрать содержательную экспозицию по всем тематическим разделам. Большое количество эксклюзивных стендов участников и новый формат площадок для проведения деловых мероприятий привнесли еще больше праздничной атмосферы. Все четыре дня на площадке велись живые переговоры с демонстрацией новинок оборудования и подписанием контрактов, в конференц-залах активно обсуждались актуальные вопросы, необходимые специалистам индустрии для повышения своей профессиональной квалификации. Участники выставки отметили возросший уровень состава посетителей, а статистика – и повышенный интерес с их стороны: уникальных посетителей выставки в 2021 году на 12% больше, чем в прошлом. Высокое качество организации и успех «Аналитики Экспо 2021» поспособствовали наполнению экспозиции выставки на следующий год. Большинство участников этого года уже перебронировали свои места на 2022 год. Мы очень довольны нашими результатами и уже с новыми силами готовим «Аналитику Экспо 2022», которая состоится с 19 по 22 апреля в Крокус Экспо.

ISO 17034:2016, ISO Guide 35:2017, а также ответили на вопросы слушателей.

На семинаре «Аналитические методы подтверждения эффективности и безопасности фармацевтических препаратов» (модератор **Григорий Голубицкий**, д.х.н., ведущий специалист по разработке методик анализа и стандартизации ООО «Промомед») спикеры из МГУ им. М.В. Ломоносова, Центра фармацевтической аналитики, компании «Промомед» затронули следующие темы: особенности методик определения примесей в фармацевтических субстанциях и в лекарственных препаратах, ВЭЖХ–МС – особенности разработки и валидации биоаналитических методик, тест сравнительной кинетики растворения в разработке и регистрации лекарственных средств (современный взгляд, новые подходы к контролю содержания действующего вещества и к обнаружению состава низкомолекулярных органических примесей и продуктов разложения фармпрепаратов).

Экспозиция выставки

На выставке в разделе «Контрольно-измерительное оборудование» были представлены: анализаторы размера частиц, спектрометры, плотнометры, текстурные анализаторы, рН-метры, оксиметры, ионометры, приборы для экспресс-анализа, неразрушающего контроля и многое другое.

Развитие пневмонии при COVID-19, т.е. воспаление легких, может привести к состоянию под названием «острый респираторный дистресс-синдром» (ОРДС). ОРДС – крайне тяжелое проявление дыхательной недостаточности, сопровождающееся развитием отека легких, нарушений внешнего дыхания и гипоксии.

Легочные поверхностно-активные вещества (ПАВ) покрывают альвеолы легких и выполняют жизненно важную функцию, облегчая процесс дыхания. Поэтому при разработке вакцин против COVID-19, а также при исследовании легочного сурфактанта необходимо пони-

мать реальное поведение исследуемого ПАВ при разных давлениях, а это значит, необходимы измерения при почти нулевом поверхностном давлении. Компания «Миллаб» в сотрудничестве с компанией Biolin Scientific представила оборудование для исследований в области контроля поверхностного натяжения в пределах 5 мН/м.

Рядом компаний («Экрос», Bruker, «Мелитэк», Intertech Corp.) было широко представлено аналитическое оборудование для элементного анализа продукции во всех сферах деятельности: группа спектрометров, основанных на различных физических принципах, в том числе рамановском рассеянии (иначе – комбинационном рассеянии света). Рамановская спектроскопия отображает вибрации молекул, поэтому любые химические или физические изменения, влияющие на молекулярные колебания, изменяют спектр комбинационного рассеяния. Так, портативный рамановский анализатор входного сырья BRAVO представила на выставке компания Bruker.

Многочисленные варианты других типов спектрометров были представлены на стендах компаний



«Мелитэк» и Intertech Corp. Это рентгенофлуоресцентные спектрометры, масс-спектрометры с индуктивно связанной плазмой, атомно-абсорбционные спектрометры и другие, предназначенные для решения конкретных специфических задач по элементному анализу. Характерным устройством является SciAps – портативный анализатор металлов и сплавов.

Основой экономик многих стран является нефть и её производные (моторное и реактивное топливо, смазочные и гидравлические масла, топочный мазут, а также другие дистиллятные нефтепродукты в соответствии с международными стандартами). Качество продукции оценивается совокупностью составляющих,

в том числе серы, присутствие которой варьируется от 0.0005% до 5%. Для оценки качества разработаны приборы, например, энергодисперсионный анализатор серы ЭКРОС-7700 (компания «Экрос»), позволяющий производить экспресс-контроль с определением массовой доли серы и тем самым конечной цены продукции.

Специалисты ООО «Диаэм» продемонстрировали миниатюрный ДНК-амплификатор для оперативного проведения полимеразной цепной реакции (ПЦР) – ключевого метода современной молекулярной генетики и микробиологических исследований.

Значительное внимание было уделено измерениям параметров частиц, их распределения, формы, размеров в диапазоне от 1 нм до 34 мкм. Компанией Sympatec были представлены современные приборы данного назначения на основе методов лазерной дифракции и затухания ультразвуковых волн. Анализ изображений позволяет определять все необходимые параметры частиц при лабораторных исследованиях и в производственных процессах, например, при изготовлении металлических порошков, гипса, химических веществ и т.п. Одним из оригинальных приборов данного направления является NANOPHOX, предназначенный для анализа параметров наночастиц в уникальном диапазоне концентраций.

Анджей Межва,

ведущий маркетинг ViBRA RUS

Компания «Вибра Рус» участвует в международной выставке «Аналитика Экспо» уже на протяжении 16 лет. Для нас это стало доброй традицией.

Мы являемся официальными представителями на территории РФ японских брендов ViBRA и Yamato – производителей высокоточных весов и лабораторного оборудования. Для нас «Аналитика Экспо» – это самое важное отраслевое событие в году. На выставке собираются ключевые игроки рынка, а большинство посетителей представляют нашу целевую аудиторию.

Несмотря на все сложности минувшего года, выставка прошла отлично и привлекла множество заинтересованных посетителей. Мы представили нашу продукцию и новинки на стенде, наглядно продемонстрировали посетителям преимущества нашего оборудования, провели плодотворные переговоры и собрали множество ценных контактов.

От лица всей команды «Вибра Рус» я хочу поблагодарить Huve Group за прекрасную организацию и проведение выставки. Мы уже забронировали стенд на следующий год и ждем очередного успешного и плодотворного мероприятия.

Оптические методы и визуальный контроль по-прежнему остаются предпочтительными в аналитических исследованиях. На стенде ООО «Викомп» (от Sightline, Канада) можно было ознакомиться с полноцветными 3D-визуальными системами контроля качества продукции и автоматизации их производства. Осуществляется, например, инспекция формы, размера и цвета хлебобулочных изделий, мяса, птицы, сыра, яиц, фруктов, овощей и кормов для домашних животных. В результате – увеличение производительности, улучшение качества продукции и сокращение расходов. Также следует отметить промышленный ИК-анализатор MCT460 (от Process Sensors, США) для непрерывного измерения влажности сыпучих материалов в любых производственных процессах в диапазоне 0.1–95% с точностью +/- 0.1%.

Оптическая микроскопия нашла широкое применение в аналитике и материаловедении. С современными микроскопами, цифровыми камерами, системами анализа изображений в большом ассортименте (от Olympus, Япония) можно было ознакомиться на стенде «Мелитэк». Здесь же были представлены многочисленные методики практического применения оптических приборов с использованием современного программного обеспечения.

С микро- и нанотехнологиями (микроэлектроника и наноиндустрия) можно было ознакомиться на стенде «Минатех». Здесь было представлено аналитическое оборудование из Германии, США, Испании, Кореи на основе спектроскопических эллипсометров, лазерных рефлектометров и оптических бесконтактных 3D-профилометров.

Мировой спрос на точные и автоматизированные системы неразру-



Александр Афанасьев,
начальник приборного производства АО «ЛОИП»

Наша компания – один из крупнейших производителей лабораторного оборудования и лабораторной мебели. Это оборудование, которое позволяет оценивать качество нефти и нефтепродуктов. Собственное производство лабораторной мебели, общелабораторного оборудования, специализированных приборов для анализа нефтепродуктов позволило нам стать лидером среди российских производителей лабораторной продукции.

Мы стараемся главным образом следовать по пути автоматизации процессов, искоренять ручной труд при работе лабораторного оборудования и создавать условия, при которых в большей степени требуются интеллектуальные ресурсы. Мы многолетние участники выставки «Аналитика Экспо» и рассматриваем эту площадку, прежде всего, для общения со своими постоянными заказчиками, дилерами, а также как площадку для знакомства с новейшими совместными разработками с нашим немецким партнером – компанией IKA WERKE. Это калориметры, лабораторные реакторы, магнитные мешалки, шейкеры, диспергаторы, вискозиметры и другое общелабораторное оборудование.



шающего контроля и анализа внутренней структуры продукции непрерывно возрастает. Компания «Мелитэк» (от North Star Imaging, США) демонстрировала целую линейку современных систем цифровой радиологии, компьютерной томографии и контрольного сканирования. Среди них радиографы и томографы для небольших деталей размером до 12 см и устройства для диагностики габаритных объектов вплоть до размеров в 1.5 м. Данные устройства нашли широкое применение в авиации, литейном производстве, автомобилестроении, электронике, медицине, военной индустрии, в аддитивных технологиях и т.п. Во всех цифровых радиографах используются цифровые рентгеновские детекторы вместо плёнки, с размерами матриц от 20x25 см до 40x40 см. Микрофокусный рентгеновский источник имеет фокальное пятно порядка 5 мкм. Программное обеспечение устройств позволяет получать не только двухмерное изображение участка объекта, но и полноценное 3D-изображение в любом сечении. Компания «Мелитэк» оказывает полноценную метрологическую

поддержку при эксплуатации приобретенных устройств.

Диэлектрический анализ (ДЭА) является обязательным при изучении процессов полимеризации терморезактивных полимеров, затвердевания конструкций из композитных материалов, применении клеев и красок. ДЭА проводится в соответствии со стандартами ASTM E2038 или E2039. Анализатор компании NETZCH – DEA 288 Epsilon – является многофункциональной конструкцией, включающей печь и лабораторный пресс, позволяющие производить испытания в самых разнообразных условиях. Работая на анализаторе, можно задавать следующие условия: температуру (нагрев или охлаждение), влажность и УФ-излучение. Переменные ДЭА: ионная вязкость, ионная проводимость, коэффициент потерь, диэлектрическая проницаемость. Основным преимуществом анализатора DEA Epsilon является возможность использовать образец той же массы и геометрии, что используется в реальном процессе.

Любые испытания продукции заканчиваются климатическими испытаниями и анализом специальных

видов воздействий. Компания «Миллаб» представила на выставке широкий спектр подобного оборудования собственного производства и ряда ведущих стран (Великобритания, Германия и Япония). Среди них камеры «тепло–холод–влага», камеры для испытаний на воздействие света, для коррозионных испытаний, камеры соляного тумана, камеры роста (в растениеводстве), камеры озонного старения и камеры для специфических видов воздействий.

Аналитические измерения и исследования традиционно начинаются с пробоподготовки соответствующих образцов материалов. Компания «Химмед» ознакомила посетителей с большим многообразием подобной продукции, обеспечивающей требования к образцам и условиям испытаний.

Трудно перечислить весь спектр оборудования, но хотя бы следует назвать наиболее характерные примеры: лабораторные столы, шкафы, мебель, посуда, весы, дозаторы, нагреватели, морозилки, системы очистки воды, испарители, мешалки, центрифуги и многое другое. Среди систем пробоподготовки следует отметить микроволновую систему МС-10 (компания ООО «ХимЛаб») для обес-

печения качественной и воспроизводимой подготовки образцов и вибротехники компании «Вибротехник» для ускоренного и качественного перемешивания кормов в сельскохозяйственном производстве.

Заключение

Выставка и деловые мероприятия возобновили свою активность в столь важном для всех направлений повышения качества выпускаемой продукции. Российские компании представили на выставке современные средства аналитического и измерительного контроля на этапах пробоподготовки образцов, в процессе изготовления и производства продукции во всех отраслях промышленности.

Получили серьезное развитие порошковые технологии в производстве металлопродукции, композитных материалов, материаловедении и сельском хозяйстве. На выставке были широко представлены современные средства измерений на всех этапах производственного контроля. Применены все физические методы анализа, включая нанотехнологии.

Серьезное внимание уделено достижениям в биотехнологиях и ме-

дицине. Аналитические методы обладают существенным преимуществом в исследованиях данного направления.

Выставка и деловая программа показали существенный прогресс в методологии и результатах аналитического приборостроения российских и зарубежных компаний.

МИ



Владимир Иванович Матвеев

кандидат технических наук, заведующий сектором ЗАО «НИИ Интроскопии МНПО «Спектр», г. Москва

Abstract

The 19th International Exhibition of Laboratory Equipment and Chemical Reagents Analytika Expo was held in Moscow at Crocus Expo. It is the exhibition of laboratory equipment, chemical reagents, laboratory furniture, equipment for the study of nanomaterials and nanostructures, devices and systems for nanotechnology, equipment for biotechnology, control and measuring equipment.



ВАЖНАЯ ИНФОРМАЦИЯ ПО СКИДКАМ

Скидки предоставляются нашим подписчикам, оформляющим прямую подписку на издания, а также подписчикам, документально подтвердившим оформление подписки через подписные агентства:

- на 2 издания действует скидка 5%
- на 3 издания и более — 10%
- если вы являетесь нашим подписчиком в течение трех лет подряд или более — 15%

Подписчикам государственных образовательных учреждений высшего и среднего профессионального образования мы предоставляем скидку 15%. Обращаем внимание на то, что скидки не суммируются.

ВНИМАНИЕ! В редакции имеется архив журналов за 2004–2020 гг.



► Статья по-прежнему актуальна

В 2010 году мы с Гарри Гайковичем Азгальдовым (2.12.1931–23.01.2018), основателем научной дисциплины «квалиметрия», опубликовали в журнале «Мир измерений» № 1 статью «Метрология и квалиметрия: вопросы идентификации» как ответ на дискуссию метрологов и квалиметрологов по вопросам сходства и различия между этими двумя дисциплинами.

Мы достаточно подробно ответили на все важные вопросы.

Прошло 10 лет, а статья по-прежнему актуальна, так как и дискуссии продолжают, и проблематика количественного измерения качества в мире расширяется, о чем свидетельствует, например, отчет RAND Corporation, американского стратегического исследовательского центра, где работают более 30 нобелев-

ских лауреатов и в котором впервые за последние 50 лет приведены ссылки на работы по квалиметрии сотрудников Центрального экономико-математического института (ЦЭМИ) РАН и экспертов Школы оценщиков интеллектуальной собственности (Russian Assessments and Applications of the Correlation of Forces and Means) – https://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/research_reports/RR4200/RR4235/RAND_RR4235.pdf

В этом году будет отмечаться юбилейная дата – 90 лет со дня рождения Г.Г. Азгальдова. На конец года планируется конференция, посвященная памяти замечательного советско-российского ученого и вопросам науки, основоположником которой он является. Информационным партнером конфе-

ренции выступает журнал «Мир измерений». Приглашаем к участию всех желающих.



А.В. Костин

кандидат экономических наук, судебный эксперт, ведущий научный сотрудник ЦЭМИ РАН, основатель

Онлайн-школы оценщиков интеллектуальной собственности, член Научно-консультативного совета при Суде по интеллектуальным правам, член экспертного совета при Комитете по управлению нематериальными активами Государственной корпорации «Ростех», г. Москва

► Окончательная точка в дискуссии еще не поставлена...

С интересом прочитал дискуссионную статью по идентификации двух научных направлений – метрологии и квалиметрии, опубликованную в «Мире измерений» в 2010 году, и считаю, что, несмотря на более чем десятилетний период, окончательная точка в приведенной дискуссии еще не поставлена. Мы, кстати, авторским коллективом Технологического университета также обратились к этой теме в № 2 «Мира измерений» за 2017 год.

Согласен с выводом, сделанным авторами, но одновременно хочу предложить еще один аргумент в его пользу и рассмотреть сравнение задач, которые должны решаться при использовании каждого из рассматриваемых направлений и методов.

Если задачей метрологии является измерение доступными к настоящему времени объективными методами с заданной точностью одиночных параметров объекта, то задачей квалиме-

трии является оценка всей совокупности свойств объекта с помощью обобщенных показателей качества. При этом такая оценка не может быть проведена без использования эталона, что является одним из существенных отличий квалиметрии от метрологии. Решение этой задачи потребует разработки специфических методов по выбору эталона, ранжированию каждого из свойств объекта, по разработке и выбору метода ранжирования, использованию в преобладающем большинстве экспертных оценок, разработке или использованию имеющихся методик формирования экспертной группы, определению степени расхождения оценок. Такие оценки не могут быть однозначно точными (используется коэффициент конкордации, отражающий их степень субъективизма), что отличает их от объективных измерительных оценок, полученных методами метрологии.

В то же время для проведения оценок путем сравнения совокупности параметров объекта с эталоном необходимо методами метрологии определить с возможно большей точностью значения одиночных параметров, формирующих качество рассматриваемого объекта и эталона. Это позволяет сделать вывод о том, что квалиметрия и метрология, не являясь частями друг друга, позволяют совместно решить задачу оценки качества сложных объектов.



М.Д. Озерский

доктор технических наук, почетный профессор кафедры управления качеством Московского областного государственного

технологического университета, г. Королев, Московская обл.

Метрология и квалиметрия: вопросы идентификации

Г.Г. Азгальдов,

доктор экономических наук, академик РАН,
Центральный экономико-математический институт РАН, г. Москва

А.В. Костин,

кандидат экономических наук,
Российский государственный институт интеллектуальной
собственности, г. Москва



Вопросы сходства и различий метрологии и квалиметрии являются предметом теоретических дискуссий уже более сорока лет, с тех пор, когда в научный оборот вошли понятие и термин «квалиметрия»*.

Вообще говоря, множество возможных ответов на эти вопросы может быть сведено к следующим пяти взаимоисключающим высказываниям:

- а) метрология является частью квалиметрии;
- б) квалиметрия является частью метрологии;
- в) понятия «квалиметрия» и «метрология» – синонимы;
- г) квалиметрия не имеет ничего общего с метрологией (кроме использования цифр);
- д) квалиметрия и метрология, не являясь частями друг друга, имеют общую область исследования.

Теперь осталось выяснить, какое же из них является истинным. В этом нам помогут графические диаграммы Венна (см. рис. 1), наглядно иллюстрирующие логические отношения, соответствующие

каждому из приведенных высказываний.

Для того чтобы провести сравнительный анализ каких-либо величин или объектов, прежде всего требуется найти оптимальный набор критериев сравнения.

В науковедении необходимым и достаточным условием для того, чтобы какой-либо комплекс исследований мог называться самостоятельной научной дисциплиной, считается одновременное наличие у него следующего набора признаков: самостоятельного (специфического) объекта исследования (1), методов исследования (2), понятийного аппарата (3), исследовательского аппарата (4) и проблематики (5).

Если допустить, что и метрология, и квалиметрия являются научными дисциплинами, то логичнее всего сравнивать их на предмет сходства и различий именно по определяющим признакам научной дисциплины, приведенным в предыдущем абзаце.

Что касается метрологии, то её существование как самостоятель-

ной научной дисциплины, по-видимому, не требует особого подтверждения. В самом деле, и история исследований в области метрологии, насчитывающая несколько столетий – как минимум, со времён Великой французской революции, и огромное количество научных статей и книг, вышедших с тех пор по этой тематике во всём мире, и существование во всех развитых странах особых научных институтов (как правило – государственных), специализирующихся на исследованиях в области метрологии, и наличие в программах большинства высших технических учебных заведений курсов метрологии – все эти факты служат доказательством того, что метрология является научной дисциплиной.

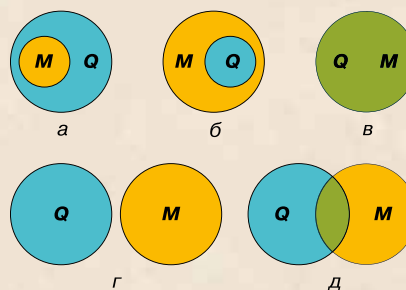


Рис. 1
Возможные комбинации взаимосвязи двух научных дисциплин: М – метрология, Q – квалиметрия

* Для читателей, ещё не знакомых с этим термином, напоминаем каноническое определение: квалиметрия – научная дисциплина, изучающая методологию и проблематику количественного оценивания качества объектов любой природы – абстрактных и конкретных, продуктов труда и продуктов природы, материальных и идеальных, одушевленных и неодушевленных, товаров и услуг, предметов и процессов.

Ключевые слова: метрология, квалиметрия, методы исследования, понятийный, исследовательский аппарат.
Keywords: metrology, qualimetry, methods of research, conceptual and research framework.

Совсем в ином положении находится квалиметрия. Прежде всего потому, что она гораздо моложе метрологии (предложение об институировании квалиметрии как научной дисциплины было выдвинуто только в 1968 г. [1]). Несмотря на это обстоятельство, как показано в работе [2], квалиметрия обладает всеми признаками, необходимыми и достаточными для того, чтобы считать её достойной статуса самостоятельной науки.

Исходя из этого, попробуем установить истинные отношения метрологии и квалиметрии, проанализировав количественные и качественные характеристики каждого из вероятностных соотношений (в порядке их расстановки на рис. 1) по признакам научной дисциплины.

Метрология является частью квалиметрии?

Существование первой комбинации (рис. 1, а)** возможно только при том условии, что для каждого из пяти признаков квалиметрии, определяющих её существование как самостоятельной научной дисциплины, все составляющие элементы совпадают с аналогичными элементами метрологии, а у квалиметрии есть какие-то дополнительные элементы, отсутствующие у метрологии. В данном случае почти по всем признакам между квалиметрией и метрологией имеются существенные различия, что само по себе является «показательством» (по Пойя [3]) того, что комбинация а не может существовать в действительности.

Объект исследования. Практически во всей нормативной лите-

ратуре по метрологии (справочниках, монографиях, учебниках, энциклопедиях, например, в [4, 5, 6]) отмечается, что объектом измерений в метрологии являются свойства материальных объектов, изучаемые физическими, химическими и любыми другими естественными науками, – то есть то, что в квалиметрии называется «простыми свойствами» и «квазипростыми свойствами». В квалиметрии же, напротив, объектом измерения являются не простые или квазипростые свойства (исследуемые в метрологии), а так называемые «сложные свойства», включающие в себя и качество в целом, что никогда не исследовалось (и не будет исследоваться) в метрологии.

Каково же количество свойств, изучаемых (измеряемых) нашими дисциплинами? В каждом материальном объекте, исследуемом методами естественных наук, всегда имеется некоторое число свойств, определим его как n_1 , измеряемых методами метрологии (в примере на рис. 2 $n_1 = 6$). В квалиметрии эти свойства (как уже указывалось, «простые» и «квазипростые») тоже учитываются. Однако их измерение в квалиметрии производится не собственными методами квалиметрии, а осуществляется так, как это принято в метрологии, – то есть

метрологическими методами. Следовательно, количество исследуемых метрологией свойств, n_1 , остается неизменным.

Учтём, однако, что в квалиметрии измеряется не просто объект, а качество объекта, которое можно представить в виде некоторой иерархической структуры (чаще всего – дерева), показывающей взаимосвязь всех формирующих качество объекта свойств (в очень упрощённом виде такая структура показана на рис. 2).

Отметим, что для каждого свойства, изображённого на дереве свойств (см. рис. 2), в квалиметрии измеряются не сами свойства, а их показатели, которые бывают двух видов:

- *абсолютные показатели*, выражаемые для каждого простого и квазипростого (но не сложного!) свойства, вообще говоря, в специфических единицах измерения (физических, химических и др.) и измеряемые методами метрологии (количество их $n_1 = 6$, см. рис. 2);
- *относительные показатели*, выражаемые для каждого простого, квазипростого и сложного свойства в единых для всех свойств безразмерных единицах измерения и измеряемые методами квалиметрии (определим их количество как $n_2 = 10$,

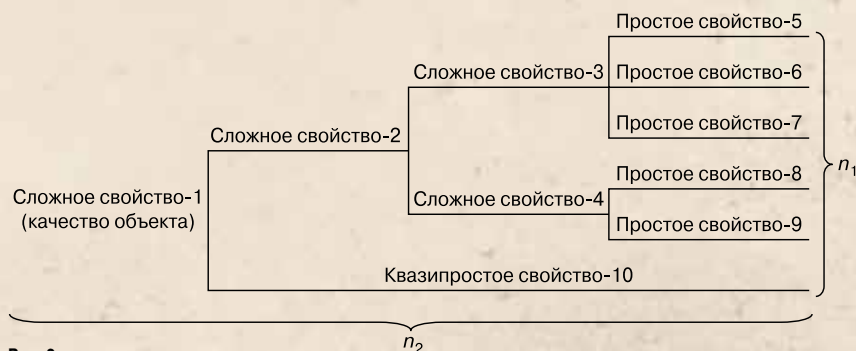


Рис. 2
Квалиметрическая иерархия качества

** Здесь и далее по тексту обозначение комбинации совпадает с обозначением соответствующей ей диаграммы на рис. 1.

см. рис. 2). На рисунке ясно видно, что $n_2 > n_1$.

Это свидетельствует, что с точки зрения признака «объект исследования», комбинация, изображённая на диаграмме а, вполне может существовать.

Теперь проанализируем истинность утверждения «метрология является частью квалиметрии» сначала по признаку «методы исследования», а потом и по всем оставшимся признакам.

Методы исследования. Как уже упоминалось, все исследования (измерения) в метрологии производятся физическими, химическими и другими методами естественных наук. Причём измерения всегда выполняются с использованием специальных технических средств, вообще говоря, специфических для каждого измеряемого объекта.

В отличие от метрологии измерения в квалиметрии всегда производятся только на основании аналитических или экспертных методов без применения каких бы то ни было технических средств. То есть методы измерения в метрологии и квалиметрии качественно различны, и, следовательно, их множества не пересекаются. А это значит, что, с точки зрения признака «методы исследования», комбинация а неправомерна.

Понятийный аппарат. Самый главный термин в метрологии – измерение – трактуется, по нашему мнению, излишне узко: «Измерением мы называем познавательный процесс, заключающийся в сравнении путём *физического* (выделено нами. – Авт.) эксперимента данной величины с некоторым её значением, принятым за единицу сравнения» [5]. В квалиметрии же измерение рассматривают более широко – так, как это обосновано

в известной капитальной монографии И. Пфанцагла «Теория измерений» [7], то есть допуская, что измерения могут производиться не только методами естественных (в том числе – физических) наук, но и другими методами – например, аналитическими, социологическими, экспертными.

Соответственно, используемые квалиметрией и метрологией понятийные аппараты существенно отличаются друг от друга. Так, например, такие понятия и термины, как «сложные свойства», «квазипростые свойства», «коэффициент важности», «интегральное качество», «ситуация оценивания», «критические свойства», «эстетичность», «функциональность», «надёжность», «коэффициент сохранения эффективности», «экспертный метод оценивания свойства» и многие другие, никогда не используются в метрологии, но являются рабочими терминами в практике квалиметрических измерений.

Вышесказанное означает, что по признаку «понятийный аппарат» метрология и квалиметрия значительно расходятся, при этом совокупность элементов понятийного аппарата метрологии M не является подмножеством совокупности элементов понятийного аппарата квалиметрии Q (см. диаграмму а на рис. 1), и, значит, комбинация а существовать не может.

Исследовательский аппарат. И в метрологии, и в квалиметрии широко используются методы теории вероятности, математической статистики (в частности, теория ошибок) и функционального анализа. Наряду с этим квалиметрия применяет также и аппарат непараметрической статистики, теории графов, теории надёжности, экспериментальной психологии, экс-

пертного метода – инструментарий познания, совершенно не свойственный для метрологии. В свою очередь, метрология опирается на такие не характерные для квалиметрии методы исследования, как теория стандартизации физических величин и средств измерения, госиспытания новых образцов средств измерений, государственный надзор за измерительной техникой, технологии передачи размеров от эталонов к образцовым и далее к рабочим средствам измерения.

Таким образом, совокупности элементов исследовательских аппаратов этих дисциплин представляют собой два пересекающихся множества, и множество M не является подмножеством множества Q (см. диаграмму а на рис. 1), а это означает, что, с точки зрения четвертого признака («исследовательского аппарата»), для метрологии и квалиметрии соотношение а не может быть истинным.

Проблематика. Как и в любых научных дисциплинах, в метрологии и квалиметрии существуют общие проблемы, связанные, в основном, с проблематикой совпадающих элементов аппарата исследования. Естественно, совокупности проблем каждой из этих дисциплин образуют пересекающиеся множества. Поэтому, по аналогии с рассуждениями об «исследовательском аппарате», можно сделать вывод: для признака «проблематика» условие истинности комбинации, изображённой на диаграмме а (рис. 1), не выполняется.

Всё проанализированное выше свидетельствует: из пяти условий, необходимых и достаточных для того, чтобы признать, что тезис «метрология является частью квалиметрии», однозначно описы-

ваает соотношение научных дисциплин метрологии и квалиметрии, в реальности выполняется только одно. Это означает, что комбинация, изображённая на диаграмме а, в данном случае неверна.

Квалиметрия является частью метрологии?

Поиски ответа на этот вопрос сильно облегчаются тем обстоятельством, что комбинации *а* и *б* зеркально отражают друг друга с тем лишь отличием, что составные элементы этих комбинаций поменялись местами (см. диаграмму *б* на рис. 1). Поэтому нет необходимости проводить анализ комбинации *б* на её соответствие всем пяти признакам. Достаточно только в приведённых выше рассуждениях заменить в ссылках «а» на «б», а термин «метрология» – на термин «квалиметрия». Продemonстрируем это на примере признака «методы исследования».

Как уже отмечалось, все исследования (измерения) в метрологии производятся физическими, химическими и другими методами естественных наук. Причём измерения всегда производятся с использованием специальных технических средств, вообще говоря, специфических для каждого измеряемого объекта.

Но, в отличие от метрологии (в которой относительные показатели вообще не измеряются), в квалиметрии измерения относительных показателей всегда осуществляются только на основе аналитических, социологических и экспертных методов без использования каких бы то ни было технических средств. То есть методы измерения в метрологии и квалиметрии – качественно различны. А это зна-

чит, что, с точки зрения признака «методы исследования», комбинация *б* существовать не может.

Поскольку анализ по остальным четырём признакам ничем принципиально не отличается от приведённого выше анализа по второму признаку, его подробное изложение в тексте данной статьи представляется излишним. Поэтому перейдем сразу к общему резюме по комбинации *б*.

Все выводы, сделанные на основе близкого сходства двух комбинаций (*а* и *б*), свидетельствуют: из пяти условий, необходимых и достаточных для того, чтобы соотношение двух научных дисциплин (квалиметрии и метрологии) выражалось комбинацией *б*, в реальности выполняется только одно. Это означает, что комбинация, изображённая на диаграмме *б*, в данном случае неверна.

Понятия квалиметрия и метрология – синонимы?

Вряд ли кто-нибудь станет спорить с тем, что взаимоотношения метрологии и квалиметрии ничем принципиально не отличаются от взаимоотношений метрологии с любой другой технической или естественной наукой: первая (метрология) даёт второй измерительную, количественную основу для теоретических выкладок и проведения экспериментальных исследований. Но на этом основании никому не приходит в голову считать её аналогом такой науки. Причём не просто аналогом, а аналогом абсолютным! Фактически – двойником! Ибо из подобного допущения логически вытекает абсурдный вывод: нет отдельных научных дисциплин, а есть одна наука – метрология.

Но если признать синонимичность абсурдной в отношении метрологии и любой технической или естественной науки, каковы тогда логические основания считать ее менее абсурдной в отношении метрологии и квалиметрии?

Следовательно, у нас есть полное право утверждать: комбинация в не соответствует логике отношений метрологии и квалиметрии.

Квалиметрия и метрология не имеют ничего общего?

На этот вопрос никак нельзя ответить утвердительно. Хотя бы потому, что ранее уже перечислялись инструменты, на которые опираются и используют в своей работе и метрологи, и квалиметрологи. Такими общими инструментами служат некоторые разделы функционального анализа, теории вероятности и математической статистики (например, теория ошибок), а также методы измерения показателей отдельных простых и квазипростых свойств.

Сказанное позволяет утверждать: комбинация *г* в данном случае невозможна.

Квалиметрия и метрология, не совпадая на уровне научных дисциплин, имеют общие области исследования?

Мы считаем: из всех приведённых на рис. 1 вариантов взаимосвязи метрологии и квалиметрии действительности соответствует только один, проиллюстрированный диаграммой *д*. В основе данного убеждения лежат два обстоятельства:

– во-первых, как было продемонстрировано выше, и метрология, и квалиметрия характеризуются своим, специфическим для каждой из них набором эле-

К 90-летию со дня рождения



**Азгальдов
Гарри
Гайкович
(1931–2018) –
основатель
научной
дисциплины
«квалиметрия»**

■ **Научные интересы**

Теоретическая и прикладная квалиметрия, в особенности теоретические проблемы, связанные с повышением точности построения квалиметрических моделей, и прикладные процессы, связанные с расширением области применения квалиметрии в сфере производства, транспорта, высшего образования, оборонной техники, строительства и архитектуры. Разработка предложений по совершенствованию экономико-математических моделей оценки интеллектуальной собственности. Изучение проблем введения в хозяйственный оборот количественных оценок нематериальных активов, в т. ч. интеллек-

туальной собственности. Изучение теоретических и методологических проблем стратегического планирования в условиях рыночной экономики, проблемы принятия стратегических решений, затрагивающих темпы и направления развития отдельных отраслей экономики и народного хозяйства в целом.

■ **Научная работа**

Почти 30 лет проработал в Центральном экономико-математическом институте РАН (1989–2018), в последние годы – главным научным сотрудником лаборатории анализа инвестиционных проектов. Автор свыше 280 научных работ.

ментов, присутствие которых является одним из обязательных атрибутов существования любой научной дисциплины. Некоторые из этих элементов совпадают. Таким образом, совокупности элементов квалиметрии и метрологии образуют пересекающиеся множества (как это изображено на диаграмме *d*);

– во-вторых, в ходе проведенного анализа было выявлено, что из пяти комбинаций, теоретически возможных для описания взаимосвязей двух научных дисциплин, четыре комбинации (*a*, *b*, *e*, *g*) в случае метрологии и квалиметрии являются ложными, что делает единственно верной комбинацию *d*.

Общий вывод: ни метрология не является частью квалиметрии, ни квалиметрия не является частью метрологии – они суть две самостоятельные научные дисциплины, имеющие некоторые общие инструменты исследования.

МИ

■ **Список использованных источников**

1. Азгальдов Г.Г. и др. Квалиметрия – наука об измерении качества // Стандарты и качество. – 1968. – № 1. – С. 34–40.
2. Азгальдов Г.Г. Теория и практика оценки качества товаров. (Основы квалиметрии). – М.: Экономика, 1982.
3. Пойа Дж. Математика и правдоподобные рассуждения / Пер. с англ. И.А. Вайнштейна; под ред. С.А. Яновской. – М.: Наука, 1975.
4. Метрология // Большая советская энциклопедия. Т. 16. – 3-е изд. – М.: Советская энциклопедия, 1974.
5. Маликов М.Ф. Основы метрологии. – М.: Коммерприбор, 1949.
6. Сергеев А.Г. Метрология и метрологическое обеспечение. – М.: Высшее образование, 2008.
7. Пфанцагль И. Теория измерений. – М.: Мир, 1976.

References

1. Azgaldov G.G. et al. Qualimetry is the science of measuring quality. Standarty i

kachestvo [Standards and Quality], 1968, no. 1, pp. 34-40. (In Russian)

2. Azgaldov G.G. Teoriya i praktika otsenki kachestva tovarov. (Osnovy kvalimetrii). [Theory and Practice of Assessing the Quality of Goods. (Fundamentals of Qualimetry)]. Moscow, Ekonomika Publ., 1982. (In Russian)
3. Poya J. Mathematics and Plausible Reasoning. (Rus. ed.: transl. by I.A. Veinstein; ed. by S.A. Yanovskaya. Moscow, Nauka Publ., 1975).
4. Metrology. Bol'shaya sovetskaya entsiklopediya [Great Soviet Encyclopedia], vol. 16, 3rd ed. Moscow, Sovetskaya entsiklopediya Publ., 1974. (In Russian)
5. Malikov M. F. Osnovy metrologii [Fundamentals of Metrology]. Moscow, Kommerpribor Publ., 1949. (In Russian)
6. Sergeev A. G. Metrologiya i metrologicheskoe obespechenie [Metrology and Metrological Support]. Moscow, Vysshee obrazovanie Publ., 2008. (In Russian)
7. Pfantsagl I. Teoriya izmereniy [Theory of Measurements]. Moscow, Mir Publ., 1976. (In Russian)

Abstract

This year Measurements World turns 20. We decided to introduce readers to the articles that were published in different years and may be useful today. The proposed article (World of Measurements, No 1, 2010) is devoted to the problems of qualimetry and is interesting because one of its authors is G.G. Azgaldov, a Soviet/Russian scientist, founder of this science, and A.V. Kostin, his follower and successor.

ЦЕНТР ТЕХНИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

МАТЕРИАЛОВ, ОБОРУДОВАНИЯ
И СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

Компания **ЦТБ МОС** оказывает услуги по следующим направлениям:



Аттестация оборудования

Проводится согласно требованиям **ГОСТ Р 8.568-2017**.



Проведение технического обслуживания

Техническое обслуживание испытательного оборудования, включающее:

- ▶ Проверку и уход за узлами конструкции
 - ▶ Обслуживание и ремонт моторов и двигателей на установках
 - ▶ Обслуживание средств измерений
 - ▶ Проверку и устранение неполадок в электрике оборудования
 - ▶ Настройку ПО и установку более новых версий
 - ▶ Модернизацию и расширение функционала и возможностей испытательного оборудования, в т. ч. с учетом новых редакций стандартов
 - ▶ Полную замену деталей, если это необходимо
 - ▶ Автоматизацию оборудования и проведения испытаний
 - ▶ Организацию поверки встроенных средств измерений
- Аттестацию



Метрологическое обеспечение и подбор оборудования

Консультации по **метрологическому обеспечению** и **подбору оборудования** под область аккредитации и проведения испытаний.



www.ctb-mos.com



www.electron-test.ru



**ЦЕНТР ТЕХНИЧЕСКОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ**
МАТЕРИАЛОВ, ОБОРУДОВАНИЯ
И СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

Москва, Клинская 6, 121414
+7 (499) 110-81-33
hello@ctb-mos.com
www.ctb-mos.com



Испытано один раз —
признано во всем мире

Испытательный центр ООО "Электронтест"

Испытательный центр аккредитован на проведение технических испытаний медицинских изделий (включая In Vitro) и низковольтного оборудования.

Аккредитация в национальной системе, в Евразийском экономическом союзе (ЕАЭС) и международной системе ILAC.

Собственное производство испытательного оборудования с метрологической аттестацией.



125414, Москва, Клинская, д. 6
+7 (495) 955-90-56, +7 (495) 455-11-16
electron-test@yandex.ru