



**20 лет**  
в России



**Mitutoyo**

**КОНТУРОГРАФ-  
ПРОФИЛОМЕТР AVANT**

один прибор  
для решения всех задач  
по измерению контура  
и шероховатости поверхности

О приборах Mitutoyo  
подробнее читайте  
на стр. 12-18, 44, 52

[www.mitutoyo.ru](http://www.mitutoyo.ru)



**Метрология** 6  
на службе  
качества

«РИМС-1» 26  
дает  
показания...

**Фундаментальная** 30  
наука и квантовая  
метрология



ВАК  
DOI: 10.35400  
РИНЦ Science Index



**№ 3 / 2021**  
[www.ria-stk.ru/mi](http://www.ria-stk.ru/mi)

# Дорогие читатели!

## РИА «Стандарты и качество» представляет вашему вниманию инновационный продукт — цикл уникальных тематических подборок «Ресурсы для бизнеса»

«Ресурсы для бизнеса» — концентрированное знание о том, какие шаги необходимо предпринять, чтобы завоевать или восстановить утраченные позиции на рынке, правильно выстраивать отношения с поставщиками и контрагентами, формировать альтернативные цепи поставок и модели ценообразования, о том, какие управленческие решения обеспечат конкурентоспособность и устойчивость бизнеса, и многом другом.

Специально для вас мы систематизировали лучшие публикации из наших журналов по темам и авторам. Главная задача заключалась в том, чтобы получатель информации не тратил время, собирая ее по крупицам, а сразу мог использовать для достижения своих целей стройную систему основополагающих решений в области стандартизации и качества на основе анализа лучших практик совершенствования бизнес-процессов.

### РУБРИКИ:

- авторская
- отраслевая
- качество менеджмента
- лучшие практики
- стандартизация и техрегулирование
- вопросы экономики
- метрология
- оценка соответствия
- устойчивое развитие
- государство и бизнес

Посмотреть подборки:

<https://ria-stk.ru/libraries/>

раздел «Ресурсы для бизнеса»



[podpiska@mirq.ru](mailto:podpiska@mirq.ru)



8 (495) 771 6652 (доб. 142, 143)



<b>НОВОСТИ</b> .....	4
<b>СОБЫТИЕ</b>	
Метрология на службе качества .....	6
<b>КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ</b>	
<i>Д.Ю. Михайлов</i>	
Организация системы управления качеством	
Пять шагов для эффективного решения любой проблемы на производстве .....	12
<b>МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ</b>	
<i>В.С. Дюжев</i>	
3D-сканеры на службе автоматизированного контроля геометрии .....	20
<b>КОСМИЧЕСКАЯ ПОГОДА</b>	
<i>М.С. Иванов, В.Б. Лапшин, А.Ю. Репин, Б.М. Кирюшов</i>	
«РИМС-1» дает показания: примерно в 6 и 18 часов по московскому времени .....	26
<b>ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ ФИЗИКА И МЕТРОЛОГИЯ</b>	
<i>А.В. Белинский</i>	
Квантовая метрология: взаимодействие измерителя с квантовой системой ....	30
<b>МЕДИЦИНСКАЯ МЕТРОЛОГИЯ</b>	
Российские метрологи смогут повысить точность тестирования на COVID-19 .....	37
<b>ГОСРЕЕСТР</b>	
Об утверждении типов средств измерений .....	40
<b>КОНФЕРЕНЦИИ</b>	
<i>В.А. Агулов</i>	
Как обеспечить оборонный заказ .....	46
<b>ВЫСТАВКИ</b>	
<i>В.И. Матвеев</i>	
Металлообработка и измерительные системы .....	50
<b>МНЕНИЕ</b>	
<i>Р.Е. Тайманов, К.В. Сапожникова</i>	
О перспективе объединения метрологии и квалиметрии .....	55
<b>ВЕЛИКОЕ ПРОШЛОЕ: ЮБИЛЕИ</b>	
<i>О.Ю. Тюшевская</i>	
И.Ф. Шишкин: «Выбрав метрологию, я ни разу не пожалел о своём выборе...» .....	56
<b>БИБЛИОТЕКА МЕТРОЛОГА И ПРИБОРОСТРОИТЕЛЯ</b> .....	63

**ВНИМАНИЮ ПОДПИСЧИКОВ**

Уважаемые читатели журнала «Мир измерений»!  
Подписка на 2022 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 «Митугойо РУС» – 1-я стр. обложки, 44\*  
ООО «Терем» – 4-я стр. обложки, 43\*  
ООО «ПКФ Цифровые приборы» – 41\*  
РОНКТД – 36\*

РСПП – 19\*  
ООО «МВК» – 39, 45\*  
ООО «РИА «Стандарты и качество» –  
2, 3-я стр. обложки, 11, 25, 38, 48, 49\*



ИЗДАТЕЛЬ  
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

Корректоры  
М.А. Башкирова  
Т.С. Митрофаненко

Переводчики  
В.С. Лесин,  
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 «Ростест-Москва», председатель Совета директоров ФБУ ЦСМ Росстандарта ЦФО РФ, г. Москва

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

**Ф.В. Булыгин**, 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 КОOMET, 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 термометрии 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

# MEASUREMENTS WORLD МИР ИЗМЕРЕНИЙ



МЕТРОЛОГИЧЕСКИЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ. ОСНОВАН В 2001 г.

3 (193) 2021

<b>NEWS</b> .....	<b>4</b>
<b>EVENT</b>	
<b>Metrology at the service of quality</b> .....	<b>6</b>
<b>PRODUCTION QUALITY CONTROL</b>	
<i>D.Yu. Mikhailov</i>	
<b>Organizing the quality management system</b>	
Five steps for effective solution to any production problem .....	<b>12</b>
<b>METROLOGICAL EQUIPMENT</b>	
<i>V.S. Dyuzhev</i>	
<b>3D-scanners for automated geometry control</b> .....	<b>20</b>
<b>SPACE WEATHER</b>	
<i>M.S. Ivanov, V.B. Lapshin, A.Yu. Repin, B.M. Kiryushov</i>	
<b>Readings of RIMS-1: about 6 and 18 hours Moscow time</b> .....	<b>26</b>
<b>FUNDAMENTAL PHYSICS AND METROLOGY</b>	
<i>A.V. Belinskiy</i>	
<b>Quantum metrology: The influence of a meter on a quantum system</b> .....	<b>30</b>
<b>MEDICAL METROLOGY</b>	
<b>Russian metrologists will be able to improve the accuracy of testing for COVID-19</b> .....	<b>37</b>
<b>APPROVING TYPES OF MEASURING INSTRUMENTS</b>	
<b>Competencies for digital metrology</b> .....	<b>40</b>
<b>CONFERENCES</b>	
<i>V.A. Agupov</i>	
<b>How to secure a defense order</b> .....	<b>46</b>
<b>EXHIBITIONS</b>	
<i>V.I. Matveev</i>	
<b>Metalworking and measuring systems</b> .....	<b>50</b>
<b>OPINION</b>	
<i>R.E. Taymanov, K.V. Sapozhnikova</i>	
<b>On the prospect of metrology and qualimetry combination</b> .....	<b>55</b>
<b>GREAT PAST: ANNIVERSARY</b>	
<i>O.Yu. Tyushevskaya</i>	
<b>I.F. Shishkin: «I've never regretted that I chose metrology...»</b> .....	<b>56</b>
<b>LIBRARY OF METROLOGIST AND INSTRUMENT MAKER</b> .....	<b>63</b>

## ATTENTION SUBSCRIBERS

Dear readers of Measurements World! Subscription for 2022 is through Ural-Press Agency or AIA Standards and Quality publishing house.

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

**Subscribe**  
Mir Izmereniy (Measurements World)

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

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



**А.Н. Пронин,**  
руководитель ВНИИМ  
им. Д.И. Менделеева

### Уважаемая редакция журнала «Мир измерений», дорогие коллеги!

Коллектив Всероссийского научно-исследовательского института метрологии им. Д.И. Менделеева сердечно поздравляет вас с 20-летним юбилеем издания! За это время журнал стал узнаваемым на рынке отраслевых СМИ, сформировал широкий круг постоянных читателей и авторов. Метрологи и все, кто профессионально связан с точными измерительными технологиями, ценят «Мир измерений» за возможность постоянного профессионального и научного обмена с представителями государственных метрологических центров, специалистами крупнейших российских и международных компаний, независимыми экспертами. Приятно, что в числе постоянных авторов журнала есть сотрудники ВНИИМ и его филиалов в Екатеринбурге и Казани.

Вместе мы провели успешную информационную кампанию, посвященную переопределению основных единиц Международной системы СИ: на страницах издания отражались важнейшие международные мероприятия и события, в которых принимали участие российские метрологи, готовились обзорные и аналитические информационные материалы, связанные с переводом СИ на фундаментальные физические константы. Наши эксперты принимали и принимают участие в актуальных профессиональных дискуссиях и мероприятиях, которые организует журнал.

Желаем вашему изданию долгих лет продуктивной работы в помощь метрологическому сообществу, больших творческих удач и профессиональных успехов, еще больше замечательных авторов и преданных читателей!



**С.П. Абрамов,**  
директор ФБУ  
«Чувашский ЦСМ»

### С юбилеем!

От имени коллектива ФБУ «Чувашский ЦСМ» поздравляю всех сотрудников редакции журнала «Мир измерений» и РИА «Стандарты и качество» с 20-летием выхода первого номера. За эти годы он стал незаменимым помощником российских метрологов и продолжает славные традиции первых российских метрологических печатных органов – «Временник Главной палаты мер и весов» и «Поверочное дело».

На страницах журнала метрологи могут найти аналитические статьи, обзоры новейшей измерительной техники, ответы на любые вопросы, связанные с измерениями.

Вызывает уважение, что в журнале регулярно публикуются статьи на исторические темы, в том числе подготовленные нашим центром.

Желаю сотрудникам журнала постоянного развития, творческих успехов и решения задач, поставленных перед отечественной метрологией.

## ■ Россия и GSO: перспективы сотрудничества

Руководитель Росстандарта **Антон Шалаев** встретился с руководством Организации по стандартизации Совета сотрудничества арабских государств Персидского залива (GSO) в лице президента Сауда **Нассера аль-Хусайби** и директора по стандартизации и метрологии **Одая Хатима аль-Бухамда**. С российской стороны в состав делегации также вошли представители центрального аппарата Росстандарта и ФГБУ «Российский институт стандартизации».

GSO – региональная организация по стандартизации и метрологии, в состав которой входят национальные органы ОАЭ, Бахрейна, Саудовской Аравии, Омана, Катара и Кувейта. В структуру GSO также входит объединение метрологических ведомств GULFMET, деятельность которого направлена на развитие метрологической инфраструктуры и измерительных возможностей государств Персидского залива.

В рамках встречи стороны высоко оценили потенциал взаимодействия для укрепления торгово-экономического сотрудничества и обсудили перспективные вопросы сотрудничества в сфере метрологии и стандартизации.

Так, в части метрологии были затронуты вопросы участия в межлабораторных сличениях, развития калибровочных и измерительных возможностей участников GULFMET, а также участия российских метрологических институтов в научно-исследовательских и опытно-конструкторских проектах GULFMET.

<https://www.rst.gov.ru/>

## ■ У КООМЕТ – юбилей

Этот год для КООМЕТ юбилейный, организация была создана в 1991 году. Большое внимание в настоящее время уделяется сотрудничеству в области эталонов, особенно участию в реализации инициированного Международным комитетом мер и весов (СИПМ) Соглашения о взаимном признании национальных эталонов и сертификатов калибровки и измерений, выдаваемых национальными метрологическими институтами (СИПМ МРА). Значительное количество проектов КООМЕТ связано с работами по подготовке данных о калибровочных и измерительных возможностях (СМС), участию в ключевых или дополнительных сличениях национальных эталонов и проведению региональных сличений эталонов по созданию, обеспечению функционирования и развитию систем менеджмента качества наци-



ональных метрологических институтов и назначенных институтов стран – участниц КООМЕТ.

В рамках празднования юбилея КООМЕТ 15 июня 2021 г. состоялся вебинар «КООМЕТ – 30 лет».

От имени РИА «Стандарты и качество», редакции журнала «Мир измерений», наших читателей поздравляем организацию КООМЕТ с юбилеем.

<http://www.coomet.org/>

## ■ Визит правительственной делегации во ВНИИФТРИ

Заместитель председателя Правительства РФ **Юрий Борисов** ознакомился с передовыми разработками российских метрологов в рамках посещения ФГУП «ВНИИФТРИ». В совещании также приняли участие заместитель министра промышленности и торговли России **Алексей Ученков**, член совета Общественной палаты России, академик РАН **Борис Алёшин**, представители аппарата Правительства РФ.

Генеральный директор ВНИИФТРИ **Сергей Донченко** и руководитель Росстандарта **Антон Шалаев** представили правительственной делегации комплекс высокоточных

установок, предназначенных для решения актуальных задач по метрологическому обеспечению гидроакустических измерений, координатно-временных и навигационных систем.

Особое внимание было уделено одному из передовых эталонов страны, обеспечивающему дальнейшее развитие космических навигационных систем ГЛОНАСС, – государственному первичному эталону единицы времени, частоты и национальной шкалы времени. Ученые представили делегации последние разработки в области стандартов частоты.

<https://www.vniiftri.ru/>

## ВНИИМ и «Газпром» обсудили работы по созданию первичного эталона расхода природного газа

Во ВНИИМ им. Д.И. Менделеева состоялось совещание Росстандарта и ПАО «Газпром» по выполнению опытно-конструкторской работы по созданию государственного первичного специального эталона единицы объема расхода природного газа при давлении до 10 МПа. На встрече присутствовали заместитель начальника управления метрологии, государственного контроля и надзора Росстандарта **Захар Осока**, руководитель ВНИИМ им. Д.И. Менделеева **Антон Пронин**, за-

местители генерального директора ВНИИМ им. Д.И. Менделеева **Евгений Кривцов** и **Михаил Окрепилов**. ПАО «Газпром» представляли заместитель начальника департамента **Дмитрий Сверчков** и начальник отдела **Игорь Прудников**. В рамках встречи партнёры обсудили текущие вопросы по календарному плану проекта. По итогам совещания принято решение о создании рабочей группы для координации работ и оперативного взаимодействия между ВНИИМ им. Д.И. Мен-

делеева и структурами ПАО «Газпром».

Создание эталона осуществляется при поддержке Минпромторга России по техническому заданию Росстандарта. Дорожная карта Минпромторгом и ПАО «Газпром» была подписана в 2019 г. ГПЭ расхода газа высокого давления позволит решить целый ряд задач как на внутреннем рынке газопотребления, так и на рынке экспорта газа.

<https://www.vniim.ru/>

## Росаккредитация: сотрудничество развивается

В формате видеоконференции прошло первое заседание российско-китайской рабочей подгруппы по аккредитации и испытательным лабораториям постоянной российско-китайской рабочей группы по сотрудничеству в области стандартизации, метрологии, оценки соответствия и инспекционного контроля подкомиссии по торгово-



экономическому сотрудничеству Комиссии по подготовке регулярных встреч глав правительств России и Китая.

Решение о создании рабочей подгруппы принято по инициативе Росаккредитации. В заседании с российской стороны приняли участие представители Росаккредитации, Минпромторга России, Росстандарта, Россельхознадзора, Российского экспортного центра, Национального института аккредитации Росаккредитации, ФГБУ «Национальный центр безопасности продукции водного промысла и аквакультуры», ФГБУ «Центр оценки качества зерна». С китай-

ской стороны – представители Китайской администрации по регулированию рынка (SAMR), Китайской национальной службы по аккредитации в области оценки соответствия (CNAS), Китайского исследовательского центра проверки квалификации (NIL).

Стороны высоко оценили сложившееся многолетнее сотрудничество по вопросу участия лабораторий в раундах проверки квалификации и договорились сформировать перечень актуальных для каждой из сторон вопросов для формирования плана работы подгруппы до конца 2021 года.

<https://fsa.gov.ru/>

## Строительство – под контролем точных измерений

Строительная индустрия – высокотехнологичная отрасль. И с каждым годом на стройку приходят всё новые инновационные решения, технологии, материалы. Стремительно растет число параметров безопасности и качества, требующих строгого измерительного контроля.

В «Ростест-Москва» создана специализированная лаборатория, сформированы все условия для проведения испытаний, поверки и калибровки средств измерений строительного назначения. Проверку на достоверность технической диагностики проходят средства неразрушающего контроля – ультразвуковые дефектоскопы и толщиномеры, вихретоковые дефектоскопы, импедансные акустические дефектоскопы, стандартные образцы и образцы дефектов. Это позволяет взять под объективный количественный контроль все ответственные строительные процессы и операции.

<https://www.rostest.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 с проектирования и заканчивая утилизацией... Метрология вносит существенный вклад не только в развитии 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 лицам, аккредитованным 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 эффективному восстановлению 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.*

## РЕЗОЛЮЦИЯ КОНФЕРЕНЦИИ «МЕТРОЛОГИЯ НА СЛУЖБЕ КАЧЕСТВА», ПРИУРОЧЕННОЙ К ВСЕМИРНОМУ ДНЮ МЕТРОЛОГИИ И 20-ЛЕТНЕМУ ЮБИЛЕЮ ЖУРНАЛА «МИР ИЗМЕРЕНИЙ»

Москва 19.05.2021 г.

Конференция организована Всероссийской организацией качества (ВОК),  
РИА «Стандарты и качество» при поддержке Минпромторга России, Росстандарта,  
Российского союза промышленников и предпринимателей.

### Участники Конференции ПОСТАНОВИЛИ:

1. Принять к сведению информацию и предложения, высказанные в докладах и дискуссиях.

2. Поддержать основные направления деятельности Росстандарта по развитию системы обеспечения единства измерений, достижению целевых показателей ее развития.

3. Поддержать работы государственных научных метрологических институтов Росстандарта по созданию нового поколения эталонов, основанного на фиксированных значениях физических констант.

#### 4. Рекомендовать Минпромторгу России и Росстандарту:

- продолжить работу по импортозамещению средств измерений, актуализировать перечень их производства на отечественных мероприятиях вместо аналогичных зарубежных;
- предпринять шаги, способствующие ускорению внесения изменений в постановление Правительства Российской Федерации от 31 октября 2009 г. № 879 «Об утверждении Положения о единицах величин, допускаемых к применению в Российской Федерации», обусловленных переходом на новые определения единиц системы СИ, а также появление новых единиц величин в области биохимических и молекулярно-биологических измерений;
- рассмотреть вопрос о введении в правовое поле понятия «Метрологическая служба Российской Федерации» в целях реализации поправок к ст. 71 Конституции Российской Федерации;
- принять дополнительные усилия по развитию кадрового потенциала российской метрологии, для чего:
  - ускорить разработку «Стратегии создания системы многоуровневого непрерывного образования специалистов-метрологов»;
  - обратиться в Минобрнауки России с предложением перевести направление подготовки «Стандартизация и метрология» в ранг специалитета, а также рассмотреть вопрос о возможности под-

готовки на базе колледжей специалистов по специальности «Метрология и метрологическое обеспечение», ориентированных на поверку и калибровку средств измерений.

#### 5. Рекомендовать Росстандарту:

- продолжить цифровую трансформацию в сфере обеспечения единства измерений, включая развитие цифровых метрологических сервисов и интеграцию ФГИС Росстандарта с информационными системами других ФОИВ;
- обеспечить совершенствование ФГИС «АРШИН» по цифровой трансформации системы обеспечения единства измерений и снижение на этой основе среднего времени оказания метрологических услуг;
- разработать программу оснащения региональных центров стандартизации, метрологии и испытаний современным испытательным оборудованием для проведения тестирования продукции и средств измерений;
- государственным научным метрологическим институтам Росстандарта завершить создание нормативной правовой базы в сфере обеспечения единства измерений, в том числе в областях обороны, безопасности, атомной промышленности, аддитивных технологий;
- шире использовать научный потенциал Метрологической академии при решении проблемных вопросов обеспечения единства измерений.

6. Рекомендовать Администрации Президента Российской Федерации рассмотреть вопрос об учреждении звания «Заслуженный метролог Российской Федерации» с целью повышения мотивации работающих метрологов и привлечения молодых специалистов для работы в области метрологии.

7. Опубликовать наиболее значимые материалы конференции в журналах: «Мир измерений», «Стандарты и качество», «Контроль качества продукции», «Законодательная и прикладная метрология», «Главный метролог», «Измерительная техника», «Эталоны. Стандартные образцы».

## О рассмотрении обращения Г.П. Воронина, президента Всероссийской организации качества, в Управление Президента Российской Федерации

Уважаемый Геннадий Петрович!

Департамент государственной политики в области технического регулирования, стандартизации и обеспечения единства измерений Минпромторга России (далее – Департамент) рассмотрел в пределах компетенции поступившее в Минпромторг России (вх. Минпромторга России от 25 июня 2021 г. № ПГ-7827) из Управления Президента Российской Федерации по работе с обращениями граждан и организаций письмом от 24 июня 2021 г. № А26-01-90661531-СО1 Ваше обращение от 24 июня 2021 г. о рассмотрении предложений, изложенных в пункте 6 резолюции конференции «Метрология на службе качества», ранее направленное в Администрацию Президента Российской Федерации, и сообщает. Необходимость учреждения почетного звания «Заслуженный метролог Российской Федерации» с целью повышения мотивации работающих метрологов и привлечения молодых специалистов для работы в области метрологии поддерживается. Представляется, что создание стимулов для специалистов-метрологов, внесших значительный личный вклад в развитие системы обеспечения единства измерений в Российской Федерации в виде установления государ-

ственной награды – почетного звания «Заслуженный метролог Российской Федерации» крайне важно для промышленности и экономики страны.

Принимая во внимание возросшую роль современной метрологии в развитии отечественной экономики, необходимость стимулирования роста профессионального уровня специалистов и повышения авторитета профессии, важной для промышленности и экономики страны в целом, а также многоплановость работ по обеспечению единства измерений практически во всех сферах жизни, представляется целесообразным ввести в государственную наградную систему Российской Федерации почетное звание «Заслуженный метролог Российской Федерации».

В настоящее время ведется проработка данного вопроса с заинтересованными органами государственного управления и организациями.

*С уважением,  
Д.А. Кузнецов,  
заместитель директора Департамента  
государственной политики в области  
технического регулирования, стандартизации  
и обеспечения единства измерений*

## Акцент – на импортозамещение и цифровую трансформацию

Г.П. Воронин, президент Всероссийской организации качества, от имени ВОК направил резолюцию конференции «Метрология на службе качества», приуроченной к Всемирному дню метрологии и 20-летию юбилею журнала «Мир измерений», в Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт). Руководство Росстандарта рассмотрело предложения, вынесенные в резолюцию конференции и направленные в официальном письме ВОК в Росстандарт.

По итогам конференции руководитель Росстандарта А.П. Шалаев ответил на предложения, внесенные в резолюцию конференции, а также рассказал о цифровой трансформации в сфере обеспечения единства измерений, деятельности Росстандарта по импортозамещению средств измерений и других инициативах ведомства.

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) рассмотрело письмо Всероссийской организации качества по направлению материалов по итогам конференции «Метрология на службе качества» и сообщает.

Со стороны Росстандарта ведутся работы по импортозамещению средств измерений, на регулярной основе осуществляется актуализация перечня средств измерений отечественного производства, аналогичных средствам измерений импортного производства. Проект плана импортозамещения измерительного, в том числе метрологического и лабораторного, оборудования был представлен в Министерство промышленности и торговли Российской Федерации письмом от 7 июля 2021 г. № БП-1818/05.

Изменения в постановление Правительства Российской Федерации от 31 октября 2009 г. № 879 «Об утверждении Положения о единицах величин, допускаемых к применению в Российской Федерации», обусловленные переходом на новые определения единиц системы средств измерений, а также появление новых единиц величин в области биохимических и молекулярно-биологических измерений, разработаны Росстандартом и проходят рассмотрение в Министерстве промышленности и торговли Российской Федерации.

В настоящее время прорабатывается вопрос создания рабочей группы по выработке путей реализации поправок к ст. 71 Конституции Российской Федерации.

Росстандарт ведет цифровую трансформацию в сфере обеспечения единства измерений, включая развитие цифровых метрологических сервисов и интеграцию ФГИС Росстандарта с информационными системами других федеральных органов исполнительной власти.

Цифровая трансформация в сфере обеспечения единства измерений осуществляется по следующим направлениям:

- большие данные и возросшие требования к качеству каналов связи и телекоммуникации;
- обеспечение единства измерений в новых цифровых коммуникационных технологиях (5G);
- квантовые технологии в метрологии;
- обеспечение синхронизации времени в сетях промышленного интернета с прослеживаемостью к шкале UTC-SU;
- совершенствование средств метрологического обеспечения для глобальной навигационной системы ГЛОНАСС;



Во время работы конференции «Метрология на службе качества». На снимке (слева направо) А.С. Кривов, руководитель Межотраслевого совета по прикладной метрологии и приборостроению РСПП, и А.П. Шалаев, руководитель Росстандарта

- обеспечение единства измерений при решении задач создания единой геодезической инфраструктуры;
- обеспечение единства измерений при создании перспективных цифровых транспортных и логистических систем и технологий.

Активно продолжают работы по совершенствованию ФГИС «АРШИН» в рамках цифровой трансформации системы обеспечения единства измерений и снижение за счет цифровой трансформации среднего времени оказания метрологических услуг.

Программа оснащения региональных центров стандартизации, метрологии и испытаний эталонами, средствами измерений и испытательным оборудованием до 2025 г. была разработана в рамках дорожной карты по выполнению плана мероприятий по реализации Стратегии обеспечения единства измерений в Российской Федерации до 2025 г. (п. 14) и успешно реализуется с 2020 г.

Для более широкого использования научного потенциала Метрологической академии Росстандартом прорабатывается вопрос создания рабочей группы из членов Метрологической академии, представителей Росстандарта и подведомственных ему организаций.

Так, во ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» с использованием потенциала Метрологической академии и Координационного научного совета по метрологии в медицине проводятся работы, направленные на обеспечение метрологической прослеживаемости измерений в области лабораторной медицины, в том числе в части нормативной правовой базы в сфере обеспечения единства измерений и в части дополнения перечня единиц величин, допускаемых к применению в Российской Федерации в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 31 октября 2009 г. № 879.



# 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**

## Организация системы управления качеством

### Пять шагов для эффективного решения любой проблемы на производстве



Д.Ю. Михайлов

Небольшие предприятия – с количеством персонала до 50 человек – зачастую имеют короткие информационные связи между сотрудниками, что позволяет всем быть в курсе процессов внутри организации. Это исключает появление многих проблем, а возникающие решаются достаточно быстро. В более крупных организациях информационные связи более длинные и в процессе коммуникации информация может теряться. Это существенно усложняет процесс поиска причин различных потерь на производстве, что, в свою очередь, сильно снижает эффективность принимаемых мер. В связи с этим инструментарий каждой организации должен содержать надежные методики по поиску причин и решению проблем. В данной статье на примере компании «Робомед» (название изменено) описываются проверенные мировые практики для эффективного решения проблем на производстве.

### Методология

В качестве главного инструмента в статье будет использоваться цикл PDCA, он рекомендован Национальным стандартом Российской Федерации ГОСТ ИСО 9001:2015, одобрен системой Six Sigma, способствует бережливому производству, при этом является естественным способом методического решения задач.



Признать, что проблема существует

Сформировать команду улучшения

Разработать критерии оценки мероприятий

Проанализировать проблему/ процесс

Определить первопричину проблемы

Планирование

#### ШАГ 1. ПЛАНИРОВАНИЕ

- Признать, что проблема существует, и сформулировать ее

Важно знать, с чем бороться, поэтому первое, что необходимо сделать, – это признать проблему и дать ей название. Бывали случаи, когда в процессе формулирования «нерешаемой» проблемы рождалось ее решение, которое затем реализовывалось на практике.

Результат этого этапа работы может выглядеть так: «Долгое время ожидания» или «Слишком много брака», «Станок не включается», «Количество дефектов превышает границы» и т. д. Главная задача – именно отразить суть, а не придумать красивое название.

Руководством компании «Робомед» была сформулирована проблема – «задержка отгрузок из-за отсутствия изделий на участке комплектации заказов».

- Сформировать команду улучшения

Никто не знает тонкости рабочего процесса лучше, чем сотрудники, которые ежедневно в нем участвуют, поэтому они в первую очередь должны быть привлечены к решению проблемы. При этом зачастую одностороннего взгляда изнутри бывает недостаточно, ведь проблема все еще существует и до сих пор не была решена, поэтому важно сформировать рабочую группу из активных сотрудников из разных областей.

**Ключевые слова:** управление качеством, измерения на производстве, электронный сбор данных, цифровизация, PDCA, диаграмма Парето, диаграмма Исикавы.

**Keywords:** quality management, manufacturing measurements, electronic data collection, digitalization, PDCA, Pareto chart, Ishikawa chart.

Она может состоять из руководителей, инженеров, операторов станков, контролеров и т. д.

Компанией «Робомед» была сформирована рабочая группа, в которую вошли руководитель ОТК, руководитель технологического отдела, ведущий технолог, инженер-метролог и председатель группы – инженер по качеству.

## ■ Разработать критерии оценки

Прежде всего рабочей группе необходимо определить, каким образом оценивать прогресс в решении проблемы, то есть выработать критерии. Критерии должны согласовываться с системой SMART:

**S**pecific (конкретность) – критерии четкие и ясные, а не абстрактные. Они отвечают на вопрос «Что именно необходимо оценить?», а также могут содержать дополнительные уточнения: кто привлечен, что должно быть выполнено, где это нужно делать, когда это нужно делать. Например, «измерить количество опозданий отгрузок» вместо «посмотреть, что с отгрузками».

**M**easurable (измеримость) – в чем будет измеряться результат оценки? Если показатель количественный, то необходимо выявить единицы измерения, если качественный, то необходимо выявить эталон отношения. Например,

«длительность процесса измерения детали в минутах» или «процент брака».

**A**ttainable (достижимость) – критерии отвечают на вопрос «Можно ли (целесообразно ли) проводить оценку этого критерия?». Здесь рабочая группа анализирует способы выполнить оценку критерия с учетом реальных возможностей и навыков. Например, «количество примесей марганца в материале детали Б» – конкретный и измеримый критерий, однако может стать нецелесообразным, если для этого необходимо покупать дорогое оборудование и ждать его поставки.

**R**elevant (уместность) – определение истинности критерия. Действительно ли оценка данного показателя позволит оценить влияние данной проблемы и ее возможного решения на конечный результат. Необходимо удостовериться, что оценка данного критерия действительно необходима. Например, «количество работников, задействованных в процессе измерения детали А» может стать неуместным, в случае если этот критерий никак не связан со сформулированной проблемой.

**T**ime-bound (ограниченность во времени) – на данном этапе рабочей группой должен быть установлен период оценки. Например,

«количество задержек за этот месяц». Не лишним будет определить момент времени, до которого критерий должен быть оценен.

На данном этапе командой улучшения «Робомед» было определено, что ключевыми показателями будут «время цикла» и «количество задержек отгрузки».

## ■ Проанализировать проблему/ процесс

### Диаграмма Парето

Вильфредо Парето – итальянский инженер, экономист и социолог, создавший теории, которые впоследствии были названы его именем, – статистическое Парето-распределение и Парето-оптимум, широко применяемые в экономической теории и статистике.

Диаграмма Парето графически отображает правило Парето, которое показывает, что 80 % результатов получают от 20 % действий. Если применить это правило по отношению к несоответствиям, то окажется, что 80 % несоответствий возникает из-за 20 % причин.

В управлении качеством этот инструмент используется для выявления критичных факторов, влияющих на возникновение брака, а также для отделения важных факторов от несущественных. Это дает возможность выстроить приоритеты для корректирующих действий.

Рабочая группа «Робомед» построила диаграмму Парето, где указала причины задержки отгрузок в разрезе полугода работы компании.

Из графика видно, что в 65,62 % случаев отгрузка задерживается из-за отсутствия изделия Г на участке формирования отгрузочного контейнера. Поэтому рабочая группа решает в дальнейшей своей работе сфокусироваться на причинах отсутствия изделия Г.

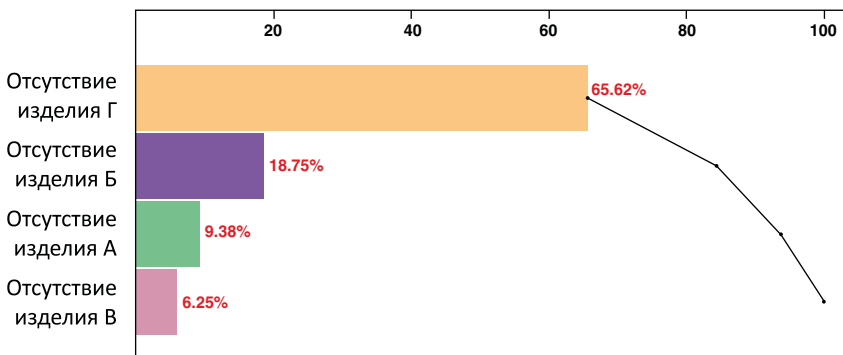
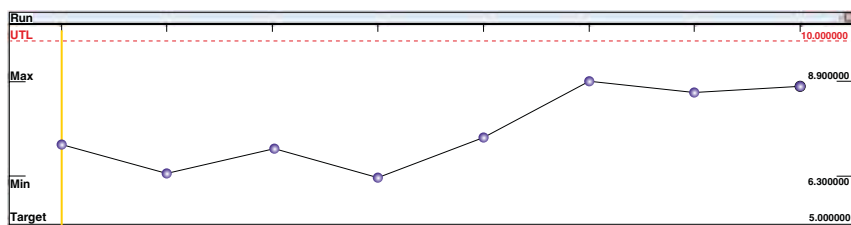


Диаграмма Парето



Временная диаграмма

### Временная диаграмма

Временная диаграмма графически представляет время, затраченное на каждое событие, при повторяющемся событии. Этот простой инструмент помогает проанализировать оптимальность процесса, являющегося объектом оценки. Из временной диаграммы можно увидеть минимальное, максимальное и среднее время, затрачиваемое на событие. Если разница между максимальным и минимальным значением большая, то процесс выстроен не оптимально и, возможно, существуют негативные причины, влияющие на этот процесс.

Специалисты из команды улучшения «Робомед» неоднократно слышали о проволочках на этапе контроля изделий, поэтому прежде всего построили временную диаграмму для операции контроля изделия Г. Так как время на операцию контроля ранее не нормировалось, рабочая

группа установила целевой показатель пять часов на полный контроль одного изделия, а также максимальное значение времени, превышение которого могло бы парализовать работу предприятия.

Из временной диаграммы команда улучшения сделала вывод, что контролеры не укладываются в целевой показатель пять часов на одно изделие, при этом критический барьер превышен не был. Рабочая группа также обратила внимание на разрыв во времени между разными контролерами.

### Процессная карта

Процессная карта схематически показывает этапы выполнения определенных процессов и соответствующих операций. Этот инструмент позволяет визуализировать этапы процесса, что помогает увидеть общую картину, выявить недостаток и потерю ресурсов.

Команда улучшения подготовила процессную карту операции контроля изделия Г.

### Определить первопричину проблемы Пять почему

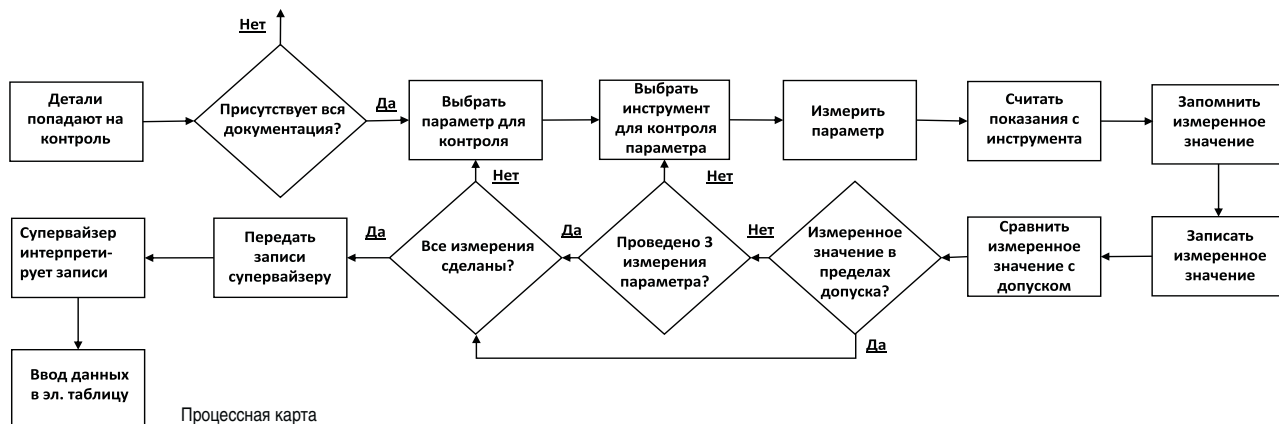
Пять почему – очень простая, но эффективная методика изучения причинно-следственных связей, лежащих в основе определенной проблемы. Ее задачей является поиск первопричины возникновения этой проблемы с помощью неоднократного задавания вопроса «Почему?».

Например, автомобиль не заводится. Почему? Нет бензина. Почему? Не заправил. Почему? Не было денег. Почему? Потратил на конфеты. Таким образом, причина неработающего автомобиля – любовь ответственного за заправку к сладкому и именно с этим прежде всего нужно работать.

### Диаграмма Исикавы

Каору Исикава – наиболее значимый японский теоретик в области управления качеством, профессор Токийского университета, разработавший концепцию кружков качества и диаграмму причинно-следственных связей, впоследствии названную его именем.

Диаграмма Исикавы – графический инструмент исследова-





ния, который помогает выделить наиболее значимые взаимосвязи между причинами и последствиями в исследуемой ситуации. Это облегчает понимание и последующую работу в поиске решений проблемы.

Командой улучшения «Робомед» были отмечены на диаграмме основные негативные факторы, которые приводят к существенному увеличению времени на контроль.

В результате анализа диаграммы Исикавы и процессной карты рабочей группой был сделан вывод, что процедуру контроля значительно замедляет существующий на предприятии процесс регистрации измеренных данных.

### Мозговой штурм

Мозговой штурм представляет собой метод оперативного решения задач на основе разнообразных идей группы людей, которые предлагает каждый участник группы. Предложенные идеи могут рассматриваться в процессе мозгового штурма либо записываться для дальнейшего обсуждения. Привлечение специалистов из различных областей к работе в группе позволяет получить более широкий перечень идей.

В результате мозгового штурма сотрудниками «Робомед» было предложено большое количество возможных решений проблемы, из которых рабочей группой были выбраны следующие варианты:

	Устраняет основную причину	Предотвращает повторение проблемы	Быстро реализуется	Экономически эффективно
Ввод данных			✓	✓
Электронная передача	✓	✓	✓	✓
КИМ	✓	✓		✓

Оценка решений по критериям



Диаграмма Исикавы

- ввод измеренных данных контроллером сразу в компьютер;
- электронная передача данных от измерительных приборов в компьютер;
- применение координатно-измерительной машины (КИМ).

### ШАГ 2. ВЫПОЛНЕНИЕ

На данном этапе проводится выбор и реализация решения.

В процессе выбора каждое рассматриваемое решение оценивается по четырем основным критериям:

- потенциально предотвращает повторение проблемы;
- устраняет основную причину проблемы;
- экономически эффективно;
- может быть осуществлено в пределах разумного количества времени.

Рабочая группа провела оценку предложенных решений.

После анализа командой улучшения «Робомед» была выбрана электронная передача измеренных данных, так как это:

- исключит несколько шагов в процессе;
- разгружает супервайзера, и он может помочь в измерениях;
- имеет низкие начальные затраты;
- может быть реализовано менее чем за одну неделю.

## Электронная передача данных от измерительных приборов в компьютер

### Подбор инструмента

#### Вариант 1.

#### Передача данных по USB

Представляет собой измерительный инструмент с функцией передачи данных, подключенный к компьютеру с помощью USB-кабеля.



**Вариант 2.**

**Беспроводная передача данных**

Представляет собой измерительный инструмент с функцией передачи данных с беспроводным передатчиком (Zigbee, Bluetooth). Один Zigbee-приемник может принимать данные со 100 устройств.



**Вариант 3.**

**Передача через мультиплексор**

Представляет собой измерительный инструмент с функцией передачи данных, подключенный кабелем к компьютеру через мультиплексор. К мультиплексору может быть подключено несколько инструментов.



Во всех указанных вариантах данные могут отправляться в компьютер нажатием кнопки на приборе, нажатием педали либо могут быть запрошены с компьютера.

*Подбор программного обеспечения (ПО)*

**Вариант 1.**

**Электронная таблица (Excel)**



Все указанные выше инструменты при подключении к компьютеру работают как HID-устройства (Human Interface Device), что позволяет собирать данные в электронную таблицу (например, Microsoft Excel).

**Вариант 2.  
ПО USB-ИТРАК**

USB-ИТРАК – программа – посредник между измерительным инструментом и электронной таблицей. Позволяет создать из таблицы интерактивный протокол измерения со следующими дополнительными функциями:

- отмена ввода данных нажатием на функциональную клавишу;
- указание диапазона ячеек для каждого инструмента и размера;
- гибкая настройка направления перемещения курсора при переходе от ячейки к ячейке;
- автоматический вызов документа Excel для ввода данных.

	A	B	C	D	E	F
1	Setting	1	2	3	4	5
2	Dimension X	10.025	10.033	9.964	10.031	10.046
3	Dimension Y	9.082	10.017	10.008	9.996	10.027
4	Dimension H	29.97	30.02	30.07	29.96	30.04
5	External Appearance	OK	OK	NG		

**Вариант 3.  
ПО MeasurLink**

Самостоятельное ПО для сбора, хранения и анализа измеренных данных, которое объединяет в себе функционал Excel и ИТРАК, а также обладает рядом дополнительных возможностей:

- позволяет создать подробную и наглядную карту контроля с фотографиями и описанием;
- может принимать и хранить данные практически с любых электронных средств измерений, включая измерительные машины (координатно-измерительные машины, видеоизмерительные машины и др.);
- является комплексным решением, так как включает в себя пять модулей: сбор и хранение данных, реестр средств измерений, онлайн-мониторинг результатов измерений со всего завода, статистический анализ измеренных данных (SPC), анализ измерительных систем (MSA).



После подробного анализа рабочая группа «Робомед» выбрала инструмент Mitutoyo с беспроводной передачей данных по технологии Zigbee, чтобы исключить появление дополнительных проводов, и программное обеспечение MeasurLink, так как оно позволяет создавать карту контроля, а значит, существенно помогает в процессе контроля.

Это решение было основано:

- на высоком качестве и надежности продукции Mitutoyo;
- богатом опыте компании в области управления качеством;
- легкодоступности технической поддержки.

По техническому заданию от компании «Робомед» специалисты Mitutoyo запустили пилотный про-

ект на участке контроля изделия Г – подготовили необходимый инструмент, выполнили программные настройки и провели обучение для персонала.

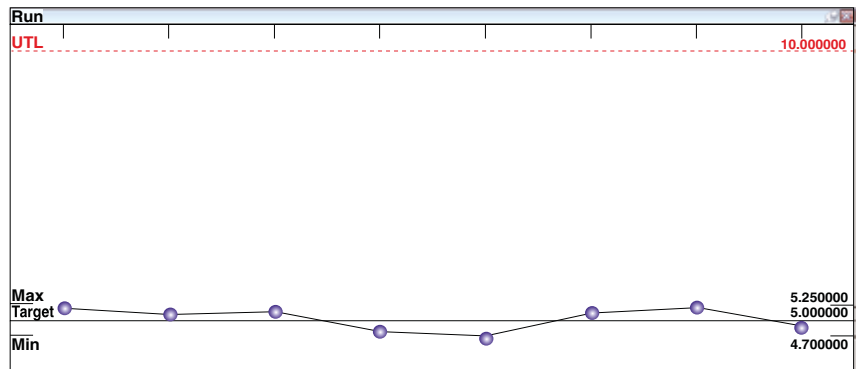
### ШАГ 3. ПРОВЕРКА

После реализации решения необходимо убедиться в эффективности предпринятых шагов, для чего используются критерии и инструменты, выбранные на этапе планирования (шаг 1).

Рабочая группа провела повторное исследование операции контроля с помощью временной диаграммы, процессной карты и диаграммы Парето.

#### Временная диаграмма

Среднее время выполнения операции контроля сократилось с 7,6 до 4,97 часа (около 35 %), разница во времени измерения среди контр-



Временная диаграмма

олов (включая время на регистрацию данных) сократилась с 2,6 до 0,55 часа.

#### Процессная карта

Исследуемый процесс упростился.

При этом технолог взял на себя дополнительные обязанности по формированию карты контроля в ПО MeasurLink.

#### Диаграмма Парето

Задержки из-за отсутствия детали Г сократились с 65,62 до 7,69 %.

### ШАГ 4. КОРРЕКТИРУЮЩИЕ ДЕЙСТВИЯ

Согласно теории Каору Исикавы, если выбранное техническое решение приводит к повторяющемуся положительному результату в рамках рассматриваемого процесса, то данное решение необходимо стандартизировать и придерживаться его вплоть до следующей фазы корректирующих действий (шаг 4) цикла PDCA для данного процесса, а также применить успешное решение к другим производственным

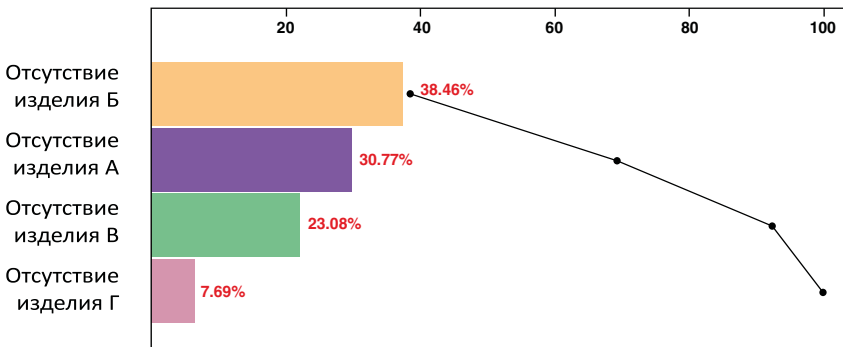
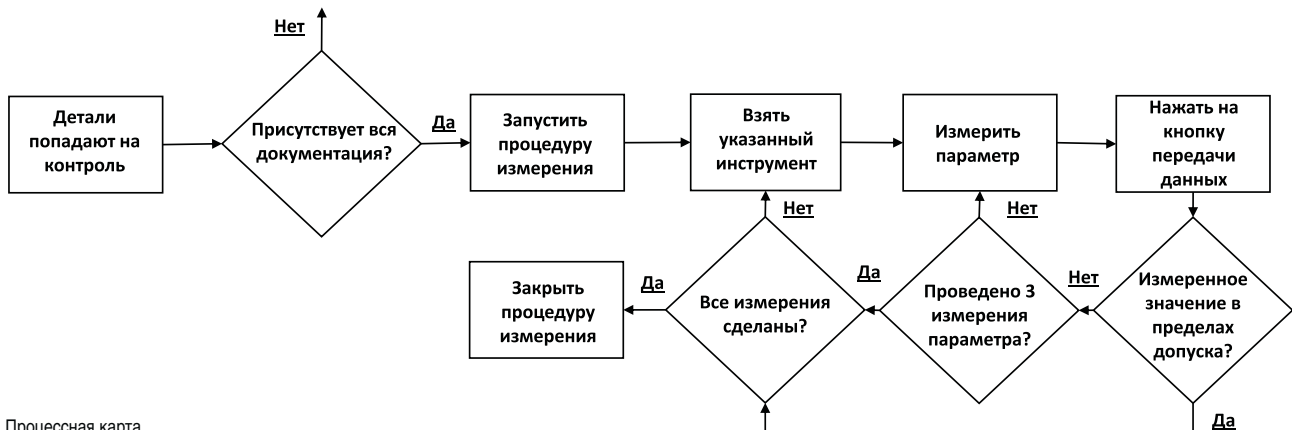


Диаграмма Парето



Процессная карта

участкам и процессам, где это уместно.

Если техническое решение не сработало, то необходимо вернуться к этапу планирования (шаг 1) с учетом полученного опыта и знаний.

Команда улучшения «Робомед» посчитала, что фаза проверки (шаг 3) дала позитивный результат. Было принято решение осуществлять электронный сбор измеренных данных на участках контроля и в цехах механической обработки. В производственных помещениях были созданы посты контроля, представляющие собой верстак с ноутбуком и набором измерительного инструмента. Там операторы станков проводят контроль деталей в процессе операции обработки, в том числе не снимая детали со станка. ПО MeasurLink используется для централизованного сбора данных, что позволяет иметь легкий доступ к измеренным данным, которые хранятся в едином формате для всех средств измерения.

## ШАГ 5.

### ПОСТОЯННОЕ УЛУЧШЕНИЕ

PDCA – это непрерывный цикл улучшения, поэтому, чтобы качество на производстве продолжало расти, а издержки продолжали сокращаться, необходимо постоянно находиться в цикле PDCA.

Компания «Робомед» теперь имеет организованную структуру хранения измеренных данных с об-



щим доступом к ним и наконец может перейти от решения проблем к усовершенствованию процессов.

Рабочая группа запланировала внедрить:

- статистический анализ производственных процессов для серийной продукции;
- анализ измерительных систем для оценки пригодности средств измерения;
- автоматическую передачу корректировок из ПО MeasurLink на станок после измерения.

## Заключение

Рассматриваемые в статье инструменты так или иначе знакомы каждому. Они за долгие годы доказали свою полезность. При этом одно лишь знание этих инструментов не решает проблемы и не улучшает качество на производстве. Чтобы это произошло, необходимо их применять.

Помощь в создании и отладке системы управления качеством продукции на производстве может

оказать компания Mitutoyo. Являясь комплексным поставщиком измерительного оборудования и программных решений, а также имея богатый международный опыт, команда Mitutoyo ежедневно решает реальные производственные задачи в области измерений и управления качеством.

**МИ**

### Список использованных источников

1. Ишикава К. Японские методы управления качеством (сокр. пер. с англ. А.В. Гличёва).
2. Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ ИСО 9001:2015.
3. Королёв В.А. О природе «принципа Парето».
4. Hersey P. Management of Organizational Behavior Hardcover: Utilizing Human Resources.

### References

1. Ishikawa K. Japanese methods of quality management (Short translation from English A.V. Glichev).
2. National standard of the Russian Federation GOST ISO 9001:2015.
3. Korolev V.A. About the nature of the Pareto principle.
4. Hersey P. Management of Organizational Behavior Hardcover: Utilizing Human Resources.



**Дмитрий Юрьевич Михайлов**

директор по качеству ООО «Митутойо РУС», г. Москва

## Abstract

Small enterprises (with up to 50 staff members) often have short informational links between employees, which allows everyone to keep abreast of the processes within the organization. This eliminates the roots of many problems, and those that arise can be resolved quickly enough. In larger organizations, information links are longer and information can be lost in the process of communication. This significantly complicates the process of finding the causes of various losses in production, which, in turn, greatly reduces the effectiveness of the measures taken. In this regard, the toolkit of each organization should contain reliable methodologies for finding causes and solving problems. This article, based on the example of Robomed (the name has been changed), describes the proven world practices for effectively solving problems in production.



ЮБИЛЕЙНАЯ  
КОНФЕРЕНЦИЯ  
2021

# НЕФТЕГАЗ СТАНДАРТ

16-19 НОЯБРЯ | САНКТ-ПЕТЕРБУРГ



## КЛЮЧЕВЫЕ ТЕМЫ

- ◆ Анализ текущего состояния системы технического регулирования и стандартизации в России и ЕАЭС.
- ◆ О реализации Стратегических направлений развития евразийской экономической интеграции в части вопросов технического регулирования.
- ◆ Вопросы развития национальной, межгосударственной и международной стандартизации.
- ◆ Цифровая трансформация предприятий, разработка и применение IT-стандартов в интересах нефтегазового комплекса.
- ◆ Совершенствование нормативно-технического регулирования в строительстве.
- ◆ Метрологическое обеспечение предприятий нефтегазового комплекса.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНО В ПРОГРАММЕ МЕРОПРИЯТИЯ

- ◆ Заседание ТК 23 «Нефтяная и газовая промышленность».
- ◆ Ознакомительная экскурсия на предприятие.
- ◆ Активизация межотраслевого сотрудничества, обмен опытом с коллегами.

## ОРГАНИЗАТОРЫ



Российский союз промышленников и предпринимателей  
Комитет по промышленной политике  
и техническому регулированию

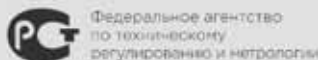


Межотраслевой совет  
по техническому регулированию  
и стандартизации в нефтегазовом  
комплексе России



Правительство  
Санкт-Петербурга

## ПРОВОДИТСЯ ПРИ ПОДДЕРЖКЕ



ТЕХЭКСПЕРТ

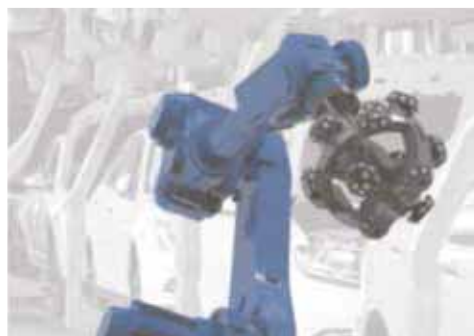
WWW.RGTR.RU

ПО ВОПРОСАМ УЧАСТИЯ И СОТРУДНИЧЕСТВА ОБРАЩАТЬСЯ

Карманцева Екатерина | +7 (495) 730 73 16 (доб. 634)  
karmancevaEV@cbtc.ru | моб.+7 (916) 972 8387

# 3D-сканеры на службе автоматизированного контроля геометрии

В.С. Дюжев



В июле этого года правительство Российской Федерации утвердило стратегию развития аддитивных технологий\*. Стратегия рассчитана на достаточно большой срок – до 2030 года. Разбор самой стратегии – это тема для отдельной статьи, но факт ее появления говорит о том, что на сегодняшний день правительство, как и большинство компаний и производств в России (по опыту компании I3D), признает тот факт, что за аддитивными технологиями стоит не столько будущее, сколько уже настоящее. На сегодняшний день существует огромный спектр задач, которые не могут быть реализованы без привлечения аддитивных технологий. А задачи, которые выполнялись традиционными методами, могут быть выполнены в разы быстрее и качественнее.

У людей, отдаленно знакомых или не знакомых вообще с таким термином, как «аддитивные технологии», наверняка возникает вопрос: что это такое и какая связь между «аддитивкой», 3D-принтерами и 3D-сканерами?

Слово «аддитивный» происходит от английского слова add, которое переводится как «добавлять», «прибавлять». Это слово напрямую связано с технологиями 3D-печати, так как в отличие от традиционных методов изготовления деталей, в которых материал срезается с болванки на станке, принтеры работают по принципу послойного добавления материала, тем самым формируя необходимую геометрию. Логика определения вполне понятна и проста, но 3D-сканеры ничего не «добавляют». Так почему же они тоже относятся к аддитивным технологиям? Самый простой ответ на этот вопрос – «так сложилось исторически», но только в России и странах СНГ. В Китае, странах Европы и США принтеры и ска-

неры никогда не объединяли одним понятием. В России же это случилось из-за появления на предприятиях директоров по инновациям, которые занимались поиском и внедрением нового оборудования и решений. Принтеры и сканеры прекрасно работают в паре: после печати объекта сложной формы быстро и точно проконтролировать его геометрию можно только сканером или же, оцифровав объект и получив его трехмерную модель, легко можно провести доработку геометрии под свои задачи и изготовить прототип с использованием принтера. Именно таким образом две абсолютно разные технологии, призванные решать разные задачи, были объединены одним понятием – «аддитивные технологии».

В этой статье мы не будем рассматривать принтеры, а сделаем упор на технологии трехмерного сканирования, в особенности методом лазерной триангуляции, и задаче контроля геометрии. Чем обусловлен выбор метода лазерной

триангуляции, будет понятно чуть дальше.

На протяжении всей истории человечества существовало и существует огромное количество инструментов для снятия и контроля размеров. Когда-то длина могла измеряться и локтями, длина которых была разной у разных людей, а снятие размеров штангенциркулями и КИМами и использование калибров для контроля сложной геометрии было совершенно нормально еще пять–десять лет назад.

Так же как эволюционировал эталон длины, пройдя путь от указа «О системе Российских мер и весов», принятого в 1835 году и установившего эталоном платиновую сажень, до разработки и установления Международной системы единиц (СИ), определяющей эталоном длины метр, выраженный через скорость света, эволюционировал и подход к измерениям. Сегодня нет необходимости использовать и хранить штангенциркули, радиусомеры, резьбомеры и калибры, тратить время на несисте-

**Ключевые слова:** стратегия развития аддитивных технологий, 3D-сканер, автоматизированный контроль геометрии, технологии 3D-сканирования, лазерная триангуляция, структурированный подсвет.  
**Keywords:** strategy for the development of additive technologies, 3D-scanner, automated geometry control, 3D-scanning technologies, laser triangulation, structured illumination.

\* Стратегия развития аддитивных технологий



матризованную запись полученных размеров. С помощью технологии 3D-сканирования можно создать виртуальную копию объекта, а снятие размеров проводить не в холодном цеху, а в офисном помещении за компьютером. Особенно стоит отметить, что результаты сканирования могут сохраняться в базе данных, тем самым обеспечивается доступ к геометрии детали в любое время.

На диаграмме показаны все технологии по оцифровке геометрии объектов.

Принципиально есть всего два способа оцифровки геометрии объекта – контактный и бесконтактный. Контактный способ всем хорошо известен и представляет собой определение координат точки на объекте с помощью щупа, КИМа. Бесконтактный способ осуществляется оборудованием, которое можно назвать 3D-сканером. Не всегда, но в большинстве случаев такое название будет подходящим.

Эта технология также разделяется на два разных подхода: пассивный и активный. Пассивный заключается в том, что сканер не испускает никакое излучение на объект (под излучением понимаются рентгеновское излучение, радиоволны, свет и т. д.). Активный, в свою очередь, – излучает.

В рамках статьи мы не будем рассматривать пассивную технологию, а углубимся в активную. Здесь также существует два варианта. Технология дальнометрии чем-то похожа на лазерную линейку. Такой сканер испускает лазерный луч и, измеряя время, за которое луч вернется на приемник, рассчитывает расстояние до точки. Зная вертикальный и горизонтальный углы поворота сканера и расстояние до точки, программное обеспечение определяет положение ка-

ждой точки в системе координат. За одну секунду такой сканер может собрать до миллиона точек. Эта технология прекрасно подходит для оцифровки больших пространств, от комнат до площадей, дальность сканирования может достигать до 350 метров.

Что касается лазерной триангуляции и технологии структурированного подсвета, то это два похожих по своей идее принципа оцифровки объектов с габаритом от нескольких миллиметров до десяти метров с высоким качеством и очень высокой точностью.

3D-сканеры, использующие принцип лазерной триангуляции, работают по схеме, изображенной на рисунке 1. Этот принцип работы основан на расчете расстояния от излучателя лазера до точки через соотношения треугольников с использованием известных параметров системы.

3D-сканеры, использующие принцип структурированного подсвета, работают по схеме, изображенной на рисунке 2. Этот принцип работы похож на принцип работы человеческих глаз. Линии света изгибаются на объекте, а две камеры смотрят на линии под двумя известными углами. Зная параметры системы, программное

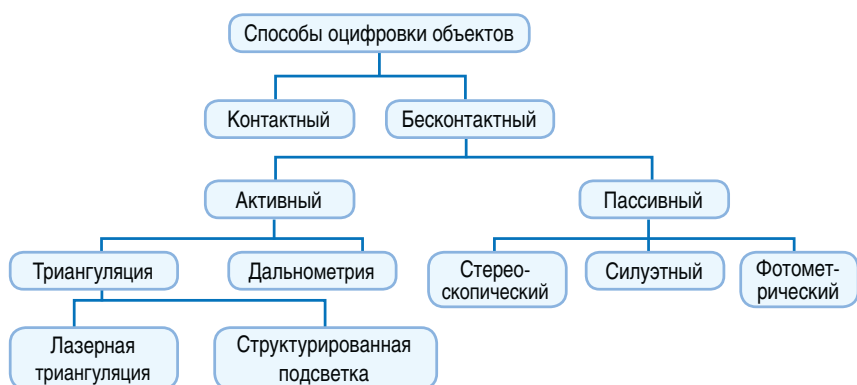
обеспечение рассчитывает положение точек.

Независимо от типа 3D-сканера и технологии, по которой он работает, результат сканирования всегда будет представлять собой облако точек в некой системе координат. Часто для более удобной работы с результатом сканирования облако точек триангулируется. Таким образом улучшается визуальное восприятие модели.

На рынке технология лазерного сканирования представлена в основном ручными лазерными сканерами, а структурированный подсвет – стационарными оптическими. Конечно, ручные оптические сканеры также имеют место, но для решения инженерных задач они подходят редко, так как их главной задачей в основном является визуализация объектов. Такие сканеры имеют возможность сканирования с цветом.

Важно отметить, что сканирование на оптику может проводиться как с метками, так и без меток. Лазерные сканеры, в свою очередь, работают только по меткам. Это связано с принципом, по которому результаты сканирования располагаются в единой системе координат. Оптика за один кадр оцифровывает сразу целый уча-

**Диаграмма**  
Технологии по оцифровке геометрии объектов



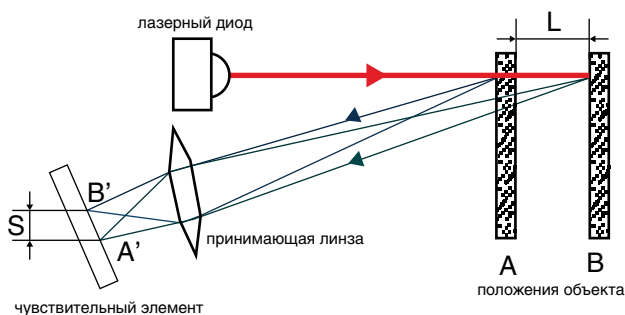


Рис. 1 Принцип работы технологии лазерной триангуляции

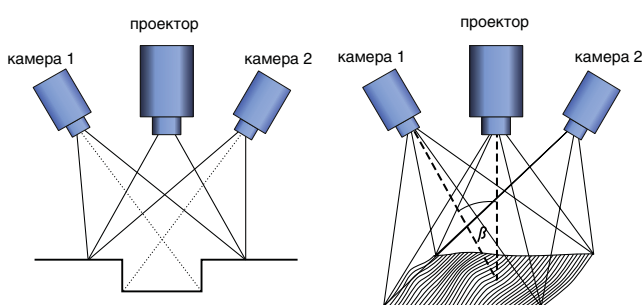


Рис. 2 Принцип работы технологии структурированного подсвета

сток объекта. После съемки второго кадра с новой геометрией оба кадра совмещаются друг с другом по их общей геометрии или же по меткам. Таким образом из кадров формируется полная геометрия.

Лазерный сканер оцифровывает только те точки, на которые попадают линии лазера. Таким образом, сканер не видит общую геометрию и ориентироваться по ней не может. Для определения позиционирования

сканера относительно объекта используются метки либо трекер, следящий за сканером в определенном объеме пространства.

В таблице указаны некоторые характеристики, а также преимущества и недостатки ручных лазерных и оптических стационарных сканеров. Проанализировав таблицу, можно сделать вывод о задачах, решаемых тем или иным оборудованием.

## О задачах лазерного и оптического сканирования

Задачи лазерного сканирования – сканирование средне- и крупногабаритных объектов без напыления с высокой скоростью и точностью для последующего контроля геометрии или реверс-инжиниринга.

Задачи оптического сканирования – нечастое сканирование малень-

Таблица Сравнение технологий лазерной триангуляции и структурированного подсвета

	Лазерная триангуляция	Структурированный подсвет
Точность сканирования небольших объектов (до 20 см на габарите)	Точность может достигать 20 мкм	Точность может достигать 4 мкм
Детализация (разрешение)	Лазерные сканеры не отличаются высоким разрешением, в основном оно составляет 50–100 мкм. Большинство производителей заявляют разрешение 10 мкм, но нужно понимать, что оно «подкручено» в ПО	Оптические сканеры обладают самой высокой детализацией. Расстояние между точками на результате сканирования может составлять до 20 мкм. Это значит 50 точек на один мм
Сканирование блестящих и черных поверхностей	Современные лазерные сканеры хорошо справляются с такими типами поверхностей, почти не приходится использовать матирующее напыление	Оптические сканеры плохо справляются с блестящими, черными и красными поверхностями. Почти всегда приходится использовать напыление, толщина слоя которого составляет от 10 до 20 мкм, что нивелирует высокую точность сканера
Скорость сканирования небольших объектов	Ручные лазерные сканеры обладают очень высокой скоростью работы. Например, сканирование фланца диаметром 200 мм займет не более 30 минут с момента включения сканера до экспорта результата сканирования	Оптические сканеры «платят» за высокую точность временем сканирования. Сканирование фланца диаметром 200 мм может занять до 100 минут, 60 из которых – время на прогрев, 40 – само сканирование
Скорость сканирования крупногабаритных объектов	Сканирование лицевой части вагона от поезда «Иволга 3.0» для последующего замера посадочного места лобового стекла с помощью ручного лазерного сканера заняло: прогрев – 15 минут, нанесение меток – 30 минут, сканирование – 180 минут, удаление меток – 15 минут. Итого – около четырех часов	Сканирование такой же части поезда на оптический стационарный сканер заняло бы: прогрев сканера – 60 минут, нанесение меток – 30 минут (фотограмметрия при необходимости – 60 минут), сканирование – 300 минут. Итого – около семи часов. А любой форс-мажор растянет сканирование до двух рабочих дней



ких и среднегабаритных объектов с высоким разрешением и точностью.

А существуют ли решения для оцифровки геометрии, например, пятидесяти объектов в день? Как оказалось, такие системы есть. Идея работы подобных систем заключается в том, что сканер, оптический или лазерный, закрепляется на роботе-манипуляторе. Таким образом, движение сканера относительно объекта осуществляется роботом согласно управляющей программе, что в разы увеличивает скорость сканирования. Например, с помощью автоматизированной системы оцифровать лопатку с габаритом 250 мм и получить отчет о контроле геометрии можно всего за четыре минуты! Рассмотрим принцип такой системы на примере ScanTech AutoScan-T42, которая изображена на рисунке 3.

Работа с системой AutoScan-T42 состоит из этапов:

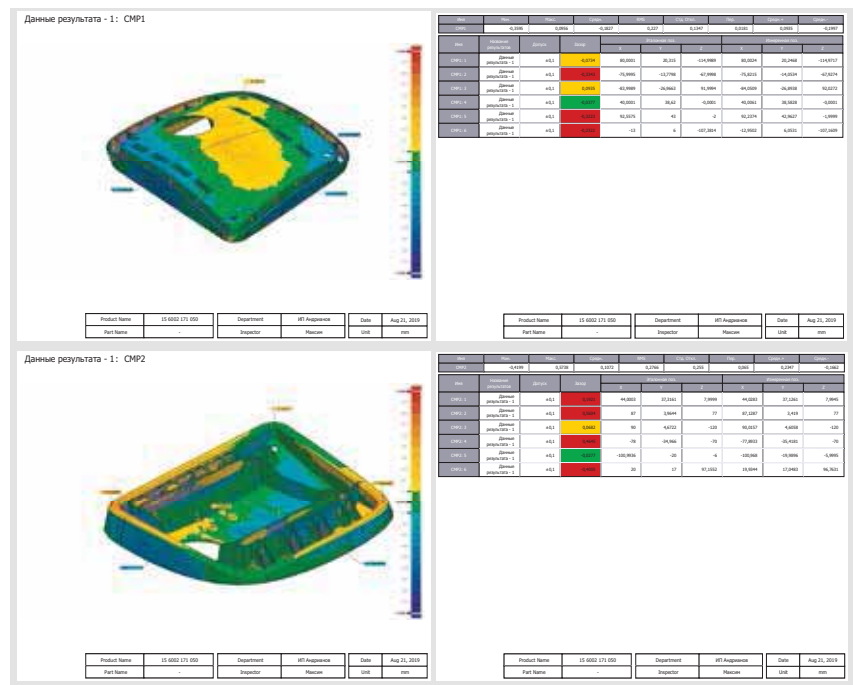
- написания управляющей программы для робота оператором системы в программном обеспечении, поставляемом в комплекте от производителя;
- создания типового проекта по контролю геометрии в специальном ПО с заданием необходимых размеров, сечений, контрольных точек, соосностей, плоскостностей и прочих параметров, которые необходимо контролировать;
- закрепления объекта сканирования внутри системы;
- непосредственно самого сканирования (сканирование осуществляется без нанесения меток, так как трекер отслеживает положение сканера в течение всего процесса сканирования, необходимости в метках нет. Объект сканирования может быть крупногабаритным и на определенном этапе сканирования оказаться между сканером и



**Рис. 3**  
Общий вид системы AutoScan-T42

### Комплектация системы ScanTech AutoScan-T42

- 3D-сканер и трекер Scantech Autoscan P42;
- промышленный робот-манипулятор;
- управляющая станция;
- рабочая станция;
- донгл;
- программное обеспечение для совместной работы сканера и робота;
- защитная рама;
- специальное ПО для создания отчетов по контролю геометрии



**Рис. 4**  
Пример отчета по контролю геометрии

- трекером, тем самым не позволяя трекеру определить местоположение сканера. Решение в таком случае достаточно тривиально: система поддерживает одновременную работу двух трекеров);
- автоматического экспорта результата сканирования в про-

- граммное обеспечение для создания отчета по контролю геометрии;
- замены сканируемого объекта на следующий, пока происходит автоматическое создание отчета по контролю геометрии;
- сканирования следующего объекта.

Если говорить о производительности такой системы, в день можно проконтролировать геометрию более 70 небольших объектов с габаритами 20–30 см или несколько объектов с габаритами 1–2 м.

Максимальный размер контролируемых изделий ограничен размерами робота и объемом пространства, которое отслеживает трекер (до 18 м<sup>3</sup>).

### О преимуществах системы TrackScan

Ранее упоминалось, что похожую систему по автоматическому контролю геометрии можно собрать и с использованием оптического сканера. Так каковы же преимущества системы, собранной на основе системы TrackScan?

Самое очевидное преимущество – это возможность сканирования без напыления. При большом количестве блестящих изделий, которые необходимо контролировать, затраты времени на нанесение напыления могут быть равны или даже превосходить время самого сканирования. Таким образом, производительность оптической системы в некоторых случаях в два или более раз меньше, чем у лазерной.

Второе преимущество – возможность сканирования крупногабаритных объектов с высокой точностью без использования фотограмметрии. У оптических систем автоматизированного сканирования есть возможность использования системы фотограмметрии для сохранения точности сканирования. Без использования системы фотограмметрии оптический сканер непредсказуемо теряет в точности на объектах, в два и более раз превышающих по габаритам его зону сканирования. В системе TrackScan

точность будет всегда постоянна, независимо от габаритов объекта, и будет определяться трекером, а если точности трекера не хватает, можно ее поднять с помощью системы фотограмметрии.

Третье преимущество по счету, но не по значимости – цена. Стоимость ScanTech AutoScan-T42 в два раза ниже аналогичных систем, по-

строенных на базе оптических сканеров GOM или AICON.

Кроме преимуществ, у системы, безусловно, есть недостатки. Поскольку используется лазерный сканер, по разрешению уступающий оптике, качественно оцифровать очень мелко детализированные объекты, скорее всего, не получится.



Рис. 5 Система AutoScan-T42 за работой

**Компания ATK auto technology Co., Ltd**  
Контроль геометрии корпусов.  
Оборудование:

- система TrackScan-T42 на промышленном роботе ABB;
  - внешний поворотный столик.
- Время сканирования одного корпуса – 4–5 минут.

Система осуществляет контроль десяти корпусов за один час



Рис. 6 Система AutoScan-T42 за работой

**Компания Guangzhou qingyuan Aiji Auto Co., Ltd**

Контроль геометрии продукции.

Оборудование:

- система TrackScan-T42 на промышленном роботе Motoman.

Время сканирования одной детали – 1,5 минуты.

Система осуществляет контроль тридцати деталей за один час



18–21 октября в рамках выставки «ТЕХНОФОРУМ-2021» пройдет конференция «ИНДУСТРИЯ-3D», на которой специалисты

i3D продемонстрируют работу 3D-решений на базе измерительных систем SCANTECH. Компания i3D приглашает всех желающих зарегистрироваться на эту конференцию на сайте [web.industry3d.ru](http://web.industry3d.ru) и посмотреть своими глазами работу устройств, а также задать все интересующие вопросы нашим экспертам.

Кроме того, на стенде компании i3D можно будет посмотреть вживую работу системы AutoScan-T42 на роботизированной руке Fanuc, а также всю линейку сканеров ScanTech.

## Заключение

На сегодняшний день в России пока что не установлена ни одна система AutoScan-T42, так как ее производство началось всего около полугода назад. Процесс внесения системы в реестр СИ уже начался, испытания пройдены успешно.

В стране, где находится производитель, Китае, система уже сейчас прекрасно себя проявляет в задачах автоматизированного контроля геометрии (см рис. 5 и 6).

МИ

### Список использованных источников

1. Стратегия развития аддитивных технологий в Российской Федерации до 2030 года (<http://static.government.ru/media/>

files/ogvdrJAzZEx7roHJAZwVEGZw6yTxBaJu.pdf).

2. Техническая документация Scantech (Hangzhou) Co., Ltd., Китай.
3. Gerardo Antonio Idrobo-Pizo, José Mauricio S. T. Motta, Renato Coral Sampaio. A Calibration Method for a Laser Triangulation Scanner Mounted on a Robot Arm for Surface Mapping, 2019. 20 p. DOI: <https://doi.org/10.3390/s19081783>.

### References

1. Strategiya razvitiya additivnykh tehnologii v Rossijskoy Federacii do 2030 goda (Strategy for the development of additive technologies in the Russian Federation until 2030). Available at <http://static.government.ru/media/files/ogvdr-JAzZEx7roHJAZwVEGZw6yTxBaJu.pdf> (assessed 17.08.2021)
2. Technical Documentation Scantech (Hangzhou) Co., Ltd., China.
3. Gerardo Antonio Idrobo-Pizo, José Mauricio S. T. Motta, Renato Coral Sampaio. A Calibration Method for a Laser Triangulation Scanner Mounted on a Robot Arm for Surface Mapping, 2019, 20 p. DOI: <https://doi.org/10.3390/s19081783>

## Abstract

This article provides a brief overview of 3D-scanning technologies for digitizing objects from a few millimeters to ten meters in size, as well as a comparison of structured illumination and laser triangulation technologies when used in automated scanning systems.



**Владислав Сергеевич Дюжев**

специалист по 3D-решениям, компания i3D, г. Москва  
[www.i3D.ru](http://www.i3D.ru)

## 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
- Импортзамещение, 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](http://www.ria-stk.ru)

СПРАВКИ: тел.: (495) 771 6652 (доб. 123), e-mail: [editor\\_site@mirq.ru](mailto:editor_site@mirq.ru)

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

# «РИМС-1» дает показания: примерно в 6 и 18 часов по московскому времени

**Ионный состав протона, гелия, кислорода и азота ( $H^+$ ,  $He^+$ ,  $O^+$ ,  $N^+$ ) экзосферы Земли на высотах 810–830 км в течение одного цикла 2010–2011 гг. во время наблюдений солнечных циклов**

М.С. Иванов, В.Б. Лапшин, А.Ю. Репин, Б.М. Кирюшов

В статье представлен анализ данных масс-спектрометрических измерений ионного состава верхней атмосферы на высотах 810–830 км. При этом проводилось сопоставление временной изменчивости концентрации  $H^+$ ,  $He^+$ ,  $O^+$ ,  $N^+$ .



**Ключевые слова:** экзосфера, дистанционное зондирование, масс-спектрометры, зондирование.  
**Keywords:** exosphere, remote sensing, mass spectrometers, sensing.

## Введение

В ИПГ им. академика Е.К. Федорова длительное время проводятся наблюдения концентраций ионов протонов, гелия, кислорода и азота при помощи прибора РИМС-1. Данные измерений поступают с КА «Метеор-М» ежедневно. Прибором «РИМС» измеряются концентрации тепловых ионов. В настоящей работе проведено наблюдение падения концентрации кислорода от начала 2010 года до начала 2011 года.

## 1. Используемая аппаратура

Спутники «Метеор-М» № 1 включены в «Единую территориально-распределенную информационную систему дистанционного зондирования Земли» (ЕТРИС ДЗЗ). Они были запущены на круговую солнечно-синхронизированную орбиту, на борту спутников установлены масс-спектрометры «РИМС». Датчики приборов «РИМС» ориентированы вдоль траекторий КА «Метеор-М» навстречу ионному потоку, измеряются амплитуды тока при пролёте тепловых ионов. Измерения проводятся два раза в день, начало измерений примерно в 6 и 18 часов МСК.

Длительность каждого сеанса измерений – 102 минуты, при этом начальная точка находится в северной вершине траектории на широте около  $82^\circ$  [1]. Во время сеанса измерений спутник совершает один полный оборот. Каждые 10 секунд проводится сканирование амплитуд ионных токов по атомным массам, всего два цикла, или 20 секунд. Сканирование ведётся в двух диапазонах – легких ионов (1–4 ат.ед.м.) и тяжелых ионов (4–20 ат.ед.м.). Полное количество измерений составляет примерно 305 за один сеанс. Сканирование ионов лёгких и тяжёлых масс осуществляется в первом и втором 10-секундных интервалах и осуществляется на протяжении приблизительно 80 км вдоль траектории спутника. Траектория спутника проходит первой своей половиной через 6 часов и через 18 часов второй половиной под надиром Солнца.

## 2. Положения Солнца и концентрация $O^+$

Ориентация траектории КА «Метеор-М» выбрана таким образом, что все измерения начинаются в интервале от 5 до 6 часов по московскому времени и от 17 до 18 часов (длительность одного цикла измерений 102 минуты), пересечение экватора проходит примерно на долготах  $100^\circ$  и  $280^\circ$ . Солнце в этот период располо-

жено на долготах  $140^\circ$ – $120^\circ$ , т.е. оно все время освещает восточный участок траектории.

Измерения с помощью спутника «Метеор-М-1» начались в 2009 году. Измеряемые концентрации ионов нумеровались относительными единицами в диапазоне 0–230 ед. Сравнение измерений на границе 2009–2010 годов позволили установить абсолютные значения концентрации  $O^+$ , при этом концентрация ионов кислорода на уровне относительных единиц 230 (уровень выхода на пределы шкалы и выше) составила 50000 ед./см<sup>3</sup>. Точность при этом составляет 5000 ед./см<sup>3</sup>. Таким образом, действующий диапазон измерения на спутниках «Метеор-М» 1 и 2 составляет 0–50000 ед./см<sup>3</sup>.

## 3. Наблюдение

3.1. Наблюдение пополнения экзосферы Земли атомарным водородом космического происхождения. Произведена оценка и совпадения общего содержания атомарного водорода в экзосфере с количеством протонов (после термализации преобразованных в ионы водорода), выпавших в осадок в зоне Бразильской аномалии по данным спутников «Метеор-М» и NOAA-19, спутники подтвердились.

Наблюдаемое совпадение указывает на то, что скорости пополнения водорода за счет осаднения из радиационных поясов и рассеяния в космическое пространство по порядку величины совпадают. Сделан вывод о том, что водород экзосферы имеет в основном космическое происхождение и его основным источником являются термолизованные протоны галактических космических лучей, солнечных космических лучей и, частично, солнечный ветер [2].

Показаны в двух зонах наблюдения протонов – H1s до концентрации 120 ед. и H2s – до концентрации 200 ед. Все измерения показаны в интервалах 0–365 дней в диапазоне широт от  $-82^\circ$  до  $+82^\circ$ . Протоны H1s попадают до высоты 100 км, где термолизируются в зоне Бразильской магнитной аномалии. Далее они поднимаются в экзосферу на высоты 700–1000 км, где сохраняются условия стабильного содержания водорода.

Ежедневно проводятся измерения концентраций H1s по круговому циклу длительностью 102 мин, старт около 5–6 часов МСК. Такие же измерения концентрации водорода проводится для H2s, но в другое время – старт около 17–18 часов МСК и также в интервале 102 мин. Наблюдаются соотношение концентраций H1s 120 ед. и H2s 200 ед. – примерно в два раза.

Данные наблюдения достаточно стабильны, линия H1s расположена вдоль широт в зоне  $5^\circ$ – $15^\circ$ . Линия H2s

распределяется в большей зоне  $-45^{\circ}$ – $-25^{\circ}$ . Частота наблюдений в год (за каждые дни) составляет около 50%. Сравнение данных показывает отсутствие влияния водорода на гелий, кислород и азот.

В качестве примера наблюдается участок «кислород O1s» (рис. 1).

3.2. Гелий (He1s, He2s) и кислород (O1s, O2s) являются «связанными» друг с другом величины. В этом случае гелий и кислород не стыкуются.

При этом концентрации наблюдаемых величин заметно отличаются: гелия в 12 раз меньше He1s и в 8 раз меньше He2s (доля кислорода: концентрация O1s составляет 250 ед. и концентрация O2s – 200 ед.).

### 3.3. Кислород (O1s, O2s) и азот (N1s, N2s)

Основа кислорода в форме O2s заметно отличается от O1s – занят северный участок от 80 дней до 300 дней на широтах  $70^{\circ}$ – $-82^{\circ}$ . Также O2s активны на участках 0–80 дней и 320–365 дней, при этом широты от  $-82^{\circ}$  до  $-75^{\circ}$ . Ещё наблюдается зона активности O2s в зоне экватора с концентрацией 20–40 ед., отмечается форма в виде дуги с повышением  $+5^{\circ}$  на уровне 180 дней и понижение до  $-10^{\circ}$  на уровне нулевого дня. При этом наблюдаются появления в зонах гелия и кислорода без стыковки O2s и He2s.

В целом источником комплекта является выброс зарядов Солнца. Наблюдается природа магнитных вариаций на Солнце с высоким пространственным и временным разрешением, получаемых на космических обсерваториях.

В 1968 году академик А.Б. Северный провел измерения магнитного поля по всему диску Солнца и выявил их немалые материалы. В работе наблюдались вариации магнитного поля, которые не были выяснены окончательно (в основном изучались только поверхностные слои) [3].

4. В результатах показываются величины концентраций наблюдаемых элементов  $H^+$ ,  $He^+$ ,  $O^+$ ,  $N^+$  [4]. Стабильно наблюдаются годовые циклы во всём диапазоне от северных до южных измерений, включая ежедневно в диапазонах (102 мин, старт 5–6 часов и 17–18 часов МСК).

Основные наблюдения локальных измерений, не входящих в измерения «РИМС», проводятся в отдельных зонах с высотами не более 600 км, а на многих участках данных не наблюдается.

В настоящий время получены стабильные и интересные данные приборов «РИМС-1» и «РИМС-2» начиная с 2009 до 2021 г., при этом выявлен начальный новый, 25-й солнечный цикл – 04 апреля 2020 года.

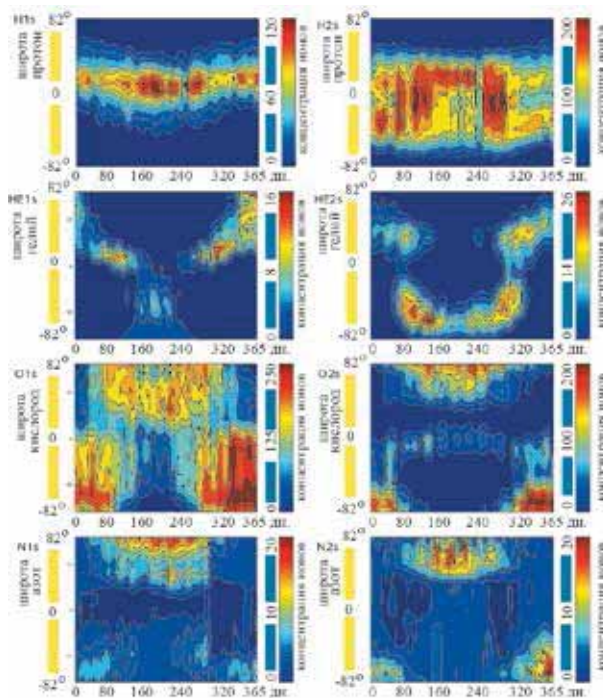


Рис. 1  
2010–2011 годы – синхронное наблюдение концентраций водорода, гелия, кислорода и азота с помощью прибора «РИМС-1» на высоте 810–830 км. По горизонталям показаны годовые циклы 0–365 дней, по вертикали – широты



Рис. 2  
Наложение «красным» – зоны концентрации кислорода O1s и концентрации «бежевого» – гелия He1s. Рисунок можно сравнивать на участках O1s и He1s

## Выводы

- Спутник «Метеор-М-1» включен в «Единую территориально-распределенную информационную систему дистанционного зондирования Земли» (ЕТРИС ДЗЗ). Они были запущены на круговую солнечно-синхронизированную орбиту, на борту спутников установлены масс-спектрометры «РИМС».
- Измерения с помощью спутника «Метеор-М-1» начались в 2009 году. Сравнение измерений на границе 2009–2010 гг. установили абсолютные значения концентраций. Точность составляет 5000 ед./см<sup>3</sup>. Действующий диапазон измерения на спутниках «Метеор-М» 1 и 2 составляет 0–50000 ед./см<sup>3</sup>.

- Представлено наблюдение экзосферы Земли атомарным водородом космического происхождения. Произведена оценка общего содержания атомарного водорода в экзосфере с количеством протонов (в ионы водорода), выпавших в осадок в зоне Бразильской аномалии, по данным спутников «Метеор-М» и NOAA-19.
- Ежедневно проводятся измерения концентраций H<sup>1</sup>s по круговому циклу длительностью 102 мин, старт около 5–6 часов МСК. Наблюдается соотношение концентраций H<sup>1</sup>s 120 ед. и H<sup>2</sup>s 200 ед. – примерно в два раза.
- Источником комплекта является выброс зарядов Солнца. Наблюдается природа магнитных вариаций на Солнце с высоким пространственным и временным разрешением, получаемых на космических обсерваториях.
- В 1968 году академик А.Б. Северный провел измерения магнитного поля по всему диску Солнца и выявил их немалые материалы. В работе наблюдались вариации магнитного поля.
- Частота наблюдений в год (за каждые дни) составляет около 50%. Сравнение данных показывает отсутствие влияния водорода на гелий, кислород и азот.

МИ

**Список использованных источников**

1. Иванов М.С., Лапшин В.Б., Репин А.Ю. Роль геомагнитных аномалий в распределении концентрации ионов O<sup>+</sup> с учётом сезонного положения Солнца по данным космического комплекса «Метеор-М». Доклады академии наук. Том 481, № 1, ISSN0869–5652, июль 2018.
2. Лапшин В.Б., Иванов М.С., Котонаева Н.Г., Буров В.А., Репин А.Ю. Протоны радиационных поясов как источник водорода в атмосфере Земли. Доклад в РАН, 17.09.2019 г.
3. Северный А. Solar Dynamic Observatory, Helioseismic and Magnetic Imager, NASA 2010.
4. Иванов М., Кирюшов Б., Репин А. Мониторинг состава ионов в экзосфере // Мир измерений. – 2019. – № 1.

**References**

1. Ivanov M.S., Lapshin V.B., Repin A.Yu. The role of geomagnetic anomalies in the distribution of the concentration of O<sup>+</sup> ions taking into account the seasonal position of the sun according to the data of the Meteor-M space complex. Reports of the Academy of Sciences. Volume 481, number 1, ISSN0869–5652, July 2018. (In Russian)
2. Lapshin V.B., Ivanov M.S., Kotonaeva N.G., Burov V.A., Repin A. Yu. Protons of radiation belts as a source of hydrogen in the Earth's atmosphere. Report in the Russian Academy of Sciences, 17.09.2019. (In Russian)
3. Severny A. Solar Dynamic Observatory, Helioseismic and Magnetic Imager, NASA, 2010.
4. Ivanov M., Kiryushov B., Repin A. Monitoring of ion composition in the exopause. *Mir izmereniy [Measurements World]*, 2019, no 1. (In Russian)



**Михаил Сергеевич Иванов**

главный специалист отдела № 8 ФГБУ «Институт прикладной геофизики им. академика Е.К. Фёдорова», г. Москва



**Владимир Борисович Лапшин**

доктор физико-математических наук, профессор, главный научный сотрудник отдела № 8 ФГБУ «Институт прикладной геофизики им. академика Е.К. Фёдорова», г. Москва



**Андрей Юрьевич Репин**

доктор физико-математических наук, доцент, директор ФГБУ «Институт прикладной геофизики им. академика Е.К. Фёдорова», г. Москва



**Борис Михайлович Кирюшов**

кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник отдела № 8 ФГБУ «Институт прикладной геофизики им. академика Е.К. Фёдорова», г. Москва

20 лет в России



Уважаемая редакция журнала «Мир измерений»!  
Разрешите поздравить ваш коллектив с юбилеем!  
Выражаю вам сердечную благодарность за высокий профессионализм, оперативность, слаженную работу и многолетнее плодотворное сотрудничество. Желаю журналу дальнейших профессиональных успехов, совместного плодотворного сотрудничества, новых интересных публикаций, развития и процветания!

Директор ФГБУ «ИПГ»  
А.Ю. Репин

**Abstract**

The article presents an analysis of the mass spectrometric measurements of the ion composition taken at the upper atmosphere at altitudes of 810–830 km. The time variabilities of H<sup>+</sup>, Ne<sup>+</sup>, O<sup>+</sup>, N<sup>+</sup> concentrations were also compared.

# Квантовая метрология: взаимодействие измерителя с квантовой системой

А.В. Белинский

По несколько экзальтированному утверждению Ричарда Фейнмана, вся квантовая механика заключена в одном-единственном эксперименте двущелевой интерференции одиночных квантовых частиц. Он писал [1]: «...Только этот эксперимент, который специально придуман таким образом, чтобы охватить все загадки квантовой механики и столкнуть вас со всеми парадоксами, секретами и странностями природы на все сто процентов. Оказывается, любой другой случай в квантовой механике всегда можно объяснить, сказав: «Помните наш эксперимент с двумя отверстиями? Здесь – то же самое»... Именно в нем заключена основная загадка».

## 1. Введение

И хотя прошло уже немало лет с момента успешного осуществления первого [2] из серии таких экспериментов (см. [3] и цитируемую там литературу), по-прежнему остается загадочным исчезновение интерференции одиночных квантовых частиц, когда экспериментатору становится известным, через какую щель двущелевой схемы или по какому плечу двулучевого интерферометра прошла частица – эксперименты типа «который путь?» (см. [4]). Этот результат является твердо установленным, но он до сих пор не перестает удивлять, поскольку неизвестной остается причина, физическая модель и смысл такого исчезновения. Поэтому не проходит интерес к новым схемным решениям и демонстрациям этого загадочного явления (см. [3] и цитируемую там литературу).

История экспериментов типа «который путь?» восходит еще к первому наблюдению интерференции одиночных квантовых частиц на двущелевом интерферометре типа Юнга [2]. Узнать, через какую щель прошла частица, например, электрон, можно с помощью так называемого «микроскопа Гейзенберга» [5]. Щели подсвечиваются сбоку фотонами, по рассеянию которых электронами можно определить типы траекторий последних. Сам Вернер Гейзенберг трактовал это как результат силового воздействия измерителя – подсвечивающих фотонов – на объект измерения – интерферирующие или, точнее, неинтерферирующие электроны.

Но так ли важно это силовое влияние измерителя? Или основной причиной является именно сама информация о траектории частицы?

Эксперимент можно упростить, наблюдая прохождение фотонов через аналогичный интерферометр Юнга и установив взаимно ортогональные скрещенные поляризаторы в отверстиях или щелях (см. [6–8]). Тогда по состоянию поляризации регистрируемого фотона можно выяснить, через какую щель он прошел. Здесь нет непосредственного влияния измерителя состояния поляризации на фотоны, но отсутствие интерференции может быть объяснено просто взаимно ортогональными поляризациями регистрируемых частиц, что, естественно, подавляет интерференцию. Да и сама установка поляризаторов в щелях изменяет состояние фотонов, что можно также трактовать как воздействие на измеряемый объект.

Для минимизации воздействия измерителя в эксперименте [4] типа «который путь?» наблюдалась интерференция или ее отсутствие одиночных атомов рубидия. Они сверху падали на стоячие световые волны, на которых реализовывались альтернативные траектории. Облучение микроволновыми импульсами практически не влияло на тяжелые атомы рубидия, но позволяло выяснить, по какой из альтернативных траекторий падал атом. Облучение меняло состояние резонансного перехода атома рубидия. Различным траекториям соответствовало неодинаковое состояние этого

**Ключевые слова:** интерференционные схемы типа «который путь?», квантовые запутанные состояния, однофотонная и многофотонная интерференция, интерференция Франсона.

**Keywords:** interference schemes such as “which way?”, quantum entangled states, single-photon and multi-photon interference, Franson interference.



ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ИЗМЕРИТЕЛЯ С КВАНТОВОЙ СИСТЕМОЙ

перехода, по которому и определялся путь атома. Интерференция при этом подавлялась.

Силовое влияние микроволнового облучения на атомы пренебрежимо мало, поэтому авторы [4] заключили, что основной причиной исчезновения интерференции является не воздействие измерителя, а наличие самой информации, получаемой в результате такого измерения. Это очень важный вывод, но, как и в случае поляризаторов в щелях, можно возразить, что причиной подавления интерференции является изменение состояния атомов измерителем, в результате которого атомы в различном состоянии не интерferируют.

Далее описаны схемы, как представляется, свободные от этого недостатка. Интерferирующие или неинтерferирующие фотоны никак не взаимодействуют с измерителем, поскольку выяснение их траекторий производится за счет регистрации запутанных фотонов, пространственно никак не связанных с интерферометром.

Запутанные состояния являются не менее захватывающим явлением в квантовой физике. С самого начала открытия нелинейного параметрического рассеяния света [9–14] и обнаружения удивительных свойств квантовых запутанных состояний исследователи пытались установить, можно ли преодолеть принцип неопределенностей Гейзенберга за счет жесткой корреляции одновременно рождаемых частиц, хотя история подобного рода усилий восходит еще к парадоксу Эйнштейна–Подольского–Розена (ЭПР) [15]. Эти надежды были связаны с тем, что измерение одной из квантовых частиц запутанной пары позволяет установить аналогичный параметр другой частицы за счет жесткой корреляции между ними, т.е. измеряя состояние второй частицы, казалось бы, можно попытаться одновременно установить точные значения канонически со-

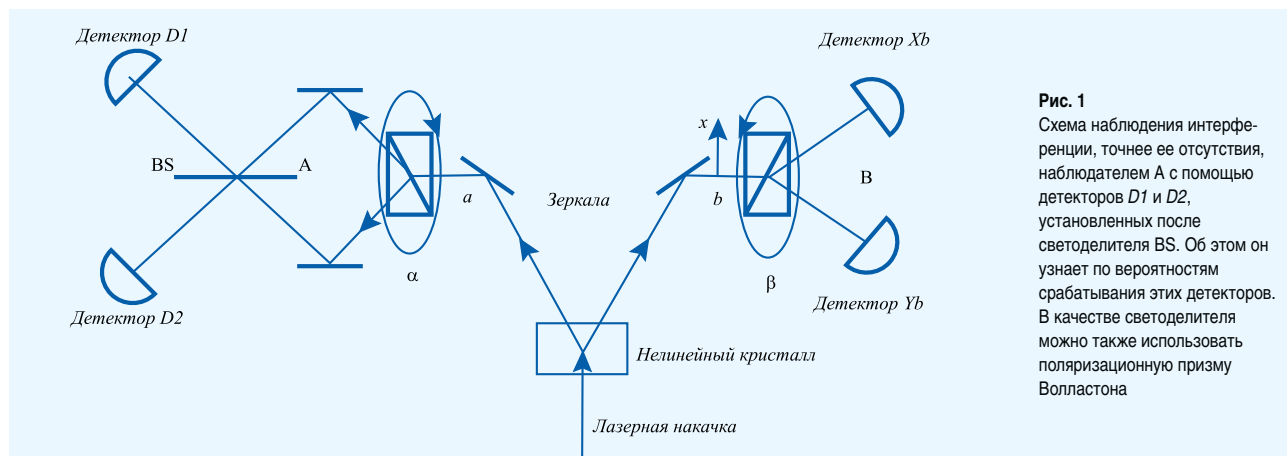
пряженных наблюдаемых, что никак не соответствует принципу неопределенностей. Однако отрезвляющим фактором явилась теорема Белла [16] и ее многочисленные экспериментальные проверки, начало которым положили авторы работ [17, 18]. Это удивительно потому, что измерение одной частицы как бы стирает информацию о канонически сопряженной наблюдаемой, и повторное измерение второй частицы ничего не дает.

Не менее интересны и прикладные аспекты применения запутанных состояний, например, для беззатонной калибровки фотодетекторов, работающих в режиме счета фотонов [19].

Но можно ли использовать запутанные состояния для выяснения траекторий квантовых частиц в двухлучевом интерференционном эксперименте, не оказывая на них никакого силового воздействия? Ответ на этот вопрос дает анализ следующей несложной схемы.

2. Схема измерений

Рассмотрим рисунок 1. Эта схема первоначально была придумана как попытка реализации квантового телеграфа, способного регистрировать мгновенный коллапс удаленной локализованной квантовой системы [20] в обход так называемой non-communication theorem [21]. Однако более тщательные расчеты [22] показали, что эти надежды оказались тщетными. Тем не менее, такая схема оказалась полезной совершенно в другом смысле. С ее помощью, как представляется, можно доказать исключительно информационный характер воздействия измерителя на измеряемую квантовую систему в механизме депрессии однофотонной интерференции при выяснении, по какому пути прошла частица. При этом использованы именно запутанные бифотонные состояния.



**Рис. 1**  
Схема наблюдения интерференции, точнее ее отсутствия, наблюдателем А с помощью детекторов D1 и D2, установленных после светоделителя BS. Об этом он узнает по вероятностям срабатывания этих детекторов. В качестве светоделителя можно также использовать поляризационную призму Волластона

Пара фотонов поступает к наблюдателям А и В в известный промежуток времени из источника параметрического рассеяния бифотонов, освещаемого лазерной накачкой, т.е. лазерная накачка пронизывает нелинейной кристалл с квадратичной нелинейностью, и в нём рождается пара запутанных фотонов. Один из них направляется к наблюдателю А, а второй – к наблюдателю В. Фотоны запутаны по поляризации.

У наблюдателей имеются поляризационные призмы Волластона, на которые направляются фотоны, каждому – свой. В принципе можно измерить состояние поляризации этих фотонов с помощью детекторов  $Xb$  и  $Yb$ . Но производить такое измерение или нет, решает наблюдатель В. Если он произвел это измерение, то оказывается известной траектория, путь, по которому пойдет фотон после призмы Волластона у наблюдателя А. Углы поворота призм Волластона  $\alpha$  и  $\beta$  выбираются равными, т.е. они одинаково ориентированы в пространстве друг относительно друга.

Далее у наблюдателя А фотон, разделенный на два канала, поступает на 50%-ный светоделитель и регистрируется одним из детекторов  $D1$  или  $D2$ . Таким образом, наблюдатель А фактически регистрирует интерференцию или отсутствие ее с помощью такого несколько модернизированного интерферометра Маха–Цендера. При этом в одном из каналов интерферометра следует установить фазовую полуволновую пластину, которая бы поворачивала плоскость поляризации линейно поляризованного излучения на  $\pi/2$ , иначе интерференции не будет в принципе из-за смещения пучков с взаимно ортогональными поляризациями. Можно также использовать в качестве светоделителя вторую призму Волластона.

Принцип работы основан на том, что если наблюдатель В произвел измерение состояния поляризации своего фотона с помощью поляризационной призмы Волластона и детекторов, то траектория второго фотона  $a$  становится известной, т.е. наблюдателю В становится известно, в каком из каналов интерферометра Маха–Цендера находится фотон наблюдателя А, следовательно, интерференции быть не должно, и фотон с равной вероятностью  $1/2$  будет зарегистрирован на одном из детекторов  $D1$  или  $D2$ . Так ли это? Проверим соответствующими расчетами.

### 3. Основные соотношения

Рассмотрим формальную процедуру описания системы.

Возьмем пару запутанных фотонов, коррелированных по поляризации. Их вектор состояния равен

$$|\psi\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}} \left( |1\rangle_x^a |1\rangle_x^b |0\rangle_y^a |0\rangle_y^b + |0\rangle_x^a |0\rangle_x^b |1\rangle_y^a |1\rangle_y^b \right). \quad (1)$$

Здесь  $|1\rangle$  – однофотонные фоковские состояния,  $|0\rangle$  – вакуум, индексы « $a$ » и « $b$ » относятся, соответственно, к первому и второму фотону запутанной пары, а взаимно ортогональные поперечные направления  $x$  и  $y$  определяют ортогональные направления поляризации. Структура этого вектора состояния такова, что, хотя направления поляризации  $x$  и  $y$  каждого из фотонов пары « $a$ » или « $b$ » равновероятны, между собой они строго коррелированы, поскольку их плоскости поляризации всегда совпадают при регистрации. Такие состояния обычно приготавливают с помощью параметрического рассеяния света (см. [14] и цитируемую там литературу).

Направим каждый из фотонов пары на призму Волластона, разделяющую взаимно ортогональные поляризации на два отдельных канала. Фактически она работает как светоделитель, а для фотонов с абсолютно случайной поляризацией – как 50%-ный светоделитель.

Перейдем теперь к измерению первого фотона  $a$ .

В представлении Гейзенберга действие 50%-ного светоделителя, расположенного перед детекторами  $D1$  и  $D2$ , описывается соотношением (см. [8] и цитируемую там литературу)

$$\hat{a}_{1,2} = \frac{\hat{a}_x e^{-i\varphi_0} \pm \hat{a}_y}{\sqrt{2}}. \quad (2)$$

Плюс здесь соответствует первому детектору  $D1$ , а минус – второму  $D2$ .  $\hat{a}_i$  – операторы уничтожения фотона соответствующей моды. Фазовым множителем  $e^{-i\varphi_0}$  учтена относительная фазовая задержка в одном плече интерферометра относительно другого. Жесткая корреляция состояния поляризации фотонов запутанной пары обуславливает поступление фотонов  $x$  или  $y$  поляризации в одноименные каналы обоих наблюдателей. Необходимым условием при этом должно быть равенство углов поворота призм Волластона  $\alpha$  и  $\beta$  (см. [8]).

Вероятность поступления фотона на детекторы  $D1$  и  $D2$  определяется операторами среднего числа фотонов

$$\langle \hat{n}_{1,2} \rangle = \langle \hat{a}_{1,2}^+ \hat{a}_{1,2} \rangle, \quad (3)$$

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ИЗМЕРИТЕЛЯ С КВАНТОВОЙ СИСТЕМОЙ

где  $\hat{a}_{1,2}^+$  – операторы рождения фотонов соответствующей моды. Неединичная квантовая эффективность детекторов в данном случае не меняет существа дела, просто некоторые из реализаций окажутся пропущенными.

В отсутствии коллапса, т.е. когда наблюдатель В не производит измерения, (3) надо усреднять по состоянию (1). В результате получаем:

$$\langle \hat{n}_{1,2} \rangle = 1/2, \tag{4}$$

т.е. вероятность появления фотонов на обоих детекторах будет одинаковой, что свидетельствует об отсутствии зависимости от  $\Phi_a$  и, соответственно, об отсутствии интерференции. Итак, обычное правило результатов экспериментов типа «который путь?» «обмануть» не удалось.

Но почему же одиночный фотон  $a$  не интерферирует? Формальная причина – в запутанности состояния (1). Если мы будем просто приготавливать бифотонное состояние без запутанности по поляризации, т.е. с фиксированной линейной поляризацией обоих фотонов, причем такой, что плоскость поляризации будет ориентирована под углом  $\pi/4$  к главным плоскостям призмы Волластона, то в (1) останется только одно из двух слагаемых, и прямой расчет даст

$$\langle \hat{n}_1 \rangle = 1/2(1 + \cos \Phi_a), \quad \langle \hat{n}_2 \rangle = 1/2(1 - \cos \Phi_a). \tag{5}$$

Итак, измеряя вероятностный закон срабатывания детекторов, можно установить, рожден ли фотон в запутанной паре или нет. Конечно, одной реализации в общем случае недостаточно, за исключением случая, когда в первом же измерении фотон зарегистрирован одним из детекторов, вероятность срабатывания которого настроена нулевой при наличии интерференции. Если же сработал другой детектор, то необходимы еще несколько реализаций – пока либо работает первый, и тогда во-

прос будет решен однозначно, либо он не сработает никогда в представительной выборке измерений.

Как создать или устранить запутанность по поляризации экспериментально? В случае использования первого типа параметрического взаимодействия, когда оба фотона имеют одинаковую обыкновенную линейную поляризацию, для приготовления запутанного состояния необходимо использовать два нелинейных кристалла, вплотную соединенных друг с другом и ориентированных под углом  $\pi/2$  [23]. Состояние бифотонной пары будет при этом описываться формулой (1). Но если убрать один из этих кристаллов, то в (1) останется лишь одно из слагаемых, и запутанность по поляризации, разумеется, исчезнет.

Но всякая ли интерференция уничтожается запутанностью? Ответ на этот вопрос далее. Но предварительно отметим следующий замечательный факт. Совершенно неважно, производит измерения наблюдатель В или нет, в любом случае интерференции у А не будет. Важно лишь то, что путь фотона у А потенциально может быть установлен. А если так, то именно информация об этом фактически уничтожает интерференцию. Причем совершенно неважно, известна эта информация кому-либо или нет.

4. Модернизация схемы и двухфотонная интерференция Франсона

Представленная на рисунке 1 схема предполагает несимметричные отношения между наблюдателями А и В. Но ее легко можно симметризовать, поставив обоих наблюдателей в абсолютно эквивалентные условия – такие же, как у наблюдателя А на рисунке 1. Для этого у наблюдателя В надо установить точно такой же интерферометр Маха–Цендера, как показано на рисунке 2.

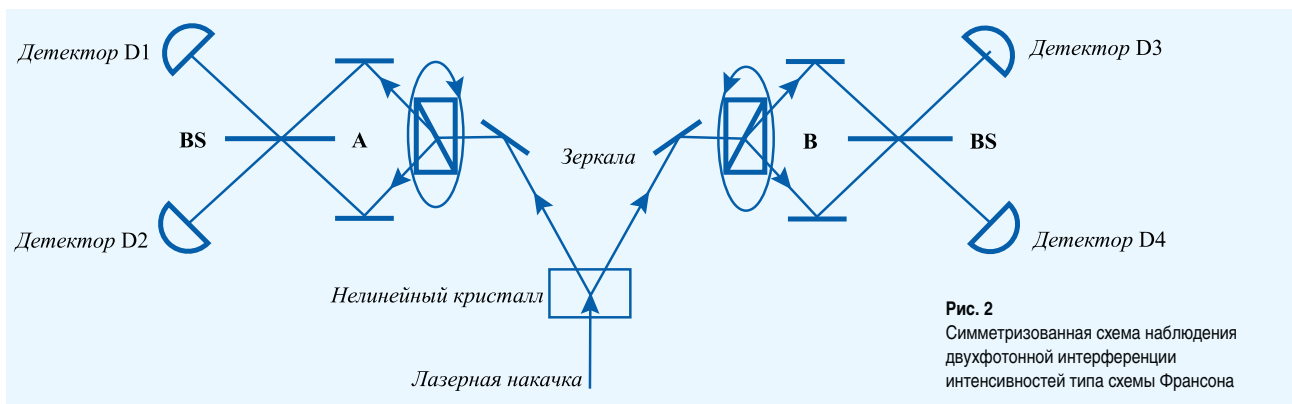


Рис. 2 Симметризованная схема наблюдения двухфотонной интерференции интенсивностей типа схемы Франсона

Однофотонной интерференции по-прежнему не будет, но, может быть, удастся реализовать двухфотонную интерференцию интенсивностей типа схемы Франсона [24, 25]? Проведем соответствующие расчеты.

Поскольку схема симметрична, у наблюдателя В ситуация описывается аналогично (2). Вычислим вероятность одновременной регистрации фотонов одноименных детекторов у обоих наблюдателей. Прямые несложные расчеты с использованием (1), (2) дают

$$\begin{aligned} \langle \hat{n}_{a1} \hat{n}_{b3} \rangle &= \frac{1}{2} (1 + \cos(\varphi_a + \varphi_b)), \\ \langle \hat{n}_{a2} \hat{n}_{b4} \rangle &= \frac{1}{2} (1 - \cos(\varphi_a + \varphi_b)), \end{aligned} \quad (6)$$

т.е. интерференция вновь появилась, но уже не одиночных фотонов, а одновременной регистрации пары фотонов у наблюдателей А и В, которая легко реализуется с помощью схемы совпадений [26].

Результат объясняется просто, ведь в симметричной схеме траектории фотонов остаются неизвестными, и препятствий для наблюдения двухфотонной интерференции нет. Итак, стирание информации о траектории фотонов интерференцию возвращает вновь. Это несколько напоминает эффект квантового ластика [3, 27], с той лишь разницей, что в данном случае речь идет об интерференции интенсивностей типа Брауна–Твиса [28], а не об обычной однофотонной интерференции.

## 5. Заключение

Какой вывод можно сделать из приведенного рассмотрения? Оно на новых примерах еще раз подтверждает незыблемое правило: либо неизвестность траекторий, либо отсутствие интерференции. Было бы крайне интересно проникнуть в смысл этого ограничения. Но за неимением ответа на этот принципиальный вопрос остается лишь еще раз удивляться загадочности квантовых явлений на примерах новых экспериментальных схем.

Твердо можно быть уверенным лишь в том, что причина подавления интерференции состоит не в силовом воздействии измерителя на квантовые частицы, а в потенциальной возможности получить информацию о том, по какому пути прошла каждая конкретная частица.

### Список использованных источников

1. Feynman R.P., Leighton R.B., Sands M. The Feynman Lectures on Physics. Addison-Wesley. Vol. 6. – 1963 (Рус. пер.: Фейнман Р. Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. – М.: Мир, 1976. Т. 6).
2. Taylor G.I. Interference fringes with feeble light // Proc. Camb. Phil. Soc. – 1909. – Vol. 15. – P. 144.
3. Ma X., Kofler J., Zielinger A. Delayed-choice gedanken experiments and their realizations // Rev. Mod. Phys. – 2016. – Vol. 88. – p. 015005.
4. Dürr S., Nonn T., Rempe G. Origin of quantum-mechanical complementarity probed by a “which-way” experiment in an atom interferometer // Nature. – 1998 – Vol. 395. – P. 33.
5. Heisenberg W. Über den anschaulichen Inhalt der quantentheoretischen Kinematik und Mechanik // Zeitschrift für Physik. – 1927. – Vol. 43. – P. 172–198.
6. Mahler D.H., Rozema L., Fisher K., et al. Experimental nonlocal and surreal Bohmian trajectories // Science Advances. – 2016. – No 2. – P. e1501466.
7. Белинский А.В. О концепции «волны-пилота» Дэвида Бома // Успехи физических наук. – 2019. – № 189. № 12 – С. 1352–1369.
8. Белинский А.В. Квантовые измерения. – М.: БИНОМ, Лаборатория знаний, 2020. – 185 с.
9. Клышко Д.Н. // Письма в ЖЭТФ 6, 4902 (1967).
10. Akhmanov S.A., Fadeev V.V., Khokhlov R.V., et al. Quantum noise in parametric light amplifiers // JETP Lett. – 1967. – Vol. 6. – P. 85.
11. Harris S.E., Oshman M.K., Byer R.L. Observation of Tunable Optical Parametric Fluorescence // Phys. Rev. Letts. – 1967. – Vol. 18. – P. 732. doi: 10.1103/physrevlett.18.732.
12. Magde D., Mahr H. Study in Ammonium Dihydrogen Phosphate of Spontaneous Parametric Interaction Tunable from 4400 to 16000 Å // Phys. Rev. Letts. – 1967. – Vol. 18. – P. 905. doi: 10.1103/physrevlett.18.905.
13. Magde D., Mahr H. Excess Currents in Superconducting Tunnel Junctions // Phys. Rev. – 1968. – Vol. 171. – No 2. – P. 393. doi: 10.1103/physrev.171.393.
14. Клышко Д.Н. Фотоны и нелинейная оптика. – М.: Наука, 1980. – 254 с.
15. Einstein A., Podolsky B., Rosen N. Can quantum-mechanical description of physical reality be considered complete? // Phys. Rev. – 1935. – Vol. 47. – P. 777.
16. Bell J.S. On the Einstein Podolsky Rosen paradox // Physics. – 1964. – Vol. 1. – P. 195.
17. Aspect A., Dalibar J., Roger G. Experimental test of Bell’s inequalities using time-varying analyzers // Phys. Rev. Lett. – 1982. – Vol. 49. – P. 1804.
18. Aspect A., Grangier P., Roger G. Experimental Realization of Einstein-Podolsky-Rosen-Bohm Gedankenexperiment: A New Violation of Bell’s Inequalities // Phys. Rev. Lett. – 1981. – Vol. 47. – P. 460; Phys. Rev. Lett. – 1982. – Vol. 49. – P. 91.
19. Клышко Д.Н., Пенин А.Н. Перспективы квантовой фотометрии // Успехи физических наук. – 1987. – Т. 152. – С. 653. doi: 10.3367/ufnr.0152.198708e.0653.
20. Белинский А.В. О возможности измерения коллапса волновой функции удаленной локализованной квантовой системы // Мир измерений. – 2020. – № 2. – С. 28.

МИ

21. Peres A., Termo D.R. Quantum information and relativity theory // Rev. Mod. Phys. – 2004. – Vol. 76. – № 1. – P. 93–123.
22. Белинский А.В. О подавлении запутанностью однофотонной интерференции // Вестник Московского университета. Серия 3: Физика, астрономия. – 2020. – № 6. – С. 87–91.
23. Joobeur A., Saleh B.E.A., Teich M.C. Spatial effects in two – and four-beam interference of partially entangled biphotons // Phys. Rev. A. – 1994. – Vol. 50. – P. 3349.
24. Franson J.D. Two-photon interferometry over large distances // Phys. Rev. A. – 1991. – Vol. 44. – P. 4552.
25. Белинский А.В. Интерференция типа Франсона связанных многофотонных состояний // Журнал экспериментальной и теоретической физики. – 1993. – Т. 103. – № 5. – С. 1538–1547.
26. Белинский А.В., Клышко Д.Н. Интерференция света и теорема Белла // Успехи физических наук. – 1993. – Т. 163. – № 8. – С. 1–45.
27. Kim Y.H., Yu R., Kulik S.P., et. al. Delayed “Choice” Quantum Eraser // Phys. Rev. Lett. – 2000. – Vol. 84. – P. 1.
28. Brown H.R., Twiss R.Q. A Test of a New Type of Stellar Interferometer on Sirius // Nature. – 1956. – Vol. 177. – P. 27.
12. Magde D., Mahr H. Study in Ammonium Dihydrogen Phosphate of Spontaneous Parametric Interaction Tunable from 4400 to 16000 Å. Phys. Rev. Letts., 1967, vol. 18, p. 905. doi: 10.1103/physrevlett.18.905.
13. Magde D., Mahr H. Excess Currents in Superconducting Tunnel Junctions. Phys. Rev., 1968, vol. 171, no 2, p. 393. doi: 10.1103/physrev.171.393.
14. Klyshko D.N. Photons and nonlinear optics. CRC Press, 1988. 438 p.
15. Einstein A., Podolsky B., Rosen N. Can quantum-mechanical description of physical reality be considered complete? Phys. Rev., 1935, vol. 47, p. 777.
16. Bell J.S. On the Einstein Podolsky Rosen paradox. Physics. 1964, vol. 1, p. 195.
17. Aspect A., Dalibar J., Roger G. Experimental test of Bell’s inequalities using time-varying analyzers. Phys. Rev. Lett., 1982, vol. 49, p. 1804.
18. Aspect A., Grangier P., Roger G. Experimental Realization of Einstein-Podolsky-Rosen-Bohm Gedankenexperiment: A New Violation of Bell’s Inequalities. Phys. Rev. Lett, 1981, vol. 47, p. 460; Phys. Rev. Lett., 1982, vol. 49, p. 91.
19. Klyshko D.N., Penin A.N. The prospects of quantum photometry. Sov. Phys. Usp., 1987, vol. 30, pp. 716–723.
20. Belinsky A.V. On the possibility of measuring the collapse of the wave function of a remote localized quantum system. Mir izmereniy [Measurements World], 2020, no 2, p. 28. (In Russian)
21. Peres A., Termo D.R. Quantum information and relativity theory. Rev. Mod. Phys., 2004, vol. 76, no 1, pp. 93–123.
22. Belinsky A.V. On entanglement suppression of single-photon interference. Seriya 3: Fizika, astronomiya [Moscow University Physics Bulletin], 2020, no 6, vol. 75, pp. 618–622.
23. Joobeur A., Saleh B.E.A., Teich M.C. Spatial effects in two – and four-beam interference of partially entangled biphotons. Phys. Rev. A., 1994, vol. 50, p. 3349.
24. Franson J.D. Two-photon interferometry over large distances. Phys. Rev. A., 1991, vol. 44, p. 4552.
25. Belinskii A.V. Franson-type interference of coupled multiphoton states. Zhurnal eksperimental’noy i teoreticheskoy fiziki [Journal of Experimental and Theoretical Physics], 1993, vol. 103, no 5, pp. 1538–1547.
26. Belinskii A.V., Klyshko D.N. Interference of light and Bell’s theorem. Phys. Usp., 1993. Vol. 36(8) P. 653–693.
27. Kim Y.H., Yu R., Kulik S.P., et. al. Delayed “Choice” Quantum Eraser. Phys. Rev. Lett., 2000, vol. 84, p. 1.
28. Brown H.R., Twiss R.Q. A Test of a New Type of Stellar Interferometer on Sirius. Nature, 1956, vol. 177, p. 27.

**References**

1. Feynman R.P., Leighton R.B., Sands M. The Feynman Lectures on Physics. Addison-Wesley. Vol. 6, 1963.
2. Taylor G.I. Interference fringes with feeble light. Proc. Camb. Phil. Soc., 1909, vol. 15, p. 144.
3. Ma X., Kofler J., Zielinger A. Delayed-choice gedanken experiments and their realizations. Rev. Mod. Phys., 2016, vol. 88, p. 015005.
4. Dürr S., Nonn T., Rempel G. Origin of quantum-mechanical complementarity probed by a “which-way” experiment in an atom interferometer. Nature. 1998, vol. 395, p. 33.
5. Heisenberg W. Über den anschaulichen Inhalt der quantentheoretischen Kinematik und Mechanik. Zeitschrift für Physik, 1927, vol. 43, pp. 172–198.
6. Mahler D.H., Rozema L., Fisher K., et al. Experimental nonlocal and surreal Bohmian trajectories. Science Advances, 2016, no 2.
7. Belinsky A.V. On David Bohm’s “pilot-wave” concept. Phys. Usp., 2019, vol. 62, pp. 1268–1278.
8. Belinsky A.V. Kvantovye izmereniya [Quantum Measurements]. Moscow, BINOM, Laboratoriya znaniy Publ., 2020. 185 p. (In Russian)
9. Klyshko D.N. Spontaneous parametric down-conversion. JETP Letters, 1967, vol. 6, p. 4902.
10. Akhmanov S.A., Fadeev V.V., Khokhlov R.V., et al. Quantum noise in parametric light amplifiers. JETP Letters, 1967, vol. 6, p. 85.
11. Harris S.E., Oshman M.K., Byer R.L. Observation of Tunable Optical Parametric Fluorescence. Phys. Rev. Letts., 1967, vol. 18, p. 732. doi: 10.1103/physrevlett.18.732.



**Александр  
Витальевич  
Белинский**

доктор физико-математических наук, профессор, ведущий научный сотрудник физического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва

**Abstract**

*It is shown that the disappearance of interference in a scheme like “which way?” with a pair of entangled particles has nothing to do with the direct force action of the meter on the measured system. All that is needed is information about the channel through which the particle passed. The potential for obtaining such information appears due to the use of quantum entangled states. Interestingly, entanglement suppresses the one-photon interference, but not the two-photon type of Franson interference, since the information about the particle trajectories is erased in this case.*

VIII МЕЖДУНАРОДНЫЙ  
ПРОМЫШЛЕННЫЙ ФОРУМ

НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ  
ИСПЫТАНИЯ • ДИАГНОСТИКА



18-21 ОКТЯБРЯ 2021  
МОСКВА • ЦВК ЭКСПОЦЕНТР

КРУПНЕЙШАЯ ОТРАСЛЕВАЯ ПЛОЩАДКА  
В РОССИИ И СНГ



18+  
КРУГЛЫХ СТОЛОВ  
С УЧАСТИЕМ ЭКСПЕРТОВ



3 000+  
РУКОВОДИТЕЛЕЙ  
И СПЕЦИАЛИСТОВ



60+  
КОМПАНИЙ-ЛИДЕРОВ  
В ОБЛАСТИ НК И ТД

НОВЕЙШИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ • ИННОВАЦИИ  
РУКОВОДИТЕЛИ КОМПАНИЙ • КЛЮЧЕВЫЕ ЗАКАЗЧИКИ  
ПРЕДСТАВИТЕЛИ ВЛАСТИ • ОТРАСЛЕВЫЕ СМИ

НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ • ДЕФЕКТОМЕТРИЯ  
МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ • ИСПЫТАНИЯ • ДИАГНОСТИКА  
ОЦЕНКА РИСКА • ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РЕСУРСА

В РАМКАХ  
РОССИЙСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ НЕДЕЛИ



28 000+  
М<sup>2</sup> ВЫСТАВОЧНОЙ ПЛОЩАДИ



29 000+  
ПОСЕТИТЕЛЕЙ



500+  
КОМПАНИЙ УЧАСТНИЦ



EXPO.ROKTD.RU



ОРГАНИЗАТОР ФОРУМА  
РОССИЙСКОЕ ОБЩЕСТВО ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ  
КОНТРОЛЮ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКЕ  
RONKTD.RU

# Российские метрологи смогут повысить точность тестирования на COVID-19

Компетенции и измерительные возможности российских ученых в количественной оценке РНК возбудителя COVID-19 подтверждены на высшем уровне точности. Четыре российские научные организации приняли участие в сличительных испытаниях под эгидой Международного бюро мер и весов (BIPM). Всего в испытаниях участвовали 21 национальный метрологический институт и экспертная медицинская лаборатория из 16 стран мира.



От России в международных сличениях участвовали НИИ гриппа им. А.А. Смородинцева (НИИГ) и РНИМУ им. Н.И. Пирогова (Минздрав России), ВНИИМС Росстандарта (совместный проект с РНИМУ) и ВНИИМ им. Д.И. Менделеева (Росстандарт).

Перед исследователями стояла общая задача – с применением высокоточных методов измерить содержание фрагментов вирусного генома, на определение которых направлен основной объем тестов, диагностирующих коронавирус SARS-CoV-2.

– Появление нового коронавируса SARS-CoV-2 определило острую потребность в разработке тестов для его идентификации и диагностики заболевания COVID-19. Но вопросы достоверности тестов – их специфичности и чувствительности – являются ключевыми для практического клинического применения. Проведенное совместное исследование является важным шагом на пути к гармонизации методов измерения содержания РНК SARS-CoV-2, и его результаты, не-

сомненно, будут востребованы при разработке новых и совершенствовании имеющихся ПЦР-тест-систем, – отметил и. о. директора НИИГ **Дмитрий Лиознов**.

Представленные результаты не только согласовывались друг с другом, но и совпадали с результатами альтернативных методов, имеющих прослеживаемость к единицам величин Международной системы SI. Такая масштабная демонстрация эквивалентности результатов количественной оценки РНК вируса, вызывающего COVID-19, позволит значительно повысить надежность тестирования и будет способствовать эффективному противодействию пандемии.

– Современные лабораторные технологии исследования состава и свойств биологических материалов напрямую связаны с эффективностью оказания дальнейшей медицинской помощи, прежде всего ее высокотехнологичных видов. Результаты международных пилотных сличений еще раз подтвердили, что качество измерений в сфере клинической лабораторной диаг-

ности может достигаться за счет их прослеживаемости к эталонной базе. Примечательно, что только 3 из 21 участника использовали необходимые наборы для выявления SARS-CoV-2 собственной разработки, и Россия вошла в их число, – сообщил проректор по научной работе РНИМУ **Денис Ребриков**.

Ограничения в отношении применяемых методов исследования не устанавливались – каждый участник был вправе использовать рекомендации BIPM или собственные уникальные разработки. В большинстве случаев участники сличений использовали метод цифровой ПЦР после обратной транскрипции (ОТ-цПЦР).

– Созданная в институте лабораторная инфраструктура позволяет выполнять высокоточные измерения количественных показателей содержания нуклеиновых кислот, ДНК и РНК, – отметил руководитель ВНИИМ **Антон Пронин**. – Успешное участие в международных сличениях по измерениям содержания фрагментов геномов РНК-содержащих вирусов

**Ключевые слова:** COVID-19, сличительные испытания, тесты, идентификация, диагностика.  
**Keywords:** COVID-19, comparison tests, tests, identification, diagnostics.

SARS-CoV-2 и ВИЧ-1 подтверждает возможности российских метрологов разрабатывать стандартные образцы, обеспечивающие достоверность результатов в лабораторной медицине.

– Повысить уровень точности тестов позволит использование стандартных образцов, выполняющих роль эталона. С их помощью можно подтвердить соответствие теста заявленному уровню чувствительности и специфичности, то есть когда тест и его специфичный набор реагентов идентифицируют именно SARS-CoV-2, а не любые вирусы семейства коронавирусов, – отмечает руководитель лаборатории биоинформационных технологий ВНИ-

ИМС Росстандарта **Елена Кулябина**.

Участники пилотных сличений также отмечают, что в долгосрочной перспективе проведенные исследования в области измерений количества вирусного возбудителя COVID-19 будут способствовать формированию общей основы для обеспечения точности аналогичных методов молекулярной диагностики, применяемых в том числе при определении устойчивости к противовирусным и антибактериальным препаратам или диагностике онкологических заболеваний.

С полной информацией об исследовании Международного бюро

мер и весов (BIPM) можно познакомиться на сайте <https://www.bipm.org/en/news/full-stories/2020-12-nmi-covid.html>

<https://minpromtorg.gov.ru>

МИ

## Abstract

*The competence and measurement capabilities of Russian scientists in the quantitative assessment of the RNA of the causative COVID-19 agent have been confirmed at the highest level of accuracy. Four Russian scientific organizations took part in comparison tests under the auspices of the International Bureau of Weights and Measures (BIPM).*

## ЛУЧШИЕ КНИГИ ПО КАЧЕСТВУ

**Белобрагин В.Я.**

### Введение в науку об управлении качеством

Учебное пособие (в электронном формате), 2-е издание, 2021 г.

**Виктор Яковлевич Белобрагин** — известный ученый, специалист в области качества, технического регулирования и стандартизации, доктор экономических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы РФ, почетный работник науки и техники РФ.

#### Учебное пособие содержит:

- основополагающие принципы науки об управлении качеством, анализ философского, экономического, социального и правового содержания категории «качество»;
- подробную характеристику фундаментальных составляющих качества: стандартизации, метрологии, оценки соответствия, инструментов и методов обеспечения качества;
- информацию об образовательных и научных учреждениях, которые занимаются проблемами качества, об общественном движении за качество, о конкурсах и премиях по качеству, о выдающихся экспертах в области стандартизации и качества.

Издание рекомендовано федеральным учебно-методическим объединением в системе высшего образования по укрупненным группам специальностей и направлений подготовки 27.00.00 «Управление в технических системах» в качестве учебного пособия при реализации основных профессиональных образовательных программ по направлению подготовки бакалавров 27.03.01 «Стандартизация и метрология» и 27.03.02 «Управление качеством».

#### Книга предназначена:

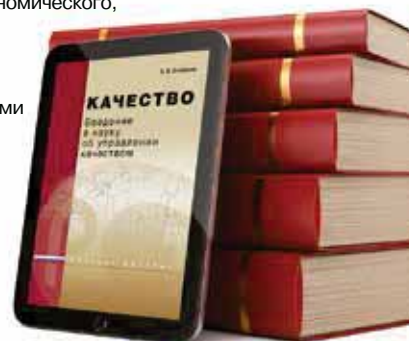
- слушателям системы дополнительного образования;
- студентам, преподавателям и руководителям высших и средних учебных заведений;
- специалистам по стандартизации, разработке и внедрению систем менеджмента качества (СМК);
- руководителям и специалистам отделов контроля качества и другим заинтересованным лицам.

#### По вопросам приобретения электронного учебного пособия

обращайтесь по телефону: **+7 (495) 771 6652, доб. 143** или пишите на e-mail: [podpiska@mirq.ru](mailto:podpiska@mirq.ru)

НОВИНКА!

950 Р



**АКЦИЯ!**  
Первым 100 покупателям — подборка специальных статей по теме



# Testing&Control

26–28 октября 2021  
МВЦ «Крокус Экспо»

Международная выставка  
испытательного и контрольно-  
измерительного оборудования



[www.testing-control.ru](http://www.testing-control.ru)



Измерительное  
и метрологическое  
оборудование



Оборудование  
для лабораторного  
контроля



Испытательное  
оборудование



Оборудование  
для неразрушающего  
контроля и технической  
диагностики



Производственный  
контроль и машинное  
зрение



Системы  
диагностики  
и мониторинга

Организатор:



Международная  
Выставочная  
Компания

+7 (495) 252 11 07  
[control@mvk.ru](mailto:control@mvk.ru)



Получите бесплатный  
билет по промокоду:  
**stkprint21**

# 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. Утвержденные типы средств измерений зарегистрированы в Государственном реестре средств измерений и допущены к применению в Российской Федерации. Утверждение типа СИ удостоверяется свидетельством.

### Измерения геометрических величин

#### 81809-21 Устройства для контроля рельсовой колеи (тележек путеизмерительных) ПТ-10

Свидетельство действительно до 31.05.2026. Измерения геометрических параметров рельсовой колеи, привязка к текущей координате пути и цифровой индикации значений ширины рельсовой колеи (шаблона) и взаимного превышения одной рельсовой нити относительно другой (уровня) в процессе строительства, эксплуатации и ремонтно-восстановительных работ железнодорожного пути. Межповерочный интервал – 1 год.

#### 81814-21 Модули инклинометрии МИ-501 и МД-402

Свидетельство действительно до 21.05.2026. Измерения зенитных и азимутальных углов ствола горизонтальной или наклонно направленной скважины и углов установки отклонителя при работе в составе телеметрических буровых систем в процессе бурения. Межповерочный интервал – 1 год.

#### 81856-21 Модули инклинометрии МИГ

Свидетельство действительно до 28.05.2026. Измерения зенитного и азимутального углов скважины при бурении, а также угла установки отклонителя (визирный угол) с передачей данных из скважины на поверхность по гидравлическому каналу связи. Межповерочный интервал – 1 год.

#### 81861-21 Стенды линейных перемещений ИТ24

Свидетельство действительно до 28.05.2026. Воспроизведение линейных перемещений в диапазоне 0...100 мм при контроле метрологических характеристик токовихревых линейных датчиков. Межповерочный интервал – 1 год.

#### 81867-21 Дефектоскопы ультразвуковые Proseq UT8000

Свидетельство действительно до 31.05.2026. Измерения глубины залегания дефекта и/или толщины изделий из металла, пластика, стекла и композитных материалов, измерения времени отражения эхо-сигнала и измерения амплитуды эхо-сигнала. Межповерочный интервал – 1 год.

#### 81886-21 Скобы с отсчётным устройством СР, СРП

Свидетельство действительно до 31.05.2026. Измерения линейных наружных размеров деталей относительным методом. Межповерочный интервал – 1 год.

#### 81887-21 Датчики уклона S170C

Свидетельство действительно до 31.05.2026. Измерения отклонений от горизонтального положения абсолютного наклона деталей и узлов промышленного оборудования и конструкций. Межповерочный интервал – 2 года.

#### 81892-21 Дефектоскоп внутритрубный магнитный 20-МСК.02-00.000-01

Свидетельство бессрочно для зав. №211920. Измерения толщины стенки трубы методом магнитной дефектоскопии и координаты выявленных дефектов вдоль оси трубы при проведении внутритрубного диагностирования магистральных нефтепроводов, нефтепродуктопроводов и газопроводов. Межповерочный интервал – 1 год.

#### 81896-21 Дальномеры скважинные ультразвуковые ДСУ

Свидетельство действительно до 31.05.2026. Измерения размеров подземных полостей, заполненных жидкими рабочими средами, пропускающими ультразвуковые волны. Межповерочный интервал – 2 года.

#### 81907-21 Дефектоскопы вихретоковые «Политест 5М»

Свидетельство действительно до 31.05.2026. Измерения глубины несквозных дефектов, линейной координаты дефектов и выявление сквозных дефектов в изделиях из токопроводящих материалов. Межповерочный интервал – 1 год.

#### 81989-21 Нутромеры индикаторные Werka

Свидетельство действительно до 18.06.2026. Измерения внутренних диаметров отверстий относительным методом, расстояния между плоскопараллельными поверхностями. Межповерочный интервал – 1 год.

#### 82031-21 Комплекты мер моделей дефектов «УКМ-УЛЬТРА»

Свидетельство действительно до 18.06.2026.

Воспроизведение геометрических параметров дефектов труб; проверка, калибровка и настройка автоматизированных систем ультразвукового контроля металлопродукции и настройка электромагнитно-акустических и пьезоэлектрических преобразователей при контроле изделий из углеродистых и легированных сталей. Межповерочный интервал – 2 года.

### Измерения механических величин

#### 81810-21 Весы товарные встроенные SUNDCO H-500

Свидетельство бессрочно для зав. № 80028586. Измерения массы бунтов стальной катанки в статическом режиме. Межповерочный интервал – 1 год.

#### 81815-21 Измерители крутящего момента силы АНСТС

Свидетельство бессрочно для зав. № М184971. Измерения крутящего момента силы с цифровой индикацией, в режимах текущего и максимального значений. Межповерочный интервал – 1 год.

#### 81898-21 Адгезиметры гидравлические типа «push off» Elcomete

Свидетельство действительно до 31.05.2026. Измерения усилия, необходимого для отрыва нанесённых покрытий от материала основания. Межповерочный интервал – 2 года.

#### 81999-21 Машины электромеханические универсальные испытательные TINIUS OLSEN серии HxK-M

Свидетельство действительно до 18.06.2026. Измерения силы и перемещения при проведении механических испытаний образцов различных материалов на растяжение и сжатие. Межповерочный интервал – 1 год.

#### 81900-21 Машины для испытания пружин МИП-1 5035

Свидетельство действительно до 31.05.2026. Измерения силы и высоты (длины) пружин при испытаниях винтовых цилиндрических пружин на растяжение и сжатие по ГОСТ 16118-70 и плоских пружин на двухопорный и консольный изгиб и измерения длины стрелы изгиба. Межповерочный интервал – 1 год.

▶ **81920-21**  
**Виброконтроллеры AP5300M**  
Свидетельство действительно до 02.06.2026.  
Измерения виброскорости совместно с вибропреобразователями со встроенным усилителем и выдача сигнала превышения заданного уровня вибрации в виде замкнутых или разомкнутых контактов электронного реле.  
Межповерочный интервал – 1 год.

▶ **81944-21**  
**Микротвёрдомер ZHV1-M**  
Свидетельство бессрочно для зав. № 073525.  
Измерения твёрдости металлов и сплавов по шкалам Виккерса в соответствии с ГОСТ Р ИСО 6507-1-2007.  
Межповерочный интервал – 1 год.

▶ **81948-21**  
**Приборы виброакустические SDT340**  
Свидетельство действительно до 18.06.2026.  
Измерения переменного напряжения, среднеквадратического значения виброускорения и виброскорости.  
Межповерочный интервал – 1 год.

▶ **81950-21**  
**Датчики угла поворота Л178/2, Л178/3**  
Свидетельство действительно до 18.06.2026.  
Преобразование угла поворота оси в дискретные электрические сигналы.  
Межповерочный интервал – 4 года.

▶ **81954-21**  
**Весы автомобильные «Приоритет»**  
Свидетельство действительно до 18.06.2026.  
Измерения массы автомобильных транспортных средств и других грузов в статическом режиме взвешивания.  
Межповерочный интервал – 1 год.

▶ **81955-21**  
**Комплексы гидрометеорологического обеспечения СЮЖЕТ-КМ**  
Свидетельство действительно до 18.06.2026.  
Измерения метеорологических параметров: температуры воздуха, относительной влажности воздуха, скорости и направления воздушного потока, атмосферного давления, высоты нижней границы облаков и метеорологической оптической дальности.  
Межповерочный интервал – 1 год.

▶ **81976-21**  
**Датчики вибрации VT9285**  
Свидетельство действительно до 18.06.2026.  
Измерения среднего квадратичного значения виброускорения, виброскорости, амплитудных значений виброускорения, виброскорости и размаха виброперемещения.  
Межповерочный интервал – 1 год.

▶ **81990-21**  
**Зонды цифровые измерительные Testo**  
Свидетельство действительно до 18.06.2026.

Измерения климатических параметров: температуры, относительной влажности, скорости воздушного потока, абсолютного давления, освещённости, концентраций монооксида (CO) и диоксида (CO<sub>2</sub>) углерода в атмосфере, напряжения и силы постоянного тока от преобразователей с унифицированными выходными сигналами.  
Межповерочный интервал – 1 год.

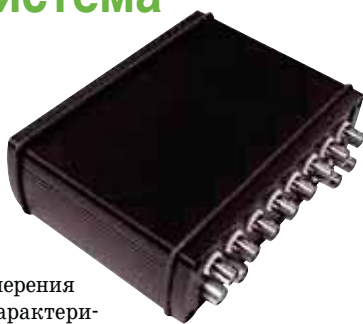
▶ **82000-21**  
**Приборы для измерений параметров света фар автотранспортных средств, серия CAM-Vox**  
Свидетельство действительно до 18.06.2026.  
Измерения углов наклона светового пучка фары в вертикальной и горизонтальной плоскости.  
Межповерочный интервал – 1 год.

## Измерения параметров потока, расхода, уровня, объёма веществ

▶ **81816-21**  
**Расходомеры-счётчики электромагнитные ProcessMaster/HygienicMaster 600**  
Свидетельство действительно до 21.05.2026.  
Измерения скорости потока и вычисление объёмного расхода и накопленного объёма электропроводящих жидкостей, пульп и суспензий, имеющих

## МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

# Новое решение задач в виброакустике – многоканальная система Экофизика-500



Экофизика-500 предназначена для измерения напряжения, частоты и спектральных характеристик сигналов с выхода преобразователей акустических, вибрационных и электрических величин.

Экофизика-500 – это многофункциональная современная платформа для построения сложных измерительных комплексов, в частности для исследований волновых процессов распространения звука и вибрации в различных средах, многоканальных измерений в акустических камерах, измерений вибрации зданий и сооружений, мониторинга строительных конструкций, регистрации и анализа ударных и импульсных процессов, локализации источников звука.

Экофизика-500 – это не просто очередной многоканальный фронтенд, предназначенный для передачи сырых данных в компьютер, – это самостоятельное измерительное устройство, способное производить вычисления огромного количества величин в реальном масштабе времени, хранить их в собственной памяти и (или) выдавать в канал телеметрии.

Экофизика-500 может использоваться автономно, для её работы в полевых условиях не требуется компьютер. В том числе Экофизика-500 может работать по заранее определенным программам без участия оператора при испытаниях сложной техники, ограничивающих присутствие персонала и персональных компьютеров в зоне проведения измерений.

Номер в Госреестре СИ РФ: 81866-21.



### Функциональные возможности

- Работа в автономном режиме с сохранением во встроенную память и (или) под управлением внешнего устройства.
- Измерение по 8–16 каналам одним измерительным блоком.
- Беспроводная сеть общего времени с возможностью синхронизации измерительных блоков.
- Индивидуальная конфигурация входных каналов (конденсаторные микрофоны, ИСР/IEPE, прямой и дифференциальные входы по напряжению, мостовые усилители...).
- Цифровые порты коммутации внешних устройств (генераторов, цифровых преобразователей, дополнительных средств измерений).
- Регистрация временных форм сигналов (частота дискретизации до 256 кГц на канал) в энергонезависимую память.
- Частотный анализ сигналов в реальном времени (1/1-, 1/3-, 1/6-, 1/12-, 1/24-октавный, БПФ).
- Встроенная картотека датчиков с индивидуальными данными калибровки.
- Телеметрия сигналов и спектров в реальном времени на внешнее устройство (Ethernet, USB).

Масса прибора в собранном виде: 0,95 кг.



Изготовитель:  
ООО «ПКФ Цифровые приборы»,  
www.octava.info,  
info@octava.info



Подробнее о системе Экофизика-500

минимальную электропроводность 5 мкСм/см (20 мкСм/см для деминерализованной воды).  
Межповерочный интервал – 4 года.

► **81891-21**  
**Ротаметры с местными показаниями фторопластовые на высокое давление РМФВ**

Свидетельство действительно до 31.05.2026.  
Измерения объёмного расхода плавно меняющихся потоков жидкостей.  
Межповерочный интервал – 3 года.

► **81934-21**  
**Расходомеры-счётчики электромагнитные FSM4000**

Свидетельство действительно до 28.05.2026.  
Измерения скорости потока и вычисление объёмного расхода и накопленного объёма электропроводящих жидкостей, пульп и суспензий, имеющих минимальную электропроводность 20 мкСм/см (5 и 0,5 мкСм/см с использованием преусилителя).  
Межповерочный интервал – 4 года.

► **81956-21**  
**Счётчики газа объёмные диафрагменные DURECOM**

Свидетельство действительно до 18.06.2026.  
Измерения прошедшего через счётчики объёма природного газа, паровой фазы сжиженного углеводородного газа и других неагрессивных газов при учётно-расчётных и технологических операциях.  
Межповерочный интервал – 10 лет.

► **82009-21**  
**Счётчики тахометрические GROEN**

Свидетельство действительно до 18.06.2026.  
Измерения объёма питьевой воды по СанПиН 2.1.4.1074-01, воды в тепловых сетях и системах теплоснабжения по СанПиН 2.1.4.2496-09.  
Межповерочный интервал – 6 лет.

## Измерения давления, вакуумные измерения

► **81813-21**  
**Преобразователи температуры и давления SureSENS QPT ELITE**

Свидетельство действительно до 21.05.2026.  
Измерения избыточного давления и температуры нефти, газа, воды и их смесей в скважинах. Подлежат первичной поверке до ввода в эксплуатацию

► **81817-21**  
**Контроллеры давления специальные одноканальные КДС-1**

Свидетельство действительно до 21.05.2026.  
Автоматизированное воспроизведение и измерения абсолютного давления в качестве эталонов при проведении поверки и калибровки средств измерений давления в области абсолютных давлений и вычисление барометрической высоты по измеряемому давлению согласно таблицам и алгоритмам стандартной атмосферы.  
Межповерочный интервал – 1 год.

## Измерения физико-химического состава и свойств веществ

► **81801-21**  
**Комплексы автоматического измерения и учёта выбросов загрязняющих веществ АКПВ**

Свидетельство действительно до 31.05.2026.

Преобразование входных электрических сигналов по цифровым и аналоговым интерфейсам, поступающих от первичных измерительных преобразователей с последующим контролем параметров технологических процессов (таких как массовая (объёмная) концентрация загрязняющих веществ, объёмный расход, скорость газового потока, давление, температура, объёмная доля влаги); автоматический сбор, обработка, хранение и передача информации, получаемой от подключённых устройств, с последующим расчётом валовых выбросов вредных загрязняющих веществ.  
Межповерочный интервал – 1 год.

► **81804-21**  
**Газоанализаторы Oxybaby модели M-, 6.0**

Свидетельство действительно до 31.05.2026.  
Непрерывные и селективные измерения содержания кислорода, диоксида углерода в инертных газах.  
Межповерочный интервал – 1 год.

► **81824-21**  
**Вискозиметры VIS403**

Свидетельство действительно до 31.05.2026.  
Измерения температуры и динамической вязкости расплавов металлов, шлаков, стекла.  
Межповерочный интервал – 5 лет.

► **81827-21**  
**Спектрометры оптические эмиссионные PDA-MF и PDA-MF Plus**

Свидетельство действительно до 31.05.2026.  
Измерения массовой доли элементов в металлах и сплавах в соответствии с аттестованными методиками (методами) измерений.  
Межповерочный интервал – 1 год.

► **81828-21**  
**Хроматографы газовые Agilent 7890B**

Свидетельство бессрочно для зав. № CN20293019 и зав. № CN20303002 с плазменно-эмиссионным детектором.  
Измерения содержания (объёмных долей, млн<sup>-1</sup>) компонентов, входящих в состав анализируемых проб технологических газов и товарного гелия.  
Межповерочный интервал – 1 год.

► **81836-21**  
**Анализаторы пыли T640, T640X**

Свидетельство действительно до 31.05.2026.  
Измерения массовой концентрации аэрозольных частиц в атмосферном воздухе и воздухе рабочих зон, в том числе при контроле среднесуточных значений предельно допустимых концентраций.  
Межповерочный интервал – 1 год.

► **81851-21**  
**Анализаторы ртути лабораторные РА-915Лаб**

Свидетельство действительно до 28.05.2026.  
Измерения содержания ртути в почвах, пробах пищевых продуктов и продовольственного сырья, кормах, комбикормах, кормовых и пищевых добавках, воде, водных растворах, углеводородном сырье, биосредах, твёрдых и жидких отходах, парфюмерно-косметической продукции, бытовой химии и других объектах с применением методик измерений, аттестованных в установленном порядке.  
Межповерочный интервал – 1 год.

► **81890-21**  
**Газоанализаторы стационарные ИГАС**

Свидетельство действительно до 31.05.2026.  
Измерения массовой концентрации газов в смеси с воздухом, азотом или другими инертными газами и передача измерительной информации внешним устройствам в цифровой форме.  
Межповерочный интервал – 1 год.

► **81893-21**  
**Газоанализаторы портативные Мультигазсенс М5, Мультигазсенс М5.L, Микросенс М6, Микросенс М6.L**

Свидетельство действительно до 31.05.2026.  
Измерения концентраций горючих газов, объёмной доли кислорода, водорода, диоксида углерода, вредных газов и паров летучих органических соединений в воздухе рабочей зоны и подача предупредительной сигнализации о достижении установленных пороговых значений.  
Межповерочный интервал – 1 год.

► **81901-21**  
**Спектрометры эмиссионные с индуктивно связанной плазмой ICP-OES Agilent модели 5800 и 5900**

Свидетельство действительно до 31.05.2026.  
Измерения массовой концентрации элементов в водных растворах, природных и сточных водах, продуктах питания, почвах, металлах и их сплавах, геологических пробах, рудах, концентратах, нефти, нефтепродуктах и отработанных смазочных маслах в соответствии с аттестованными методами (методиками) измерений.  
Межповерочный интервал – 1 год.

► **81906-21**  
**Анализаторы потенциометрические ТАН**

Свидетельство действительно до 31.05.2026.  
Измерения водородного показателя, показателя активности ионов и окислительно-восстановительного потенциала жидких сред с одновременным измерением температуры среды.  
Межповерочный интервал – 1 год.

## Теплофизические и температурные измерения

► **81829-21**  
**Тепловизоры инфракрасные SENSITEC DT-9875HY**

Свидетельство действительно до 31.05.2026.  
Бесконтактные измерения пространственного распределения температуры объектов по их собственному тепловому излучению в пределах зоны, определяемой полем зрения оптической системы тепловизоров, и визуализация этого распределения на дисплее тепловизора.  
Межповерочный интервал – 1 год.

► **81831-21**  
**Термопреобразователи сопротивления PR-SPA**

Свидетельство действительно до 31.05.2026.  
Измерения температуры деталей электрических машин во взрывоопасных и взрывобезопасных зонах.  
Межповерочный интервал – 2 года.

► **81852-21**  
**Термоманометры погружные КВСМ-1**

Свидетельство действительно до 28.05.2026.  
Измерения давления и температуры среды контактным способом при полном погружении в нефтяных, газоконденсатных и других скважинах, в том числе при одновременном мониторинге параметров процесса добычи нефти и газа.  
Межповерочный интервал:  
для термоманометров ГТДТ-К-А – 3 года;  
для термоманометров ГТДТ-К – подлежат первичной поверке до ввода в эксплуатацию.

► **81942-21**  
**Модули датчиков MSU44RHT**

Свидетельство действительно до 18.05.2026.  
Измерения и контроль температуры и относительной влажности воздушной среды.  
Межповерочный интервал – 1 год.

**Ручной лазерный  
3D-сканер  
KSCAN MAGIC,**

разработанный Scantech Co., Ltd. С учетом многолетнего опыта и наработок в области создания ручных высокоточных сканеров. KSCAN MAGIC создан для быстрой и точной оцифровки геометрии объектов с габаритами от 2 см до 10 м. Интегрированная фотограмметрическая система значительно расширяет область

сканирования и улучшает объемную точность при сканировании крупных изделий, а четыре режима работы позволяют комфортно сканировать различные объекты под разные задачи:

- 11 x 11 синих лазерных линий для быстрой оцифровки объектов;
- 7 параллельных лазерных линий для захвата высокодетализированных участков;
- 1 синяя лазерная линия для качественного сканирования отверстий и поднутрений;
- 11 параллельных инфракрасных линий для быстрой оцифровки крупногабаритных объектов.

- Высокоточный – 20 мкм + 30 мкм/м
- Точность с ФГ MSCAN L15 – 20 мкм + 15 мкм/м
- Быстрый – 1 350 000 точек/с
- Неприхотливый – невосприимчив к вибрациям, рабочая температура от –10 до +40 °С
- Решает широкий спектр задач, разрешение сканера варьируется от 10 мкм при сканировании с высокой детализацией до 1 мм при сканировании крупногабаритных объектов
- Зона сканирования может достигать 1440 x 860 мм в зависимости от режима сканирования
- Поддерживает функцию контактных измерений, точность измерений щупом составляет 30 мкм
- Визуализация оцифрованной геометрии в реальном времени
- Возможность сканирования блестящих и черных поверхностей без матирующего напыления
- Полностью русифицированное программное обеспечение
- Возможность осуществления контроля геометрии в «родном» ПО
- Бесплатные обновления ПО

**Планируется внесение в реестр средств измерений РФ в 2022 году**

**Автоматическая измерительная система для потокового контроля геометрии ScanTech AutoScan T42**

предназначена для работы на конвейерах при пакетной проверке деталей. В зависимости от условий и требований заказчика AutoScan-T42 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 P42 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 T42:

- 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 отчетов по отклонениям на рабочей станции
  - Благодаря синхронизации движения объекта и движения сканера

AutoScan T42 обеспечивает точный и быстрый сбор данных

- Поддерживается работа с двумя трекерами E-Track

**Оборудование успешно прошло испытания для внесения в реестр средств измерений РФ.**

**Портативный 3D-сканер SIMSCAN,**

разработанный Scantech Co., Ltd., – самый компактный и точный ручной лазерный сканер на сегодняшний день. SIMSCAN позволяет оператору легко сканировать объекты разных размеров (от 2 см до 4 м), просто перемещая сканер вокруг объекта. Возможно совместное использование с системами фотограмметрии (MSCAN L15) при сканировании больших объектов для уменьшения накопленной погрешности, что улучшает точность сканирования.

Обладает тремя режимами работы, которые позволяют решать широкий спектр задач:

- 11 x 11 перекрестных синих лазерных линий для быстрой оцифровки объектов;
- 7 параллельных лазерных линий для захвата высокодетализированных участков;
- 1 синяя лазерная линия для качественного сканирования отверстий и поднутрений.

- Высокоточный – 20 мкм + 40 мкм/м
- Точность с ФГ MSCAN L15 – 20 мкм + 15 мкм/м
- Быстрый – более 2 000 000 точек/с
- Сверхлегкий – 570 г
- Компактный - 203 x 80 x 44 мм, способен работать в ограниченном пространстве
- Неприхотливый – невосприимчив к вибрациям, рабочая температура от –10 до +40 °С
- Визуализация оцифрованной геометрии в реальном времени
- Возможность сканирования блестящих и черных поверхностей без матирующего напыления
- Полностью русифицированное программное обеспечение
- Возможность осуществления контроля геометрии в «родном» ПО
- Бесплатные обновления

**Планируется внесение в реестр средств измерений РФ в 2022 году**



82032-21

### Измерители-регуляторы многофункциональные ТРИД

Свидетельство действительно до 18.06.2026. Измерения и автоматическое регулирование температуры и других физических величин на основе сигналов, поступающих от термопреобразователей сопротивления, термоэлектрических преобразователей, милливольтовых устройств постоянного тока, тензометрических датчиков, датчиков давления с токовым выходом, а также нормированных аналоговых сигналов постоянного тока. Межповерочный интервал – 2 года.

## Измерения электротехнических и магнитных величин

81802-21

### Контроллеры логические программируемые с.рСО

Свидетельство действительно до 31.05.2026. Измерения аналоговых сигналов напряжения и силы постоянного тока, частоты переменного тока, сигналов от термопреобразователей сопротивления, термисторов, воспроизведение аналоговых сигналов напряжения постоянного тока. Межповерочный интервал – 4 года.

81808-21

### Контроллеры программируемые логические REGUL R100

Свидетельство действительно до 31.05.2026. Преобразование напряжения и силы постоянного тока; воспроизведение силы и напряжения постоянного тока, электрического сопротивления постоянному току. Межповерочный интервал – 4 года.

81819-21

### Устройства для измерений параметров электрической цепи, тока, напряжения, сопротивления ССС

Свидетельство действительно до 21.05.2026. Измерения электрического сопротивления постоянному току, напряжения и силы постоянного тока. Межповерочный интервал – 2 года.

81835-21

### Комплекс измерительно-управляющий установки ГФУ АО «РНПК»

Свидетельство бессрочно для зав. № 71500884. Измерения и преобразование аналоговых сигналов силы постоянного тока 4...20 мА от первичных измерительных преобразователей, приём и обработка дискретных сигналов, формирование управляющих аналоговых сигналов силы постоянного тока 4...20 мА и дискретных сигналов по командам оператора и по алгоритмам управления на основе полученных измерений параметров технологических процессов. Межповерочный интервал – 4 года.

81866-21

### Преобразователи напряжения измерительные цифровые ЭКОФИЗИКА-500

Свидетельство действительно до 31.05.2026. Измерения напряжения, частоты и спектральных характеристик сигналов с выхода преобразователей акустических и электрических величин. Межповерочный интервал – 1 год.

81940-21

### Микроверметры МК-73

Свидетельство действительно до 18.05.2026. Измерения полного магнитного потока. Межповерочный интервал – 1 год.

## Виброакустические измерения

81855-21

### Преобразователи акустической эмиссии резонансные GT205

Свидетельство действительно до 28.05.2026. Измерения амплитуды ультразвукового смещения или колебательной скорости поверхности твёрдых тел. Межповерочный интервал – 3 года.

81883-21

### Системы ультразвукового контроля SonaFlex

Свидетельство действительно до 31.05.2026. Измерения времени прихода и амплитуд сигналов, отражённых или дифрагированных на дефектах типа нарушения сплошности или однородности материала (трещин, пор, непроваров, включений) при сканировании акустическими блоками в сварных соединениях алюминиевых сплавов, выполненных сваркой трением с перемешиванием. Межповерочный интервал – 1 год.

## 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.*

## МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

### Прибор для измерения контура и шероховатости поверхности FORMTRACER AVANT

Гибридный прибор для измерения контура и шероховатости поверхности с взаимозаменяемыми датчиками – для измерения линейного контура, для измерения диаметрально расположенных контуров и для измерения шероховатости поверхности. Возможность в любое время дооснастить прибор дополнительными приводами и датчиками еще больше расширяет области применения, обеспечивая адаптацию к новым производственным задачам. Переключение между датчиками происходит легко и быстро – без кабелей, без инструментов, без выключения прибора и ПО! Кроме того, доступны модели с колонной до 700 мм для измерения высоких деталей, а также модели с увеличенным до 1000 x 450 мм гранитным основанием для измерения тяжелых и крупногабаритных деталей.



Это и многое другое оборудование доступно для проведения измерений в демонстрационном центре компании ООО «Митутойо РУС».

Ждем вас по адресу: г. Москва, Шарикоподшипниковская ул., д. 13, стр. 5. +7 (495) 54-54-390 [www.mitutoyo.ru](http://www.mitutoyo.ru)

# Mitutoyo

- Гибкость выбора датчиков  
Два для контура и четыре для шероховатости.
- Соответствие международным стандартам ISO, JIS, ANSI, VDA и другим.
- Высокая производительность  
Скорость перемещения по колонне (ось Z2) – до 30 мм/с, скорость перемещения привода (ось X) – до 80 мм/с, минимальное расстояние для позиционирования шпуля – 0,05 мм.
- Высокая точность измерений контура  
 $\pm (0,8 + 0,01L)$  мкм – привод (ось X);  
 $\pm (0,8 + 10,02H)$  мкм – датчик (ось Z1).
- Пять уровней измерительного усилия  
Легко выбираются в программном обеспечении, не требуя механических юстировок с грузами и противовесами.
- Наклон привода оси X –  $\pm 45^\circ$   
Позволяет измерять наклонные поверхности и каналы без влияния на измерительное усилие.
- Большой выбор принадлежностей  
Щупы, крепления, столики автоматизации перемещения и нивелирования деталей.
- Оборудование внесено в реестр СИ под № 78938-20 (действует до 12.08.2025).

Приглашаем вас посетить стенды компании Mitutoyo на ближайших профильных выставках, где будут представлены передовые продукты и решения в области линейно-угловых измерений, включая новинку 2021 года – прибор для измерения валов ROUNDTRACER FLASH!

«Технофорум»  
18–21 октября 2021 г.  
ЦВК «Экспоцентр»,  
г. Москва

Testing&Control  
26–28 октября 2021 г.  
МВЦ «Крокус Экспо»,  
г. Москва

# NDT

RUSSIA

21-я Международная  
выставка  
оборудования  
для неразрушающего  
контроля

26|27|28  
ОКТАБРЯ  
2021

Москва, Крокус Экспо

Организатор — компания MVK  
Офис в Санкт-Петербурге

**MVK** Международная  
Выставочная  
Компания

+7 (812) 401 69 55  
ndt@mvk.ru

Подробнее о выставке:  
**ndt-russia.ru**

12+

# Как обеспечить оборонный заказ

Актуальные вопросы внедрения цифровых технологий и последних изменений в области менеджмента качества, каталогизации и метрологического обеспечения оборонной продукции

**В.А. Агупов**

В Ялте (Республика Крым) с 6 по 9 июля 2021 года прошла организованная ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт «Центр» (ФГУП «ВНИИ «Центр») XI Всероссийская научно-практическая конференция на тему «Современные требования к организации работ по государственному оборонному заказу при внедрении цифровых технологий и последних изменений в области менеджмента качества, каталогизации и метрологического обеспечения оборонной продукции».

Конференция проводилась в целях рассмотрения и обсуждения состояния и основных направлений развития современных цифровых технологий, комплекса новых требований национальных, государственных военных стандартов в области менеджмента качества, каталогизации и метрологического обеспечения оборонной продукции, путей их эффективного внедрения в организациях, выполняющих государственный оборонный заказ (ГОЗ), а также обучения, обмена передовым опытом и мнениями.

Основной задачей конференции являлась выработка научно обоснованных направлений и рекомендаций по повышению эффективности работы организаций оборонно-промышленного комплекса (ОПК) в сфере исполнения ГОЗ на основе внедрения современных цифровых технологий, новых требований национальных, государственных военных стандартов в области менеджмента качества, каталогизации и метрологического обеспечения оборонной продукции, направленных на комплексное обеспечение качества оборонной продукции.

В работе конференции приняли участие представители Минобороны России, Росстандарта, государствен-

ных корпораций, предприятий и организаций, работающих в области создания оборонной продукции.

В качестве основных докладчиков на конференции выступили представители ФГУП «ВНИИ «Центр»: научный сотрудник **С.В. Пичев**; доктор технических наук, заместитель руководителя Центра **В.А. Агупов**; доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник **А.П. Тарасов** и другие участники конференции.

В ходе работы конференции были заслушаны и обсуждены доклады по следующим темам:

- роль и место современных цифровых технологий при выполнении работ по ГОЗ при создании изделий машиностроения и приборостроения, вопросы применения цифровых технологий при создании эксплуатационной документации, вопросы качества цифровых данных;
- актуализация действующих и разработка новых национальных стандартов в части выполнения электронной конструкторской документации (КД), направления развития систем и комплексов национальных стандартов на КД, актуализация государственных военных стан-

дартов ЕСКД в части выполнения КД в электронной форме;

- актуализация действующих и разработка новых национальных стандартов в части выполнения электронной технологической документации (ТД), направления развития систем и комплексов национальных стандартов на ТД, актуализация национальных стандартов ЕСТД в части выполнения ТД в электронной форме;
- обзор и анализ изменений правовой нормативной базы Российской Федерации, технических регламентов и государственных военных стандартов в области обеспечения единства измерений;
- нормативные и организационные основы проведения работ по метрологическому обеспечению продукции, создаваемой в ГОЗ;
- организация и порядок проведения метрологической экспертизы проектов государственных военных стандартов, содержащих требования к измерениям, эталонам, стандартным образцам и средствам измерений;
- актуализация документов по стандартизации оборонной продукции в части метрологи-

**Ключевые слова:** цифровые технологии, менеджмент качества, государственный оборонный заказ, каталогизация, метрологическое обеспечение.  
**Keywords:** digital technologies, quality management, state defense order, cataloging, metrological support.





ческого обеспечения испытаний изделий военной техники.

Обсуждались и другие важные вопросы.

В рамках работы конференции проведены четыре круглых стола по рассматриваемым вопросам. Участниками конференции отмечено, что в области рассматриваемых направлений обеспечения качества оборонной продукции остается нерешенным ряд проблемных вопросов.

В области внедрения безбумажных, цифровых технологий значительная доля стандартов ЕСКД (порядка 30%) и ЕСТД (порядка 70%) требует пересмотра и актуализации в целях приведения их в соответствие с современными требованиями к электронной конструкторской и технологической документации, создаваемой в формате современных CAD-, CAM-, CAPP- и PDM-систем, и исключения противоречий. Дальнейшего развития и уточнения требуют документы по стандартизации оборонной продукции (ДСОП), устанавливающие правила применения электронной цифровой подписи. Отсутствуют стандартизованные подходы к обеспечению качества электронной конструкторской и техноло-

гической документации и в целом к обеспечению качества цифровых данных.

В области обеспечения единства измерений значительная доля ДСОП, включая отраслевые документы по стандартизации, требует пересмотра и актуализации в целях приведения их в соответствие с действующим законодательством и исключения противоречий. Дальнейшего развития и уточнения требуют ДСОП, устанавливающие организацию и порядок проведения метрологической экспертизы технической документации силами головных исполнителей (исполнителей) ГОЗ. Отсутствуют стандартизованные подходы к проведению метрологической экспертизы электронной конструкторской документации, создаваемой в формате современных CAD- и PDM-систем при внедрении так называемых безбумажных технологий. В организациях ОПК имеется дефицит компетентных специалистов-метрологов, экспертов-метрологов.

Остро стоит вопрос, связанный со своевременностью (в срок до 1 января 2022 года) внедрения в СМК организаций ОПК требований ГОСТ РВ 0015-002-2020 из-за не-

обходимости удовлетворения в короткий срок потребностей большого количества организаций ОПК в типографском издании бумажной версии ГОСТ РВ 0015-002-2020 и значительных трудозатрат организаций ОПК по реализации комплекса организационно-технических мероприятий при внедрении в СМК широкого спектра новых дополнительных требований.

Наиболее значимыми проблемами в области каталогизации оборонной продукции отмечены: низкая эффективность использования федеральной системы каталогизации продукции (ФСМП) и технологической каталогизации; морально устаревшее, требующее модернизации (для реализации веб-технологий, используя электронный, безбумажный документооборот) используемое специальное программное обеспечение; отсутствие системы подготовки специалистов, учебных планов и образовательных программ в области каталогизации продукции.

В целях дальнейшего развития, совершенствования и повышения эффективности рассматриваемых на конференции работ по комплексному обеспечению качества оборонной продук-

ции с учетом высказанных на конференции предложений участниками конференции предложено: ФГУП «ВНИИ «Центр» совместно с ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» и АО ГНЦ «Центр Келдыша» подготовить предложения в программу национальной стандартизации по разработке комплекса национальных стандартов, устанавливающих требования к выполнению «цифровых двойников» изделий (терминология, правила и порядок разработки, оценка соответствия требованиям технических заданий, сдача заказчику, эксплуатация, модернизация, программные средства, обеспечивающие совместное функционирование геометрических моделей изделий и математических моделей физических процессов, происходящих

при функционировании изделий); ФГУП «ВНИИ «Центр» совместно с АО НИЦ «Прикладная Логистика» подготовить предложения в программу национальной стандартизации по разработке и актуализации документов по стандартизации систем ЕСКД, ЕСТД, СТСП, ориентированных на внедрение безбумажных, цифровых технологий; ФГУП «ВНИИ «Центр» совместно с ТК 053 подготовить предложения в программу национальной стандартизации по разработке двух национальных стандартов, устанавливающих общие требования к эксперту-метрологу, а также цели, задачи, содержание и порядок метрологической экспертизы технической документации и другие предложения.

МИ



**Владимир Александрович Агупов**

доктор технических наук, действительный член Метрологической академии, заместитель руководителя Центра ФГУП «ВНИИ «Центр», г. Москва

### Abstract

*In Yalta (the Republic of Crimea), from July 06 to 09, 2021, the XI All-Russian Scientific and Practical Conference was organized by the FSUE "All-Russian Research Institute "Center". The topic of the conference was "Modern requirements for the organization of work on the state defense order with the introduction of digital technologies and the latest changes in the field of quality management, cataloging and metrological support of defense products".*

## ВОПРОС ЭКСПЕРТУ — новая возможность бонусной системы\*



Задайте интересующий вас вопрос по персональным задачам, задачам предприятия или темам, поднимаемым на страницах наших изданий.



На самые интересные и актуальные вопросы ответят наши ведущие эксперты и авторы публикаций журналов РИА «Стандарты и качество».

Задать свой вопрос можно по e-mail: [voros@mirq.ru](mailto:voros@mirq.ru)



Для рассмотрения заявки в письме необходимо указать ваши Ф.И.О., должность, компанию и журналы издательства, на которые осуществлена подписка.



Информация о времени проведения вебинара с ответами на вопросы будет направлена по e-mail, с которого прислан вопрос.



**В.А. Агупов,**  
д-р техн. наук, действительный член Метрологической академии, заместитель руководителя Центра ФГУП «ВНИИ «Центр»



**Ф.В. Булыгин,**  
д-р техн. наук, член Международного комитета по мерам и весам, первый заместитель директора по науке ФГУП «ВНИИМС»



**А.А. Данилов,**  
д-р техн. наук, профессор, действительный член Метрологической академии, директор ФБУ «Пензенский ЦСМ»



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

\*Бонус действует только для подписчиков РИА «Стандарты и качество». Перечень экспертов: <https://ria-stk.ru/expert/>

# БОНУСНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ПОДПИСЧИКОВ

Опция — «Задай вопрос эксперту»  
Подробнее на странице <http://www.ria-stk.ru/bonus/>

**NEW**

Добавлена книга «Основы стандартизации»

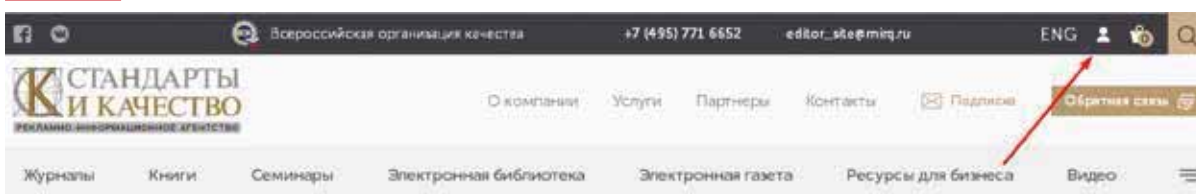
- бесплатное размещение информации о Вашей компании на наших ресурсах
- купоны на рекламу в журналах и наших интернет-ресурсах
- электронное приложение «КАЧЕСТВО+. ЛУЧШИЕ МИРОВЫЕ ПРАКТИКИ» для подписчиков журналов «Стандарты и качество», «Методы менеджмента качества»
- книги РИА «Стандарты и качество» в подарок
- скидки на журналы и участие в мероприятиях РИА «Стандарты и качество»
- добавлен архив журналов за 2-е полугодие 2020 г.
- новые материалы в разделе «Электронная библиотека»
- доступ к актуальным опциям партнеров

## СЛЕДИТЕ ЗА ОБНОВЛЕНИЯМИ НА СТРАНИЦЕ БОНУСНОЙ СИСТЕМЫ:

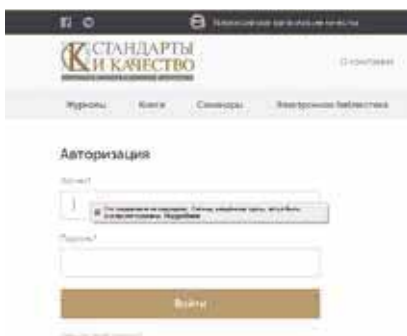
- ✓ СКИДКИ НА ОБУЧЕНИЕ
- ✓ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА
- ✓ ЛУЧШИЕ ПРАКТИКИ АУДИТА
- ✓ ПОДПИСКА СО СКИДКОЙ
- ✓ ЭЛЕКТРОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И СЕРВИСЫ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВАШЕЙ РАБОТЫ
- ✓ АРХИВЫ ЖУРНАЛОВ
- ✓ РОЗЫГРЫШ ПОЛЕЗНЫХ ПРИЗОВ
- ✓ ПОСЕЩЕНИЕ МЕРОПРИЯТИЙ

Листовка с кодом доступа (логин) к бонусной системе вложена в текущий выпуск журнала.

**1-й шаг** Зарегистрируйтесь на сайте или авторизуйтесь, введя логин и пароль



**2-й шаг** Войдите в личный кабинет



**3-й шаг** В меню «Активировать бонусную систему» введите полученный код доступа



**4-й шаг** Нажмите кнопку «Активировать», после чего Вам откроется доступ к бесплатным сервисам и эксклюзивным материалам на странице <http://www.ria-stk.ru/bonus/>



Узнать подробную информацию о бонусной системе ООО «РИА «Стандарты и качество», а также восстановить свои логин и пароль Вы можете по тел.: (495) 771 6652 (доб. 140); e-mail: [zakaz@mirQ.ru](mailto:zakaz@mirQ.ru)

# Металлообработка и измерительные системы

В.И. Матвеев

Выставка «Металлообработка-2021», которая состоялась в мае в ЦВК «Экспоцентр», прошла с большим успехом. Свою продукцию продемонстрировали 790 компаний из 30 стран мира, в том числе 578 компаний из России. И это не удивительно: металл является основой продукции большинства современных отраслей промышленности. Для читателей журнала «Мир измерений» выставка представила интерес, поскольку производство, обработка, применение металла сопровождаются измерительными технологиями, неразрушающим контролем и диагностикой.

В официальном открытии выставки приняли участие М.И. Иванов, заместитель министра промышленности и торговли РФ; М.А. Фатеев, вице-президент ТПП РФ; А.Г. Вялкин, врио генерального директора АО «Экспоцентр». На второй день выставку посетил председатель Правительства РФ М.В. Мишустин.

## Деловая программа: за аддитивными технологиями – день сегодняшний

Что касается деловой программы, интересным для метрологов и ключевым среди запланированных мероприятий стала четырехдневная Международная конференция по аддитивным технологиям и 3D-решениям «Индустрия 3D», организованная при поддержке Минпромторга России и компании Webconf.

За четыре дня выступили более 100 докладчиков и было проведено свыше 400 бизнес-встреч. Конференция прошла в гибридном формате, с параллельной онлайн-трансляцией, дав возможность всем желающим услышать выступления и задать вопросы участникам.

В один из дней выставки состоялась экскурсия «Путь инноваций» для представителей ведущих отраслевых СМИ.

– Мы постарались так построить экскурсионный маршрут, чтобы он

охватил экспозиции наиболее ярких участников основных разделов выставки, – рассказывает Светлана Тимченко, генеральный директор компании – организатора пресс-тура Marketing from Timchenko. – Были представлены «Комплексные решения для обработки металла», «Станки», «Инжиниринг», «Инструмент», «Измерение», «Индустрия 4.0», «Сварка», «Аддитивные технологии» и, конечно, «Наука и профильное образование», с которого начинается любая отрасль.

Так, представители МГТУ им. Н.Э. Баумана и Уфимского государственного авиационного университета, а также фонда «Сколково» рассказали участникам мероприятия об актуальных программах российского профессионального образования в условиях цифровой трансформации отрасли и о поддержке молодых специалистов во время их первых шагов в бизнесе. В маршрут входило посещение стендов таких корифеев станкостроения, измерения и сварки, как компания из Швейцарии TL

Technology и немецкая компания Triumph, которая участвует в «Металлообработке» уже 20 лет. Обе они ежегодно удивляют рынок всё более высокотехнологичными новинками в оборудовании. Следующий участник – ГК «Калашников», флагман отечественной стрелковой отрасли, – предстал участникам мероприятия в новом ключе, рассказав о решениях в области «мирного» производства. В частности, представитель группы компаний презентовал достижения ГК «Калашников» в станкостроении, производстве инструментов и промышленного оборудования, а также разработке программного обеспечения для автоматизации систем мониторинга промышленного оборудования, подчеркнув, что за прошлый год производство станков на предприятиях ГК «Калашников» увеличилось втрое, а доля гражданской продукции составила уже 25 %.

Также участники пресс-тура посетили стенды ООО «СТАН», АО «Станкопром», компаний HORN, Mitutoyo, ESAB и ряд других.

**Ключевые слова:** выставка «Металлообработка-2021», измерительные технологии, неразрушающий контроль и диагностика.  
**Keywords:** Metalloobrabotka-2021 exhibition, measuring technologies, non-destructive testing and diagnostics.

## Возможности для разных отраслей

На выставке были представлены как традиционные тематические разделы, так и относительно новые – система прецизионной лазерной резки, обрабатывающий центр с ЧПУ, средства обработки металлов давлением, высокотехнологичное металлообрабатывающее оборудование, твердосплавный инструмент для фрезерования и сверления и многое другое.

НПЦ точного машиностроения «МЕЗОН» предложил систему оснащения современными обрабатывающими центрами любых производств габаритных изделий до 500 мм с точностью до 2–4 мкм. При этом осуществляется проектирование и внедрение роботизированных комплексов для автоматизации различных производственных процессов с организацией учебно-производственной практики.

СКБ измерительных систем SKBIS продемонстрировало новую продукцию в виде абсолютных преобразователей линейных перемещений ЛИР-ДА7 и ЛИР-ДА9 в станочном оборудовании для позиционирования по осям на длине измерения до 3040 мм с разрешением 10 нм; абсолютного многооборотного углового преобразователя перемещений ЛИР-ММ158А для счета числа совершенных оборотов с датчиками Холла; преобразователя угловых перемещений ЛИР-1115А с двумя независимыми каналами и центробежным выключателем. Преобразователи могут использоваться в промышленных роботах и манипуляторах, в приводных электродвигателях, на поворотных механизмах станков.

Компания i3D – НПО «3D-интеграция» занимала центральное место в павильоне аддитивных тех-



нологий и продемонстрировала самые последние инновационные решения в 3D-печати и сканировании. Самое большое внимание привлекли разработки для 3D-печати песчаных форм на базе песчаных 3D-принтеров FHZL и 3D-печать инженерными материалами на принтерах 3DGence.

Продукция машиностроения при изготовлении и после контролируется современными контактно-щуповыми приборами, а также многочисленными преобразователями с использованием различных физических методов. Так, АО «НИИИзмерения» представило линейку приборов для контроля параметров резьбы: конусности резьбы труб БВ-7599 и высоты профиля резьбы труб БВ-7642, конусности резьбы муфт БВ-7604 и высоты профиля резьбы муфт БВ-7679, шага резьбы труб и муфт БВ-7643, соосности резьбы муфт БВ-7668. Здесь же можно было ознакомиться с приборами контроля осевого зазора подшипников качения БВ-7748, 7661М и 7678М. Представил также интерес портативный измерительный прибор БВ-6436 с индуктивным преобразователем для контроля размеров деталей и средств автоматизации технологических процессов.

С серией измерительных средств продукции машиностроения можно было ознакомиться на стенде ЗАО

«ЧелябНИИконтроль». Среди них приборы для контроля биений, параметров зубчатых колес, координатные измерительные приборы, системы активного контроля. Приборы автоматического управления циклами размерной обработки наиболее подходят для автоматизации процессов шлифования.

При работе на современных станках с ЧПУ получили распространение измерительные системы с инфракрасной и радиоволновой передачей данных. ООО «Вектор Эталон» (от мирового лидера в области сенсоров HEXAGON) продемонстрировала новые, инновационные способы сопряжения датчиков с органами управления. В частности, радиоволновой датчик RWR95.51, работающий в диапазоне 2,4 ГГц, обеспечивает помехоустойчивую связь и передачу данных на дальности до 18 м.

Наибольшее развитие в области металлообработки получили оптические измерительные технологии на основе лазерных методов. Так, лазерный трекер LEICA AT403 компании HEXAGON показал абсолютную производительность, мобильность и гибкость. Устройство является по существу метрологическим средством поддержания высокого качества сложных по геометрии изделий. Получил также высокое признание абсолютный манипулятор ARM с лазерным сканером.

Мировой лидер в области измерительных приборов компания Mitutoyo показала на практике широкие возможности новой серии классического измерительного инструмента.

НПФ «Уран» продемонстрировала новейшее оборудование для измерительных лабораторий, в том числе оригинальные томографы высшего класса Werth и КИМ.

Современный анализ измерений, особенно сложных по форме и геометрии изделий, базируется на высоком уровне систем программирования. Компания HEXAGON предложила ультрасовременный аналитический инструмент Power Train для координатных и профилирующих измерительных машин на основе эталонного программного модуля QUINDOS, позволяющего осуществлять последовательную обработку изделий разных геометрических форм, произвольных поверхностей и специальной геометрии с помощью одной машины. Компания Open Mind предложила, в свою очередь, новую комплексную систему hyperMILL для эффективного и надежного САМ-программирования во всех отраслях промышленности. Основная цель – моделирование и автоматизация производства.

Трехмерное программное обеспечение для моделирования и производства труб предложила компания TeZet Technik AG. Оно необходимо при проектировании и осуществлении гибки труб со сложной геометрией с функцией последующего измерения труб и профилей. Программное обеспечение можно легко подключить к измерительным системам различных известных производителей контактных и бесконтактных средств измерения труб (инфракрасных измерительных вилок, измерительных лазерных линий, систем лазерного сканирования и других оптических измерений).

### Игорь Латонов,

менеджер по применению и продажам ООО «Митутойо РУС»

Наша компания, кроме известных на рынке решений Mitutoyo, на выставке «Металлообработка» представила целый ряд передовых продуктов для цехового и лабораторного применения. В числе ключевых новинок экспозиции этого года – видеоизмерительная машина MiSCAN APEX, которая представляет собой современную мультисенсорную машину для бесконтактных оптических измерений и контактных измерений сканирующим датчиком (MPP-NANO или SP25M), а также координатно-измерительная машина Crysta-Apex V, нацеленная на достижение максимальной точности, скорости и универсальности. Среди новинок – машина MiSTAR 555 с высокой степенью устойчивости к воздействию окружающей среды, профильный проектор PJ-Plus с новой системой светодиодной подсветки, а также высотомер QM-Height, который позволяет не только измерять высоту и перепад высот (ступенчатые поверхности), ширину паза или выступа, внутренний/внешний диаметр и диаметр делительной окружности, но и сканировать поверхности свободной формы, определяя максимальное/минимальное значения и размах из всех измеренных во время сканирования высот. Это и новый лазерный сканирующий микрометр LSM-6902H с улучшенной повторяемостью измерений на уровне  $\pm 0,045$  мкм, и многие другие приборы.

Известная швейцарская компания Sylvac SA познакомила посетителей с новыми измерительными системами для прецизионных оптических измерений и, в частности, оптических измерительных машин для контроля тел вращения.

Спектральные измерительные приборы стали неотъемлемым атрибутом любых профессиональных выставок. Компания «ОКБ Спектр» показала свои достижения в современном анализе качества металлопродукции. Ее оптические эмиссионные спектрометры позволяют производить качественный и количественный анализ элементного состава металлов и сплавов, порошков, геологических проб; анализ масел на продукты износа двигателей и других механизмов; контроль качества лекарств, воды и пищевых продуктов; экологический контроль. Свою версию эмиссионного спектрометра «Аргон-5СФ» представила компания «Спектрософт», показав возможности автоматического измерения содержания легирующих и примесных элементов в образцах металлов и сплавов, в том числе углерода, серы и фосфора.

### Что предложено для неразрушающего контроля

Целый ряд компаний представили свои возможности в сфере неразрушающего контроля и технической диагностики. Так, компания i3D – НПО «ЗД-Интеграция» представила две единицы лазерных 3D-сканеров от компании ScanTech. ScanTech Kscan20 – ручной лазерный сканер, предназначенный для быстрой и качественной оцифровки геометрии объектов с габаритами от нескольких сантиметров до десяти метров. Точность сканирования может достигать  $20 \text{ мкм} + 15 \text{ мкм/м}$ , а разрешение –  $10 \text{ мкм}$ . KScan20 внесен в реестр СИ, заявленные характеристики подтверждены на испытаниях и документально. ScanTech TrackScan P42 – система, состоящая из лазерного 3D-сканера и трекера, который отслеживает положение сканера в рабочем объеме до  $18 \text{ м}^3$ . Локальная точность измерений составляет  $25 \text{ мкм}$ , а объемная достигает  $64 \text{ мкм}$ . Разрешение – до  $20 \text{ мкм}$ . Преимущество системы с трекером по сравнению с обычными лазерными сканерами – возмож-

ность работать без нанесения меток на объект, что позволяет сканировать крупногабаритные объекты за считанные минуты. TrackScan P42 успешно прошел испытания для внесения в реестр СИ. Результатом работы сканеров является высокополигональная модель, которая повторяет геометрию реального объекта с высокой точностью. Используя специализированное программное обеспечение, можно сравнить результат сканирования с математической моделью объекта и получить отчет с цветовой картой отклонений, отклонениями в контрольных точках, контролем линейных размеров.

Большой спектр контрольно-измерительных приборов и оборудования продемонстрировала на выставке известная российская компания Neva Technology. Среди средств – лазерные трекеры API Radian для измерения формы и геометрии крупногабаритных узлов оборудования и калибровки станков, бесконтактная измерительная система серии MV 300 на базе лазерного радара, система автоматизированного визуального контроля LYNX. Для неразрушающего контроля изделий из композитных материалов специалисты компании Neva Technology предложили роботизированную систему шерографии, являющуюся разновидностью интерферометрического метода неразрушающего контроля, с помощью которого внутренние разрушения или дефекты компонентов могут быть выявлены посредством измерения и анализа поверхностных деформаций, вызываемых незначительной внешней нагрузкой (например, тепловым инфракрасным воздействием).

Особенное внимание посетителей выставки привлекли системы рентгеноскопии и компьютерной томографии (от Nikon X-Tek Systems). Данные системы предоставляют уникальные возможности по расширению классических методов неразрушающего контроля.



Выставку «Металлообработка» посетил М.В. Мишустин, председатель Правительства Российской Федерации

Высококачественные изображения получаются благодаря использованию практически точечного микрофокусного источника рентгеновского излучения, а также детекторам с высокой чувствительностью к рентгеновскому излучению. Стало возможным регистрировать наличие внутренних и внешних дефектов изделия и определять с высокой точностью (до 0,5 мкм) их размеры и местоположение. Процесс контроля производится в автоматическом режиме. Задав программно количественные и качественные критерии

дефектов, становится возможным осуществлять контроль на современном метрологическом уровне.

Ещё целый ряд компаний показал свои практические достижения в измерительных технологиях при производстве металлопродукции. Так, ООО «Сонатек» представило новые КИМ, портативные измерительные руки, видеоизмерительные системы, приборы контроля формы, контура и шероховатости поверхности. Компания Renishaw – датчики и программное обеспечение для измерений на станках с ЧПУ, ком-



**Томас Лихти,**  
генеральный директор торговой и инжиниринговой компании TL Technology, Швейцария

Наша компания отличается тем, что мы объединяем 20 представителей малого и среднего бизнеса Швейцарии и помогаем им выйти на российский рынок. Я сотрудничаю с Россией еще со времен Советского Союза, с 1986 года, поэтому хорошо знаю вашу страну и ее возможности. Швейцария не входит в Евросоюз, поэтому проблем с участием в выставке в Москве не было. Все компании – производители высокотехнологичного оборудования, которое востребовано в самых разных отраслях. В том числе мы представили оборудование для медицины и фармакологии – для изготовления имплантантов, протезов, упаковки для таблеток и т. д.

Решения, которые TL Technology предлагает своим заказчикам, доказали свою эффективность на предприятиях таких отраслей, как авиастроение, тяжелое и точное машиностроение, автомобилестроение, судостроение, мостостроение и возведение металлоконструкций, приборостроение и т. д.

Для нашей компании участие в «Металлообработке» – это возможность напомнить о себе рынку и заявить о возможностях, которые наши решения могут открыть для российских заказчиков.



плектующие и программное обеспечение для КИМ, абсолютные и инкрементальные датчики положения (энкодеры), системы аддитивного производства, системы для проверки точности оборудования и др.

ГК Ostek продемонстрировала новейшие достижения в технической микроскопии на основе измерительных микроскопов и метрологические решения с применением координатно-измерительных машин и средств допускового контроля – калибров.

Привлек внимание металлографический программно-аппаратный комплекс серии OMOS с системой анализа микроструктуры объектов Axalut soft. Модульная структура программного обеспечения Axalut soft позволяет проводить анализ изображения для различных сфер рынка: металлургической, машиностроительной, горнодобывающей, химической, атомной промышленности, микроэлектроники – и в различных НИИ. Программно-аппарат-

ные комплексы исследования микроструктуры изучаемых образцов позволяют аттестовать на соответствие различным стандартам (ГОСТ, ISO, ASTM, DIN, внутренним стандартам предприятия и др.). Модульная структура программного обеспечения включает в себя такие методики металлографического анализа для сталей, цветных металлов и сплавов, как величина зерна в сталях и сплавах (ГОСТ 5639, ASTM E112), неметаллические включения в сталях и сплавах (ГОСТ 1778) (методы Ш и К), анализ включений графита в чугунах (ГОСТ 3443), относительное содержание феррита и перлита (ГОСТ 8233), измерение длин игл мартенсита (ГОСТ 8233), анализ межкристаллитной коррозии, методы сравнения с эталонами стандартов и т. д.

Известная фирма «ЦНИИТ-МАШ» познакомила посетителей с целой серией работ при механическом испытании материалов, моделей, элементов конструкций и свар-

ных соединений при статическом и циклическом нагружении в диапазоне до 1000 т на воздухе и при наличии агрессивных сред, автоклавных испытаний при низких скоростях деформирования и др.

## Заключение

Выставка показала высокий потенциал и возможности металлооборудования и современных технологий. Практически решаемы любые задачи. Однако ещё мал прирост безотходных технологий. Измерительные технологии и процессы управления ими всё в большей степени участвуют в современных процессах автоматизированного производства металлопродукции.

Неизбежно повышение уровня роботизации многих производственных операций в технологиях металлообработки.

**МИ**

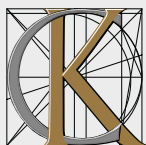
## Abstract

*The Metalloobrabotka-2021 (Metalworking-2021) exhibition, which took place in May at the Expocentre Fairgrounds, was a great success. 790 companies from 30 countries of the world demonstrated their products. And this is not surprising, as the products of most modern industries have a certain amount of metal in them. Metrologists have certain interest in the exhibition since the production, processing and use of metal are accompanied by measuring technologies, non-destructive testing and diagnostics.*



**Владимир Иванович Матвеев**

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



## 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.



# О перспективе объединения метрологии и квалиметрии

В № 2 «Мира измерений» за 2021 год была перепечатана статья, опубликованная в нашем журнале в 2010 году № 1 «Метрология и квалиметрия: вопросы идентификации» с комментариями современных специалистов. В этом номере свой взгляд на проблему высказывают ученые ВНИИМ им. Д.И. Менделеева Р.Е. Тайманов и К.В. Сапожникова. По их мнению, потребность в оценке качества продукции и услуг, например, выразительности музыки, вкуса вина или аромата духов, становится все более актуальной с каждым годом. Привлечение экспертов – наиболее простой путь для получения оценки качества. Однако необходим отбор представительной группы экспертов, которых объединяет некоторый набор социально-культурных характеристик, общих для потребителей именно этой продукции (услуг). Целесообразно также приведение оценок экспертов к единой шкале для исключения заведомо предвзятых оценок.

В частности, для оценки выразительности исполнения музыки желательнее привлечение экспертов из числа тех, кто был бы заинтересован присутствовать на предстоящем концерте, любящих музыку именно этого типа, например, классику или, напротив, молодежный рок.

При этом мнения экспертов могут существенно различаться. На оценке сказывается и степень компетентности в данной области, наличие предвзятого отношения к исполнителю услуг (изготовителю продукции), личная заинтересованность в определенном результате опроса и т.д. Однако метрология требует, чтобы оценка отражала мнение большинства заинтересованных потребителей данной продукции и услуг. Для достижения этой цели в последние годы успешно развиваются методы автоматического приведения экспертных оценок к единой шкале. Формируются несколько направлений получения необходимых данных:

- анализ ответов экспертов на серию, казалось бы, отвлеченных вопросов;
- анализ экспериментально определяемых объективных (измеряемых) показателей экспертов при вынесении ими заключения, например, звучания голоса, биотоков мозга и т.д.;

– комбинация двух названных выше направлений.

Такие методы коррелируют с известными разработками «детекторов лжи».

В предшествующее десятилетие в метрологии сформировался интерес к измерению нефизических многопараметрических (многомерных) величин. Этот интерес нашел отражение в Международном словаре по метрологии, нормативных документах по метрологии, многочисленных отечественных и зарубежных публикациях, связанных с измерением свойств человека и общества, взаимодействием между людьми. К числу многопараметрических величин относится также качество товаров и услуг. Развитие искусственного интеллекта и перспективы его использования в процессе измерений открыли дополнительные возможности в этом направлении. Определенные шаги в сторону объединения сделаны в законодательной метрологии. Принято положение о возможном использовании методики измерений в качестве основы для сравнения. В этой связи можно сказать, что в настоящее время идет процесс освоения метрологией задач квалиметрии.

МИ

## Abstract

*The authors of the article express their opinion on the ways of developing qualimetry. According to their ideas, the tasks of qualimetry are becoming more and more important every year, their relevance is increasing, and international relations force us to look for solutions for them that are applied in a uniform manner in different countries. Therefore, metrology is gradually mastering the tasks of qualimetry.*



**Роальд  
Евгеньевич  
Тайманов**

руководитель  
Проблемной  
лаборатории  
метрологического  
обеспечения

компьютеризированных датчиков и информационно-измерительных систем ВНИИМ им. Д.И. Менделеева, действительный член Метрологической академии, член Технического комитета (ТК 7) «Наука об измерениях» ИМЕКО, г. Санкт-Петербург



**Ксения  
Всеволодовна  
Сапожникова**

заместитель  
руководителя  
Проблемной  
лаборатории  
метрологического

обеспечения компьютеризированных датчиков и информационно-измерительных систем ВНИИМ им. Д.И. Менделеева, член Технического комитета (ТК 7) «Наука об измерениях» ИМЕКО, г. Санкт-Петербург

**Ключевые слова:** квалиметрия, качество товаров и услуг, экспертная оценка.  
**Keywords:** qualimetry, quality of goods and services, expert assessment.



# И.Ф. Шишкин: «Выбрав метрологию, я ни разу не пожалел о своём выборе...»

К 85-летию со дня рождения И.Ф. Шишкина

О.Ю. Тюшевская

Игорь Фёдорович Шишкин (1936–2018) – морской офицер, ученик Курчатова, метролог и организатор науки, который много сделал для становления высшего метрологического образования в стране. Он создал новую инженерную специальность «Метрология, стандартизация и управление качеством», воспитал множество учеников, которые сегодня реализуют его идеи, способствуя не только становлению экономики России, но и укреплению её обороноспособности.

### За мужество и самоотверженность

Игорь Фёдорович Шишкин родился в Москве 7 сентября 1936 года. Как и многие мальчишки, чьё детство пришлось на суровые военные годы, он хотел стать военным, а ещё увлекался техникой и мечтал о море. О чём же ещё мог мечтать сын флотского офицера, прошедшего Великую Отечественную войну?! Казалось бы, сама судьба привела его, одиннадцатилетнего мальчишку, в стены Тбилисского Нахимовского военно-морского училища. Его сокурсник Анатолий Завадский так вспоминал первые дни, проведённые там: «Была радость победы, чувство гордости, радужные надежды на будущее. Именно они не давали нам падать духом и помогали мужественно переносить муштру и тяготы, как из рога изобилия посыпавшиеся на наши головы. Словно зафлажкованные волчата, мы ходили по незнакомым помещениям и коридорам, принюхиваясь к новым для нас запахам. Пахло масляной краской, оружейным маслом, смоляными канатами, а главное – суровой воинской дисциплиной. То, что нянчиться с нами здесь никто не собирается, мы поняли сразу». Умение не падать духом в любой, даже, казалось бы, безвыходной ситуации, пригодилось в жизни ему ещё не раз.

Тбилисское Нахимовское военно-морское училище подготовило всего десять выпусков, но оно по праву мо-

жет гордиться своими воспитанниками. В разные годы его окончили Герой Советского Союза капитан 1-го ранга Ю.П. Филиппев – один из первых в СССР гидронавтов-глубоководников, командир корабля, контр-адмиралы С.П. Петров, П.П. Горожин, генерал-майор В.О. Чиковани, командиры кораблей Г.П. Никитин, А. Полетаев, С. Порахин, И. Шелютте и доктор наук И.Ф. Шишкин.

После успешного окончания Нахимовского училища в 1953 году Шишкин становится курсантом Выс-



В молодые годы

**Ключевые слова:** метрология, квалиметрия, трасология, испытания атомного оружия.  
**Keywords:** metrology, qualimetry, tracology, testing of atomic weapons.

## И.Ф. ШИШКИН: «ВЫБРАВ МЕТРОЛОГИЮ, Я НИ РАЗУ НЕ ПОЖАЛЕЛ О СВОЁМ ВЫБОРЕ...»

шего военно-морского инженерного радиотехнического училища в городе Гатчина, которое оканчивает в 1958 году. Ещё во время учёбы он проявлял тягу к научным исследованиям и опубликовал свою первую научную работу. По окончании училища Шишкин прошёл специальную переподготовку в АН СССР и по добровольному согласию был отобран специальной комиссией для работы инженером – испытателем атомного оружия на полигоне Новая Земля.

Незадолго до его прибытия на полигон, осенью 1957 года, здесь были проведены четыре ядерных испытания. 7 сентября был осуществлен приземный взрыв на башне высотой 15 метров, через неделю – воздушный ядерный взрыв, 6 октября – воздушный взрыв, 10 октября – подводный взрыв.

5 марта 1958 года вышло постановление Совета Министров СССР, по которому «Объект-700» преобразовывали в Государственный центральный полигон № 6/6 ГПЦ/МО СССР для испытаний ядерных зарядов. Зимой этого же года на Новой Земле были проведены пять испытаний в воздухе. 31 марта 1958 года СССР установил в одностороннем порядке мораторий на все испытания ядерных зарядов. За время моратория США провели 30 взрывов в атмосфере, а Великобритания – пять. СССР вновь приступил к испытаниям.

Как мыслящий гражданин и профессиональный военный Игорь Фёдорович всегда считал себя сторонником всеобщего разоружения и запрещения ядерных испытаний во всех средах. Еще более он убедился в своей правоте после испытаний на Новоземельском полигоне самой мощной в мире ядерной бомбы. В то же время, зная предметно о гигантском наращивании США ядерного потенциала, он не мог не отдавать себе отчета в том, что усилия СССР, направленные на обеспечение обороноспособности государства достижением паритета ядерных вооружений, – единственно реальный путь в условиях «холодной войны», навязываемой конфронтацией. Поэтому честно и добросовестно выполнял свои обязанности. Но тянуло его к науке.

За мужество и самоотверженность, проявленные при исполнении воинского и служебного долга с риском для жизни на атомном испытательном полигоне Новая Земля в 1957–1960 годах, Игорь Фёдорович Шишкин был награжден орденом Мужества. Награду вручили только в 1997 году.

### Великий учитель

Оставаясь на полигоне, Шишкин поступил в заочную аспирантуру при Институте атомной энергии



Памятник «Основателям гарнизона 1954–1984», установленный на Новой Земле (Белушья Губа)

в Москве, где вступительные экзамены у него принимал и был первым научным руководителем академик **Игорь Васильевич Курчатов** – великий организатор науки, под руководством которого были созданы первые советские атомная и водородная бомбы. Он ковал ядерную мощь страны и создавал «мирный щит» в виде атомных ледоколов, атомных подводных лодок, АЭС, ядерных установок для космоса. Под его началом стали успешно развиваться в стране атомная промышленность, атомная медицина, появились новые технологии и материалы, для лучшей сохранности ионизирующему излучению стали подвергаться продукты питания.

Иметь такого учителя было редким везением. Игорь Фёдорович, общаясь с Курчатовым, как губка впитывал не только знания, но и стиль работы, о котором до сих пор вспоминают в Курчатовском институте.

«Воспоминания о нём всегда вызывали приятные переживания у сотрудников, имевших общение с ним, независимо от профессии и занимаемой должности. Такой стиль работы был природным даром. Конечно, он неповторим, так же как неповторим любой яркий человек. Курчатов был крупным учёным с широким кругозором. Он увлекался наукой, познанием природы, был прекрасным организатором и обладал умением зажигать других, увлекая их за собой. Он учил нас делать в своей работе, в жизни только самое главное, иначе второстепенное, хотя и нужное, сможет легко заполнить всё наше время, отберёт все силы, а до главного мы так и не дойдём. Уважение к человеческому достоинству каждого было неизменным в его общении с окружающими. Расставания с теми, кто ведёт себя недостойно, кто не способен к работе, никогда не сопровождал оскорблениями», – вспоминал Игорь Фёдорович.



## Следы на воде

После окончания адъюнктуры при Высшем военно-морском училище радиоэлектроники имени А.С. Попова и защиты кандидатской диссертации он занимался в этом училище научно-педагогической деятельностью. В 1969 году организовал и возглавил Научно-исследовательскую лабораторию радиоэлектронного вооружения ВМФ, в которой под его руководством сложилось научное направление в области радиолокационного зондирования водной поверхности. Исследования в этом направлении были продолжены в дальнейшем под руководством Игоря Федоровича в НПО «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» и в Северо-Западном заочном политехническом институте.

Шишкиным была создана наука о следах на воде – трасология в акваториях, которая в настоящее время получила своё дальнейшее развитие. По словам учёного, смысл выражения «на воде вилами писано» теперь, пожалуй, следует трактовать по-новому.

«Следы на воде хорошо сохраняются и могут быть прочитаны в определенных условиях спустя весьма продолжительное время», – пояснял Игорь Фёдорович.

Оказалось, что это, на первый взгляд малозначительное, обстоятельство имеет серьезное практическое значение. Многим, безусловно, приходилось не раз наблюдать след, оставшийся за кормой судна. Как выяснилось, это весьма важный фактор для повышения безопасности судовождения.

Дело в том, что в ночное время, при плавании в тумане, в сложных гидрометеорологических условиях или в шторм на судах обязательно используются радиолокационные станции. Но из-за волн на экране лока-

торов зачастую неразличимы в непосредственной близости не только навигационные ориентиры, но даже и суда. Причина такой плохой видимости объясняется радиолокационными отражениями от морских волн, засвечивающими центральную, наиболее важную для судоводителя часть экрана навигационной радиолокационной станции.

«Именно эти помехи судовым навигационным радиолокационным станциям, особенно мешающие морякам, как раз и являются необходимым условием обнаружения следа идущего судна. На фоне ярко светящегося пятна отражений от моря следы других судов проявляются в виде контрастных темных полос, полностью характеризующих элементы их движения. Это позволяет штурману легко решать задачи расхождения с невидимыми на экране судами. Что же касается неподвижных плавучих объектов, естественно, не имеющих следов, то с подветренной стороны за ними образуются зоны частично сглаженного волнения, также хорошо видимые на экране радиолокационной станции», – рассказывал Игорь Фёдорович.

С помощью трасологических наблюдений решаются все основные задачи радиолокации и судовой навигации: обнаружение судов, определение их координат и элементов движения, расхождение судов и тому подобное [1].

Особую важность имеет возможность решения этих задач в условиях полной маскировки морских объектов в зоне отражений от морского волнения, наиболее опасной в навигационном отношении. При этом радиолокационные отражения от морской поверхности, являющиеся в обычных условиях маскирующими помехами, в трасологии выступают в роли необходимого фона, на котором только и могут на-

## И.Ф. ШИШКИН: «ВЫБРАВ МЕТРОЛОГИЮ, Я НИ РАЗУ НЕ ПОЖАЛЕЛ О СВОЁМ ВЫБОРЕ...»

блюдаются кильватерные следы. Для оценки эффективности технических средств для трасологических наблюдений была разработана оригинальная теория поиска пространственно-протяженных целей. Можно указать и другие области применения трасологии в акваториях. Например, следы кораблей на поверхности моря определяют характер их маневрирования. Штурман по следу своего корабля может контролировать точность выполнения маневров, особенно вне видимости ориентиров.

Трасология в акваториях – молодая наука, находящаяся еще в стадии становления, и многие судоводители могут найти в ней сферу приложения своих сил и интересов. Современная трасология близка к расшифровке любых автографов, оставляемых на воде.

В 1973 году Шишкин защитил докторскую диссертацию на эту тему, а в 1992 году за работы в данной области был избран действительным членом Академии естественных наук по секции геополитики и безопасности.

### Увлечение метрологией

Казалось бы, в предыдущие годы работа Игоря Федоровича к метрологии имела косвенное отношение, но он всегда имел дело со сложным оборудованием, современными приборами, и, как он писал в одной из своих статей, «каждый человек в какой-то степени метролог». Так сложилось, что, демобилизовавшись в 1977 году, он пришел в НПО «ВНИИ метрологии им. Д.И. Менделеева», где создал научно-исследовательскую лабораторию и руководил ею до 1984 г. Параллельно он занялся педагогической деятельностью в области метрологии [2]. В 1980 году он организовал кафедру метрологии в Северо-Западном заочном политехническом институте (на базе Центра профессиональной подготовки кадров в области метрологии при ВНИИМ им. Д.И. Менделеева) и заведовал ею на протяжении более 30 лет. В 1982 году получил ученое звание профессора. С 1984 по 1988 год был проректором института по учебной работе, а далее, в связи с ухудшением здоровья, сосредоточился на чисто педагогической работе на своей кафедре.

В 2011 г. заочный институт был реформирован путем объединения с Санкт-Петербургским горным университетом, причем кафедра под названием «Метрология и управление качеством» вошла в состав механического факультета Горного университета. По собственному желанию Игорь Федорович отказался от руководства, но остался на кафедре в качестве профессора.



И.Ф. Шишкин читает лекцию. Конец 1990-х годов

В 2013 г. он вернулся в ГНЦ ФГУП «ВНИИ метрологии им. Д.И. Менделеева».

Шишкин написал и издал первые учебники по профилирующим дисциплинам новой специальности: «Теоретическая метрология», «Прикладная метрология», «Квалиметрия и управление качеством»; организовал факультет повышения квалификации преподавателей по метрологии, стандартизации и управлению качеством; прочитал лекции по метрологии преподавателям выпускающих кафедр в 10 вузах страны.

Это сейчас такие понятия, как неопределённость измерений и ряд других прочно вошли в метрологическую практику, а в девяностые годы прошлого века ситуация была совершенно иной. Первым в России, кто начал внедрять в учебный процесс новые понятия, стал заведующий кафедрой метрологии профессор И.Ф. Шишкин.

В 1986 году за плодотворную научно-педагогическую работу и общественную деятельность он был награжден почетной грамотой Минвуза РСФСР. Игорь Фёдорович много сделал для становления высшего метрологического образования в стране. За создание новой инженерной специальности «Метрология, стандартизация и управление качеством» в 1988 г. он был награжден Почетной грамотой Госстандарта СССР. Он много лет руководил деятельностью Научно-методического совета Госкомвуза СССР по этой специальности.

За вклад в развитие отечественного образования в 1994 году избран действительным членом Петровской

академии наук и искусств по отделению образования. В 1998 году удостоен почетного звания «Заслуженный работник высшей школы Российской Федерации».

И.Ф. Шишкин стремился выйти за пределы, ограничивающие метрологию в ее классической трактовке. Например, считал необходимым рассматривать мнение эксперта как метрологическую оценку.

Он был уверен, что квалиметрия при расширенном понимании «качества как степени удовлетворения существующих потребностей» позволяет осуществить дифференцированное (адресное) обслуживание потребителей в соответствии с их собственными представлениями о качестве продукции, товаров и услуг. На его взгляд, это имеет большое социальное значение с точки зрения гармонизации производственных отношений при переходе к новой общественно-экономической формации.

В конфликтологии квалиметрию он предлагал рассматривать как универсальный инструмент для разрешения конфликтов и согласования интересов сторон.

При его подходе неперенным условием применения этого инструмента является использование одной и той же базы экспериментальных данных – единичных показателей качества при последующем комплексировании их в интересах разных сторон конфликта.

«В системах менеджмента качества, сертифицированных на соответствие требованиям стандартов ИСО серии 9000, квалиметрия выступает как связующий элемент между интересами всех участников производственного процесса (начиная от закупки у поставщиков сырья и материалов, на всех стадиях производства продукции, товаров и услуг вплоть до выпуска готовой продукции и реализации её потребителям, дающим итоговую оценку качества). Но наиболее важным, быть может, является то, что квалиметрия указывает возможный путь построения теории измерения нефизических величин, потребность в которой давно и остро ощущается в области гуманитарных наук», – говорил И.Ф. Шишкин [3].

Развитие информационной теории измерений применительно к учебному процессу стало одним из направлений деятельности кафедры метрологии. Инициатором выступил Шишкин.

## Широта интересов

Круг профессиональных интересов И.Ф. Шишкина не ограничивался перечисленными направлениями. В разных областях науки и техники им опубликовано



Комплекс зданий ВНИИМ им. Д.И. Менделеева

более 250 работ, из них 15 книг, 30 брошюр, 85 статей, 60 тезисов докладов на национальных и международных конференциях и прочее. За работы по экологии в 1994 году его избрали действительным членом Международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности, он был сопредседателем Научного совета по экологическому мониторингу этой академии.

Много внимания Шишкин уделял подготовке и аттестации научных кадров. Им лично было подготовлено 10 кандидатов наук, а по уровню «остепенённости» профессорско-преподавательского состава кафедры метрологии при Шишкине занимала первое место в институте.

В 1975–1998 годах Игорь Фёдорович был экспертом Отдела специальных проблем науки и техники Высшей аттестационной комиссии (ВАК). В 1985 году по его инициативе в институте был создан диссертационный совет по специальности «Радиотехнические системы специального назначения». И.Ф. Шишкин являлся его бессменным председателем. Первая защита состоялась 27 декабря 1985 г., кандидатскую диссертацию успешно защитил один из учеников Игоря Фёдоровича И.Е. Ушаков, который в настоящее время является профессором кафедры.

За большие заслуги в работе по аттестации научных и научно-педагогических кадров Игорь Фёдорович в 1997 году был награжден почетной грамотой ВАК России.

Общественная деятельность И.Ф. Шишкина выходит далеко за пределы института. В 1985 году он организовал секцию метрологии и стандартизации в Ленинградском Доме учёных. В 1990 году создал Профессорскую ассоциацию метрологов и был избран ее президентом, в дальнейшем ассоциация была преобразована в Международную профессорскую ассоциацию и была аккредитована в Организа-

## И.Ф. ШИШКИН: «ВЫБРАВ МЕТРОЛОГИЮ, Я НИ РАЗУ НЕ ПОЖАЛЕЛ О СВОЁМ ВЫБОРЕ...»

ции Объединенных Наций по промышленному развитию (ЮНИДО) и в Межпарламентской Ассамблее СНГ. Как ее президент И.Ф. Шишкин вёл большую работу по организации международного сотрудничества между научно-педагогическими работниками ближнего и дальнего зарубежья.

В девяностых годах Шишкин стал одним из основателей Комитета ветеранов подразделений особого риска – создателей ядерного щита России. В комитет вошли непосредственные участники испытаний ядерного оружия и боевых радиоактивных веществ на Семипалатинском, Новоземельском, Капустино-Ярском, Ладожском и других испытательных полигонах, войсковых учений с применением ядерного оружия, ликвидации радиационных аварий на атомных подводных и надводных кораблях и других военных объектах и т.д.

Когда комитет создавался, они давали подписку о неразглашении служебных тайн на 25 лет. «Что такое наш комитет, кто в него входит? Это создатели ядерного щита нашего государства, принимавшие участие в разработке и всех ядерных испытаниях самого разрушительного оружия. Они подвергались особому риску, ведь далеко не каждое испытание проходило гладко. Были внештатные ситуации, было переоблучение. Зато теперь, благодаря тому, что на вооружении нашей страны находится ядерное оружие, мы можем твердо сказать, что мы защищены надежно», – рассказывал Игорь Фёдорович.

Его товарищи говорили так: «Мы понимали, что деятельность по контракту на атомном полигоне Новая Земля была для Игоря Федоровича дорогим авансом за возможность работать в науке: почти половина его жизни так или иначе связана с лечебными

учреждениями. Но он ни разу не пожалел о правильности своего выбора!»

«С 2013 года до последних дней он работал главным научным сотрудником во ВНИИМ, уделяя основное внимание расширению сферы метрологии на измерения качества и других свойств, связанных с человеком и обществом, – говорит его коллега **Р.Е. Тайманов**, руководитель Проблемной лаборатории метрологического обеспечения компьютеризированных датчиков и информационно-измерительных систем ВНИИМ им. Д.И. Менделеева. – Нас объединили общие научные интересы, хотя предлагаемые нами методы решения новых метрологических задач нередко отличались. Мы часто спорили, не всегда соглашались друг с другом, но никогда не сомневались во взаимном уважении и поддержке. В Игоре Федоровиче привлекали широта его интересов, отсутствие «зацикливания» на традиционных представлениях (даже при их поддержке действующей нормативной документацией), представление о метрологии как о быстро развивающейся научной дисциплине». Игоря Фёдоровича не стало в 2018 году. Но память о нем хранят его коллеги, друзья, ученики. Так, 25 января нынешнего года, в годовщину основания кафедры метрологии в Северо-Западном заочном политехническом институте, во ВНИИМ им. Д.И. Менделеева, было проведено заседание круглого стола, посвященное его памяти и вкладу в развитие высшего метрологического образования [4].

### Шишкин и журнал «Мир измерений»

И.Ф. Шишкин активно выступал в профильных журналах, делясь с читателями своими мыслями о тех проблемах, которые его волновали. В том числе он многие годы сотрудничал с журналом «Мир измерений», поднимал вопросы, связанные с повышением качества образования и развитием квалиметрии [5], фундаментальной физики и метрологии [6], повышением надежности измерений [7], индетерминизма в метрологии [8] и др. В № 8 «Мира измерений» за 2011 год [9] он дал обстоятельное интервью, в котором изложил свое видение проблем метрологии и дальнейшего развития этой науки. Вспоминал, что до недавнего времени изучение этой дисциплины в высшей школе в целом сводилось к изучению нормативно-технических документов и знакомству с рядом знаний из физики и некоторых других наук, и только в 1987 году удалось открыть специальность «Метрология, стандартизация и управление качеством». С этого времени в отечественной



Идут занятия на кафедре метрологии, приборостроения и управления качеством Санкт-Петербургского горного университета. 2021 год. Занятие ведет доцент кафедры Д.А. Кремчеева

высшей школе «метрология начала оформляться как единая наука, имеющая свой предмет, свои методы, свои законы, свои аксиомы и постулаты». В мобильном приложении к «Миру измерений» № 1 за 2021 год опубликована статья И.Ф. Шишкина «Измерения в общественных и гуманитарных науках» [10], которую он написал в 2018 году и посвятил сложной теме – теории измерений нематериальных свойств, то есть он рассуждал, как «поверить алгеброй гармонию».

В марте этого года журнал «Мир измерений» отметил 20-летие с момента выхода первого номера. На протяжении всего времени мы стремились отражать самые актуальные проблемы метрологии и приборостроения. Несмотря на стремительные перемены, происходящие в жизни и науке, многие статьи наших авторов до сих пор не потеряли актуальности и представляют интерес для читателей. Нам приятно вспоминать о сотрудничестве с И.Ф. Шишкиным, автором многих статей, которыми он щедро делился с нашим журналом.

## Заключение

За свою трудовую деятельность И.Ф. Шишкин награжден многими правительственными наградами. Кроме ордена Мужества – десять медалей за службу в ВМФ, медаль им. Ю.А. Гагарина «За заслуги в освоении космического пространства». Он занесён в «Золотую Книгу Отечества» по номинации «Наука» и в книгу «Золотой фонд профессионалов Санкт-Петербурга» по номинации «Образование», неоднократно награждался ведомственными почетными грамотами, в том числе четырьмя Почетными грамотами Госстандарта СССР.

Игорь Фёдорович Шишкин оставил большое наследие: открытия, учебники, статьи. Обладая широкой натурой и незаурядными личностными данными, он сумел направить их на служение своей стране, коллегам и студентам. Подтверждением этому стали высокая оценка и признание со стороны государства, уважительное отношение окружающих и любовь учеников, продолжающих его дело.

**МИ**

**Ольга Юрьевна Тюшевская**

специальный корреспондент  
РИА «Стандарты и качество», г. Москва

### Список использованных источников

1. Шишкин И.Ф., Сергушев А.Г. Трасология – научное направление о следах на воде // Вестник Российской академии естественных наук. – 2011. – № 4. – С. 41–43.
2. Окрепилов М.В., Литвинов Б.Я. ВНИИМ: подготовка специалистов-метрологов в сфере высшего образования // Компетентность. – 2019. – № 5. – С. 12–14.
3. Шишкин И.Ф. Измерения нефизических величин (измерения в ноосфере). «Экономика качества». – 2016. – № 1(13).
4. Во ВНИИМ им. Д.И. Менделеева состоялась заседание круглого стола, посвященное памяти профессора И.Ф. Шишкина. [https://www.vniim.ru/news\\_625.html](https://www.vniim.ru/news_625.html)
5. Шишкин И.Ф. Измерения качества образования и образовательных услуг // Мир измерений. – 2010. – № 1. – С. 13–22.
6. Шишкин И.Ф. Красота спасет мир... науки // Мир измерений. – 2010. – № 12. – С. 12–16.
7. Шишкин И.Ф. О метрологической надежности средств измерения // Мир измерений. – 2014. – № 2. – С. 37–39.
8. Шишкин И.Ф. Индетерминизм в метрологии // Мир измерений. – 2014. – № 4. – С. 38–41.
9. Кириллов А.И. Безгалстук о метрологии. Интервью с И.Ф. Шишкиным // Мир измерений. – 2011. – № 8. – С. 6–14.
10. Шишкин И.Ф. Измерения в общественных и гуманитарных науках. Статья написана в 2018 г., опубликована в мобильном приложении к журналу «Мир измерений». – 2021. – № 1. – С. 9–19.

### References

1. Shishkin I.F., Sergushev A.G. Tracology – a scientific field about footprints on water. Vestnik Rossiyskoy akademii estestvennykh nauk [Bulletin of the Russian Academy of Natural Science], 2011, no 4, pp. 41–43. (In Russian)
2. Okrepilov M.V., Litvinov B.Ya. VNIIM: Training of metrologists in the field of higher education. Kompetentnost [The Competence], 2019, no 5. 12–14. (In Russian)
3. Shishkin I.F. Measurements of non-physical quantities (measurements in the noosphere). Ekonomika kachestva [The Economics of Quality], 2016, no 1 (13).
4. A round table meeting dedicated to the memory of Professor I.F. Shishkin was held at VNIIM. Available at: [https://www.vniim.ru/news\\_625.html](https://www.vniim.ru/news_625.html). (In Russian)
5. Shishkin I.F. Measuring the quality of education and educational services. Mir izmereniy [Measurements World], 2010, no 1, pp. 13–22. (In Russian)
6. Shishkin I.F. Beauty will save the world of... science. Mir izmereniy [Measurements World], 2010, no 12, pp. 12–16. (In Russian)
7. Shishkin I.F. On metrological reliability of measuring instruments. Mir izmereniy [Measurements World], 2014, no 2, pp. 37–39. (In Russian)
8. Shishkin I.F. Indeterminism in metrology. Mir izmereniy [Measurements World], 2014, no 4, pp. 38–41. (In Russian)
9. Kirillov A.I. Talking about metrology at ease. An interview with I.F. Shishkin. Mir izmereniy [Measurements World], 2011, no 8, pp. 6–14. (In Russian)
10. Shishkin I.F. Measurements in the social sciences and humanities. Mir izmereniy [Measurements World], 2021, no 1, pp. 9–19. (In Russian)

## Abstract

The article tells about the life of I.F. Shishkin (1936-2018), the famous metrologist, Doctor of Technical Sciences, the chief researcher of VNIIM, the creator of the current scientific direction of tracology about traces on water and their use, the founder of the Department of Metrology of the North-Western State Technical University and then Mining University and about his contribution to the development of metrology.



## Метрология и обеспечение качества химического анализа

■ Автор **В.И. Дворкин**

В монографии комплексно рассматриваются теоретические и практические аспекты измерений вообще и химического анализа в особенности. Даются элементы теории измерений в привязке к современной российской практике. Представлены основные методы математической статистики, используемые при обработке экспериментальных данных и наиболее важные для испытательных лабораторий. Подробно рассматривается метрология и способы обеспечения качества химического анализа (химическая метрология) и других сложных измерений. Особое внимание уделяется контролю качества измерений по конечному результату (внутрилабораторный контроль и межлабораторные эксперименты, включая проверки квалификации (МСИ)). Книга предназначена для работников лабораторий различного профиля, специалистов в области химического анализа, может использоваться в качестве учебного пособия для студентов и аспирантов.



*В.И. Дворкин,  
доктор химических наук, профессор,  
заведующий аналитической лабораторией  
Института нефтехимического синтеза  
им. А.В. Топчиева РАН*

## Сборник документов «История отечественной метрологии в документах. 1917–1991 годы»

■ Сборник выпущен **ФБУ «Чувашский ЦСМ»**

В книге представлены нормативные документы в области стандартизации и метрологии, изданные Советом народных комиссаров (СНК) РСФСР и СССР, Советом министров РСФСР и СССР, Кабинетом министров СССР, Высшим советом народного хозяйства (ВСНХ) СССР, Советом труда и обороны (СТО) и другими ведомствами.



В книгу вошло 195 нормативных документов. Все документы подписаны оригинальными подписями руководителей и должностных лиц страны.

Документы рассказывают о становлении системы метрологии в стране, о создании и развитии Комитета по стандартизации при СТО, Комитета по делам мер и измерительных приборов при СНК СССР и Госстандарта СССР в годы советской власти.

Также в книге содержатся статьи из газет «Правда» и «Известия», изображения значков, марок, плакатов эпохи СССР, посвященных метрологии.

На страницах издания представлены биографии руководителей, возглавляющих органы по стандартизации и метрологии в разные годы.

*С.П. Абрамов,  
директор ФБУ «Государственный  
региональный центр стандартизации, метрологии  
и испытаний в Чувашской Республике»*

## Новая Международная система единиц (SI). Квантовая метрология и квантовые эталоны

■ Авторы **Эрнст О. Гёбель, Уве Зигнер** (Германия)

Белорусский государственный институт метрологии (БелГИМ) выпустил перевод книги немецких авторов по актуальной теме. Научную редакцию перевода выполнили директор БелГИМ, кандидат технических наук **В.Л. Гуревич** и главный специалист по метрологии и стандартизации БелГИМ, доктор технических наук **Н.А. Жагора**.

Издание содержит полный обзор пересмотренной Международной системы единиц (SI), поясняет и иллюстрирует понятия физики и технологии, которые стоят за определениями, а также их влияние на измерения, выделяя решающую роль квантовой метрологии в таком пересмотре.

Издание может представлять интерес для специалистов-метрологов, студентов, аспирантов, преподавателей, инженерно-технических и научных работников.

*П.С. Серенков,  
доктор технических наук, профессор, заведующий  
кафедрой «Стандартизация, метрология  
и информационные системы» Белорусского  
национального технического университета*



# ЛЮДИ И КОМПАНИИ НОМЕРА

Агупов В.А.	46, 48	Кулябина Е.	38	Прудников И.	5
Алёшин Б.С.	4	Курчатов И.В.	56, 57	Ребриков Д.	37
Белинский А.В.	30, 35	Лапшин В.Б.	26, 29	Репин А.Ю.	26, 29
Борисов Ю.И.	4	Латонов И.	52	Сапожникова К.В.	55
Воронин Г.П.	8	Лиознов Д.	37	Сверчков Д.	5
Вялкин А.Г.	50	Лихти Т.	53	Северный А.Б.	28, 29
Гейзенберг В.	30	Лоцманов А.Н.	6	Тайманов Р.Е.	55, 61
Гоголев Д.В.	6	Матвеев В.И.	54	Тарасов А.П.	46
Горожин П.П.	56	Михайлов Д.Ю.	12, 18	Тимченко С.	50
Донченко С.И.	4	Мишустин М.В.	50, 53	Тюшевская О.Ю.	56, 62
Дюжев В.С.	20, 25	Никитин Г.П.	56	Ученев А.А.	4, 6
Завадский А.	56	Окрепилов М.В.	5	Фатеев М.А.	50
Иванов М.И.	50	Осока	3, 5	Фейнман Р.	30
Иванов М.С.	26, 29	Парето В.	17	Филипьев Ю.П.	56
Исикава К.	14, 15, 17	Петров С.П.	56	Чиковани В.О.	56
Кирышов Б.М.	26, 29	Пичев С.В.	46	Шалаев А.П.	4, 5, 6, 8
Кривов А.С.	6	Полетаев А.	56	Шелюттс И.	56
Кривцов Е.	5	Порахин С.	56	Шишкин И.Ф.	56–62
Кузнецов Д.А.	6, 8	Пронин А.Н.	5, 37		

АН СССР	57	Межпарламентская ассамблея СНГ	61	«Российский институт стандартизации», ФГБУ	4
«Аршин», ФГИС	10	Минвуз РФСФСР	59	Росстандарт	4, 5, 6, 8, 37
ВАК	60	Минздрав России	37	РСПП	6, 8
«ВНИИМ им. Д.И. Менделеева», ФГУП	5, 10, 37, 55, 58, 59, 61	Минпромторг России	4, 5, 6, 8, 50	Северо-Западный заочный политехнический институт	59
«ВНИИМС», ФГУП	37, 38	«Мир измерений», журнал	4, 6, 50, 61–62	«Сколково», фонд	50
«ВНИИФТРИ», ФГУП	4	«Митутойо РУС», ООО	18, 44, 52	«СТАН», ООО	50
«ВНИИ «Центр», ФГУП	46, 48	Научно-исследовательская лаборатория радиоэлектронного вооружения ВМФ	58	«Станкопром», АО	50
Всероссийская организация качества (ВОК)	6	Нахимовское училище	56	«Стандарты и качество», РИА	4, 6, 8
Высшее военно-морское училище радиотехники им. А.С. Попова	58	НИИ гриппа	37	Тбилисское Нахимовское военно-морское училище	56
Высшее военно-морское инженерное радиотехническое училище в городе Гатчина	57	им. А.А. Смородинцева «НИИИзмерения», АО	51	Токийский университет	14
«Газпром», ПАО	5	«НИИ интроскопии	54	ТПП РФ	50
Горный университет	59	МНПО «Спектр», ЗАО	54	УГАУ	50
Госкомвуза СССР	59	НПЦ точного машиностроения «МЕЗОН»	51	«Уран», НПФ	52
Госстандарт СССР	59	Общественная палата России	4	ЦНИИТМАШ	54
ИМЕКО	55	Петровская академия наук и искусств	60	«ЧелябНИИконтроль», ЗАО	51
Институт атомной энергии в Москве	59	Правительство РФ	4, 8, 20, 50	«Экспоцентр», ЦВК	50
«ИПГ», ФГБУ	27, 29	Профессорская ассоциация метрологов	60	ЮНИДО	61
«Калашников», ГК	50	РАЕН	59	CNAS	5
«Кодекс», консорциум	6	РАН	4	ESAB, компания	50
КООМЕТ	4	РНИМУ им. Н.И. Пирогова	37	i3D, группа компаний	20, 24, 25
МГТУ им. Н.Э. Баумана	50	«Робомед», компания	12–15	GSO	4
МГУ им. М.В. Ломоносова	35	Росаккредитация	5	HORN, компания	50
Международная профессорская ассоциация	60	Россельхознадзор	5	Marketing from Timchenko, компания	50
Международное бюро мер и весов	37, 38	«Ростест-Москва», ФБУ	5	NIL	5
				SAMR	5
				TL Technology, компания	53
				Webconf, компания	50



# 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](mailto: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/](http://www.ria-stk.ru/subscribe_on_site/new/)

### Стоимость печатных и электронных версий:

	1-е полугодие	2022 г.
«Стандарты и качество» + приложение	32400 р. (№ 1–6)	49560 р. (№ 1–12)
«Методы менеджмента качества»	23010 р. (№ 1–6)	35400 р. (№ 1–12)
«Контроль качества продукции»	21180 р. (№ 1–6)	32520 р. (№ 1–12)
Business Excellence	5760 р. (№ 1–6)	9600 р. (№ 1–12)
«Мир измерений»	4980 р. (№ 1–2)	8600 р. (№ 1–4)
«Менеджмент качества в медицине»	9000 р. (№ 1–2)	15000 р. (№ 1–4)

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://presskiosk.ru/>  
Тел.: +7-812-337-16-24  
E-mail: [press@crp.spb.ru](mailto:press@crp.spb.ru), [podpiska@crp.spb.ru](mailto:podpiska@crp.spb.ru)



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

- Вибрация детали не влияет на результаты измерения
- 17 на 17 перекрёстных лазерных линий
- Скорость измерений 1 900 000 точек в секунду
- Область сканирования до 310 × 350 мм



**i3D – официальный дистрибьютор SCANTECH  
в России и странах СНГ**

г. Москва, ул. Докукина, д. 16, стр. 3

+7 (495) 108 60 68 | [3d@i3d.ru](mailto:3d@i3d.ru)

[www.i3d.ru](http://www.i3d.ru)

**i3D**

3D-INTEGRATION