

# ТЕРРИТОРИЯ NDT

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ

## 3, 2022

Июль – сентябрь (43)

IX МЕЖДУНАРОДНЫЙ  
ПРОМЫШЛЕННЫЙ ФОРУМ

24-26 ОКТЯБРЯ 2022 ГОДА



НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ  
ИСПЫТАНИЯ • ДИАГНОСТИКА

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

### В РАМКАХ РОССИЙСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ НЕДЕЛИ



32 000+  
М<sup>2</sup> ВЫСТАВОЧНОЙ ПЛОЩАДИ



29 000+  
ПОСЕТИТЕЛЕЙ



500+  
КОМПАНИЙ УЧАСТНИЦ

[EXPO.RONKTD.RU](http://EXPO.RONKTD.RU)



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



СОВМЕСТНЫЙ ПРОЕКТ ОДИННАДЦАТИ НАЦИОНАЛЬНЫХ ОБЩЕСТВ ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ



Легендарный  
аксессуар  
в подарок\*

# Elios 3

Летающий. Швейцарский. Мультитул.



\*кол-во ограничено



## камера 4K

для работы  
в полной темноте



## тепловизор

для теплового контроля и навигации  
в условиях пылевой завесы



## LIDAR

3D-картирование  
обследуемого пространства

Реклама



Москва, ул. Электrozаводская, 27с8, БЦ «Лефорт»  
+7 (495) 775-75-25 (многоканальный)  
ndt@pergam.ru  
PERGAM.RU/NDT





ВСЕРОССИЙСКИЙ КОНКУРС ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ

## НАЦИОНАЛЬНАЯ ПРЕМИЯ 2022

### ПРИГЛАШАЕМ

Ученых, специалистов учебных заведений,  
научно-исследовательских и технологических институтов,  
а также производственных предприятий и компаний

#### НОМИНАЦИИ

- ☑ Премия за выдающийся вклад в развитие способов и технологий НК, разработку новых приборов и систем НК и ТД. Вручается отдельному участнику или коллективу участников в составе не более трех номинантов
- ☑ Премия молодому специалисту (до 35 лет) за достижения в области НК и ТД. Вручается отдельному участнику

**ЛАУРЕАТЫ ПРЕМИИ НАГРАЖДАЮТСЯ  
ПОЧЕТНЫМ ЗНАКОМ, ДИПЛОМОМ И ДЕНЕЖНЫМ ВОЗНАГРАЖДЕНИЕМ**

**ЗАЯВКИ ПРИНИМАЮТСЯ ДО 30 СЕНТЯБРЯ 2022 ГОДА**  
на электронные адреса: [info@ronktd.ru](mailto:info@ronktd.ru); [android@echoplus.ru](mailto:android@echoplus.ru)

**ЦЕРЕМОНИЯ НАГРАЖДЕНИЯ ПРОЙДЕТ В РАМКАХ  
IX МЕЖДУНАРОДНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ФОРУМА  
«ТЕРРИТОРИЯ NDT»**

Спонсор премии



Подробная информация:

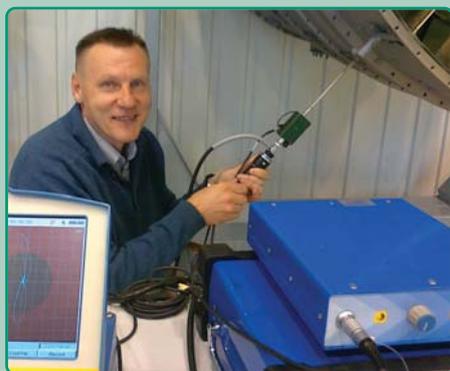
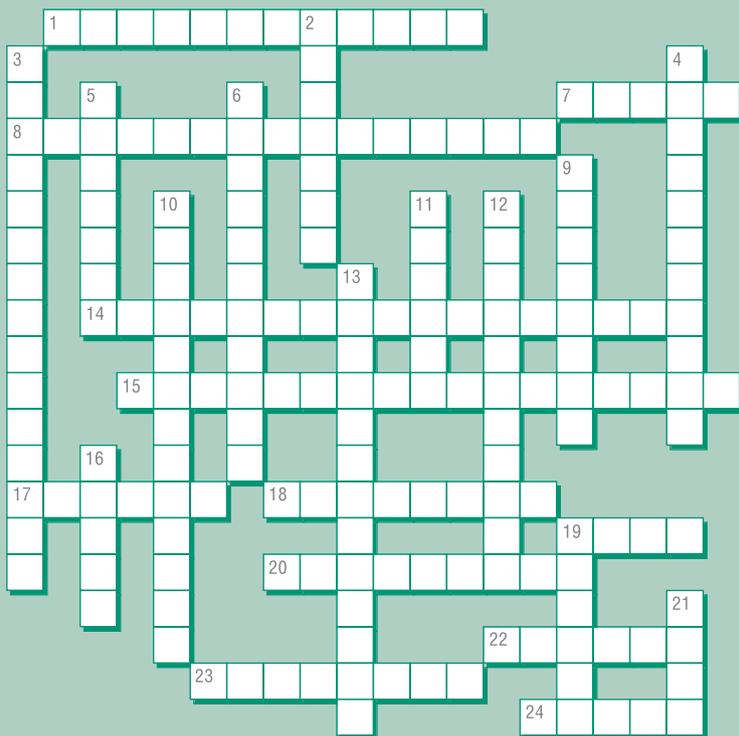




# №25 ЮБИЛЕЙНЫЙ

*«Панатест» помочь Вам рад  
Проверить быстро агрегат.  
Поры, трещины, свищи  
Ультразвуком пощипи!  
Шлифприжог найти легко,  
Возбудив токи Фуко.  
Подрез, наплыв, царапину,*

*Забоину и раковину  
Обнаружит просто вмиг  
Замечательный наш ВИК.  
Непровар и непройай  
Для рентгена просто рай!  
На любой вопрос от Вас  
Даст ответ он в тот же час!*



Отработка методики комбинированного контроля (ВК + ВИК) элементов авиационного двигателя через технологический люк

## По горизонтали

1. Двухполярный импульс с высокочастотным заполнением. 7. Дефект в виде твердых, трудно поддающихся механической обработке мест в различных частях отливки из серого чугуна, вызванных скоплением структурно свободного цементита. 8. Векторная физическая величина, характеризующая магнитное состояние материала объекта контроля. Единица измерения А/м. 14. Радиографический метод НК, основанный на анализе стереопары радиографических снимков, полученных в результате преобразования двух исходных радиационных изображений, созданных двумя пучками ионизирующих излучений, между осями которых имеется заданный угол. 15. Метод радиационной интроскопии, основанный на анализе в процессе облучения стереопары выходных изображений, полученных в результате преобразования двух исходных радиационных изображений, создаваемых двумя пучками ионизирующих излучений, между осями которых имеется заданный угол. 17. Дефект в виде разрыва тела отливки под влиянием растворенного в стали водорода и внутренних напряжений, проходящего полностью или частично через объемы первичных зерен аустенита. 18. Дефект сварного шва, обусловленный неправильным положением сваренных кромок друг относительно друга. 19. Мера механического взаимодействия тел. Является вектором. Единица измерения Н. 20. Дефектоскопический материал, обладающий способностью проникать в несплошности объекта контроля и индцировать их. 22. Проникновение вещества из герметизированного изделия через течи под действием перепада полного или парциального давления. 23. Размер всей зоны сканирования преобразователя, через которую происходит излучение в направлении выделенной области объекта контроля и прием экосигналов. 24. Документ, содержащий краткое описание способов, приемов и режимов контроля объектов.

## По вертикали

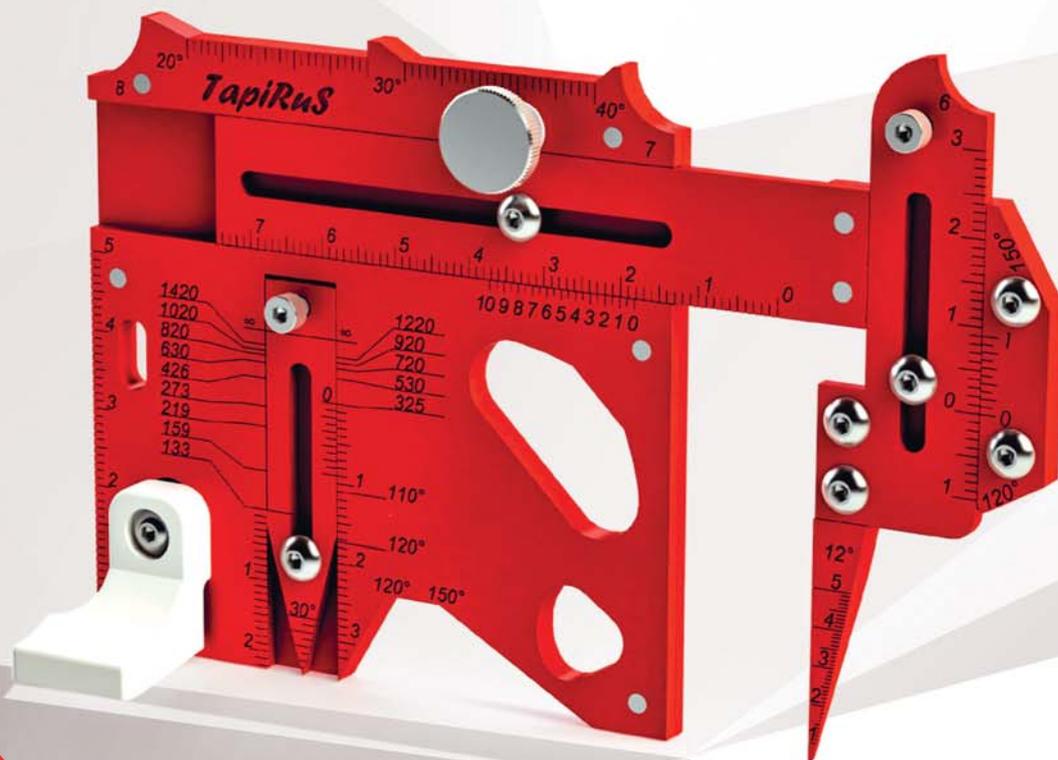
2. Совокупность операций, выполняемых органом государственной метрологической службы, в целях определения и подтверждения соответствия средств измерений установленным техническим требованиям. 3. Радиографический метод НК, предусматривающий получение через разные промежутки времени упорядоченной последовательности исходных радиационных изображений и соответствующих им радиографических снимков на киноплёнке. 4. Выделение информационного сигнала из модулированного колебания несущей частоты. 5. Электрический или ультразвуковой сигнал малой длительности. 6. Совокупность средств и методов измерения величин, характеризующих вибрацию. 9. Пассивный элемент вибрационного составного преобразователя, изменяющий (обычно снижающий) собственную частоту его активного элемента. 10. Измерение геометрических размеров дефектов и определение их местоположения в объекте контроля. 11. Наименьший промежуток времени, за который совершается один цикл колебания. 12. Область знаний, охватывающая теорию, методы и средства определения технического состояния объектов. 13. Векторная величина, характеризующая магнитное поле, определяемая моментом пары сил, действующих на контур с током, не зависящая от свойств среды. Единица измерения А/м. 16. Внешняя конфигурация частиц магнитного порошка, определяемая отношением поперечного размера частиц в разных направлениях. 19. Расстояние от точки выхода наклонного преобразователя до его передней грани. 21. Аргумент синуса, которому пропорционально значение колеблющейся величины при гармонических колебаниях.

Составил: А.В. Семеренко, ООО «ПАНАТЕСТ»

Кроссворды по теме НК он-лайн см. [http://www.sonatest.ru/defektoskop\\_11.html](http://www.sonatest.ru/defektoskop_11.html)

# TapiRUS универсальный шаблон специалиста НК

Новый уровень визуального и измерительного контроля



**ВИК  
не для  
галочки**

- ▶ Разработан и запатентован в России
- ▶ Внесен в Единый государственный реестр средств измерений
- ▶ Погрешность измерений по шкалам не превышает 0,1 мм
- ▶ 35+ измеряемых параметров сварных соединений и поверхностных дефектов
- ▶ Подробная методика применения



**УЗНАЙТЕ БОЛЬШЕ**



Исх.№ 20-Р/57 «27» июля 2022 г.

**Уважаемые коллеги!**

В ответ на обращения в Российское общество по неразрушающему контролю и технической диагностике (РОНКТД) производителей продукции, поставляемой за рубеж, о возможности сертификации по стандарту ISO 9712 персонала, выполняющего неразрушающий контроль этой продукции, РОНКТД сообщает следующее.

Условием признания сертификатов персонала неразрушающего контроля зарубежными заказчиками является аккредитация Органа по сертификации, выдавшего такие сертификаты, органом по аккредитации, являющимся подписантом Многостороннего соглашения о признании Международного Аккредитационного Форума (IAF MLA) или одной из его региональных групп (EA, APAC и т.д.) в соответствии со стандартом ISO/IEC 17024:2012.

В связи с введенными санкциями в отношении Российской Федерации, аккредитация всех Российских органов по сертификации персонала неразрушающего контроля, аккредитованных в соответствии с вышеуказанными требованиями, отменена.

Национальный орган по аккредитации Российской Федерации - Федеральная служба по аккредитации (Росаккредитация) – проводит работы по аккредитации органов по сертификации персонала по стандарту ГОСТ Р ИСО/МЭК 17024-2017. Но поскольку, Росаккредитация не является подписантом IAF MLA по стандарту ISO/IEC 17024:2012, выдаваемые в рамках этой системы сертификаты не имеют прямого признания за рубежом.

Мы считаем, что на сегодняшний день, в условиях международных экономических санкций экспортеры могут воспользоваться двумя способами сертификации персонала, выполняющего неразрушающий контроль продукции.

**Первое.** Сертификация по стандарту ISO 9712:2021 в органе по сертификации персонала, признанном по стандарту ISO/IEC 17024:2012 в системе ICNDT - Международного Комитета по неразрушающему контролю.

**Второе.** Сертификация по стандарту ГОСТ Р ИСО 9712-2019 (идентичный ISO 9712:2012) в органе по сертификации персонала, аккредитованном в Росаккредитации по стандарту ГОСТ Р ИСО/МЭК 17024-2017.

Сведения об органах по сертификации персонала неразрушающего контроля, признанных ICNDT или аккредитованных в Росаккредитации, можно найти на сайтах ICNDT и Росаккредитации соответственно:

<https://www.icndt.org/ICNDT%20MRA%20Schedule%202.pdf>

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

Важно отметить, что в обоих случаях окончательное решение о признании сертификатов принимает Заказчик, поэтому необходимо согласовать и получить от него письменное согласие на признание сертификации персонала неразрушающего контроля по одному из или обоим вышеприведенным способам до подписания каких-либо обязательств по контрактам.

Президент РОНКТД  
Д.т.н., профессор

В.А. Сясько

# Территория NDT

**СОДЕРЖАНИЕ**

**3 (июль – сентябрь), 2022**

**Главный редактор**  
**Клюев В.В.**  
(Россия, академик РАН)

**Заместители главного редактора:**  
**Клейзер П.Е.** (Россия)

**Редакционный совет:**

**Азизова Е.А.**  
(Узбекистан,  
заместитель председателя УзОНК)

**Аугутис В.** (Литва)

**Зайтова С.А.**  
(Казахстан, президент  
СРО КАЗАХСТАНСКИЙ РЕГИСТР)

**Клюев С.В.**  
(Россия, вице-президент РОНКТД)

**Кожаринов В.В.**  
(Латвия, президент LNTB)

**Маммадов С.**  
(Азербайджан, президент АОНК)

**Муравин Б.**  
(Израиль,  
зам. президента INA TD&CM)

**Ригишвили Т.Р.**  
(Грузия, президент GEONDT)

**Скордев А.Д.**  
(Болгария,  
почетный председатель BGSNDT)

**Редакция:**

Агапова А.А.  
Клейзер Н.В.  
Сидоренко С.В.

**Адрес редакции:**

119048, Москва,  
ул. Усачева, д. 35, стр. 1,  
ООО «Издательский дом «Спектр»,  
редакция журнала «Территория NDT»  
[Http://www.tndt.idspektr.ru](http://www.tndt.idspektr.ru)  
E-mail: [tndt@idspektr.ru](mailto:tndt@idspektr.ru)  
Телефон редакции +7 (499) 393-30-25

Журнал зарегистрирован  
в Федеральной службе по надзору  
в сфере связи, информационных техно-  
нологий и массовых коммуникаций  
(Роскомнадзор). Свидетельство  
о регистрации средства массовой ин-  
формации ПИ № ФС77-47005

**Учредители:**

ЗАО Московское научно-производ-  
ственное объединение «Спектр»  
(ЗАО МНПО «Спектр»);  
Общероссийская общественная  
организация «Российское общество  
по неразрушающему контролю  
и технической диагностике» (РОНКТД)

**Издатель:**

ООО «Издательский дом «Спектр»,  
119048, Москва,  
ул. Усачева, д. 35, стр. 1  
[Http://www.idspektr.ru](http://www.idspektr.ru)  
E-mail: [info@idspektr.ru](mailto:info@idspektr.ru)  
Телефон +7 (495) 514-76-50

Корректор Смольянина Н.И.

Компьютерное макетирование  
Смольянина Н.И.

Сдано в набор 1 июля 2022

Подписано в печать 1 августа 2022

Формат 60x88 1/8.

Бумага офсетная. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 8,93. Уч.-изд. л. 8,46.

Распространяется бесплатно

Редакция не несет ответственность  
за достоверность информации,  
опубликованной в рекламных  
материалах. Статьи публикуемые  
в журнале, не рецензируются.  
Мнение авторов может не совпадать  
с мнением редакции.

Оригинал-макет подготовлен  
в ООО «Издательский дом «Спектр».

Отпечатано в типографии  
ООО «МЕДИАКОЛОР»  
127273, г. Москва,  
Сигнальный проезд, д. 19

## ВЫСТАВКИ. СЕМИНАРЫ. КОНФЕРЕНЦИИ

- Михайлов А.В., Василенко О.Н.** Отчет о проведении XXXIII Уральской конференции  
«Физические методы неразрушающего контроля (Янусовские чтения)» ..... 4
- Цомук С.Р.** Итоги XXIV Петербургской научно-технической конференции «УЗДМ-2022» ... 8
- Анисимов В.П.** Итоги девятнадцатой Крымской конференции и выставки ..... 16

## ПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ

- Галкин Д.И.** О проведении отборочных этапов Всероссийского конкурса РОНКТД  
по неразрушающему контролю «Дефектоскопист 2022» ..... 20

## НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ И СТАНДАРТЫ

- Зайтова С.А.** Иностранные технологии в разработке национальных  
и межгосударственных стандартов ..... 24

## ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ

- Ответы специалистов на вопросы читателей журнала**  
ЗАО «НИИИИ МНПО «Спектр» ..... 33

## ПОЗДРАВЛЯЕМ

- Н.А. Махутову – 85 лет!** ..... 34
- В. Ф. Безъязычному – 85 лет!** ..... 35
- Н.П. Муравской – 75 лет!** ..... 36
- М.В. Григорьеву – 75 лет!** ..... 37
- Е.Г. Базулину – 65 лет!** ..... 38
- А.В. Федорову – 60 лет!** ..... 39

## МЕТОДЫ, ПРИБОРЫ, ТЕХНОЛОГИИ

- Пепеляев А.В.** Определение формы отражателя методом TFM ..... 40
- Матвеев В.И.** Наноизмерения в современном мире ..... 46
- Сканирующий** электромагнитный дефектоскоп TiS 8C ..... 54

## ПАМЯТИ УЧЕНОГО

- Памяти В.Л. Венгриновича** ..... 55

# ОТЧЕТ О ПРОВЕДЕНИИ XXXIII УРАЛЬСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ «ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ (ЯНУСОВСКИЕ ЧТЕНИЯ)»

г. Екатеринбург, ИФМ УрО РАН, 19–20 апреля 2022



**МИХАЙЛОВ  
Алексей Вадимович**  
Руководитель молодежной  
секции конференции, канд.  
техн. наук, ст. науч. сотрудник  
лаборатории комплексных  
методов контроля ИФМ УрО  
РАН, Екатеринбург



**ВАСИЛЕНКО Ольга Николаевна**  
Член оргкомитета конферен-  
ции, канд. техн. наук, зав. лаб.  
интеллектуальных технологий  
диагностики ИФМ УрО РАН,  
Екатеринбург

XXXIII Уральская конференция с международным участием «Физические методы неразрушающего контроля (Янусовские чтения)» была успешно проведена 19 – 20 апреля 2022 г. Во второй день конференции, 20 апреля, была организована молодежная секция, участниками которой стали студенты профильных кафедр, аспиранты, молодые специалисты и ученые (возраст участников до 35 лет включительно).

Организаторами и партнерами Уральской конференции выступили Институт физики металлов им. М.Н. Михеева Уральского отделения РАН (ИФМ УрО РАН), Институт машиноведения

Уральского отделения РАН (ИМАШ УрО РАН), Российское общество по неразрушающему контролю и технической диагностике (РОНКТД), Уральское отделение РАН и Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина. Информационную поддержку обеспечили журналы «Дефектоскопия/Russian Journal of Nondestructive Testing», «Сварка и диагностика», «Территория NDT», «Контроль. Диагностика». Председателем оргкомитета конференции являлся профессор Я.Г. Смородинский (ИФМ УрО РАН, Екатеринбург), сопредседателями – президент РОНКТД профессор В.А. Сясько (Санкт-Петер-

бургский горный университет) и профессор Х.-М.В.Крёнинг, представитель Саарского университета (Саарбрюкен, Германия) и университета г. Сан-Паулу (Бразилия).

Научная программа конференции включала следующие разделы:

1. Физические основы неразрушающего контроля и диагностики.
2. Методы и средства измерения физических полей. Новые средства и системы контроля.
3. Контроль труб и диагностика трубопроводов.
4. Контроль сварных соединений.
5. Методы и средства контроля напряженно-деформированного состояния изделий и объектов.
6. Опыт практического применения физических методов и средств контроля.
7. Стандартизация и метрологическое обеспечение средств НК.
8. Квалификация и подготовка персонала в области НК.

В конференции приняли участие ведущие специалисты в области неразрушающего контроля, технической диагностики и метрологии из 16 городов России, Беларуси и ЛНР: Екатеринбург, Москвы, Томска, Санкт-Петербурга, Уфы, Ижевска, Новосибирска, Нижнего Новгорода, Ульяновска, Челябинска, Снежинска, Омска, Минска, Могилева, Луганска и Алчевска.

Заседание проходило в смешанном формате (очном и дистанционном — online на платформе ZOOM). Максимальное количество участников, принимавших участие в конференции, составило 75 человек. Зарегистрировано более 1000 обращений к сайту журнала «Дефектоскопия», на котором проходила стендовая сессия и были размещены тезисы докладов всех участников.

В пленарном заседании первого дня конференции с приглашенными докладами выступили:

- Владимир Платонович Вавилов (д-р техн. наук, Томский политехнический университет, Томск), «Инфракрасная термография и тепловой неразрушающий контроль» (запись доклада доступна по ссылке: <https://youtu.be/zpP4JNv6mo4?t=2425>);
- Александр Петрович Владимиров (д-р техн. наук, ИМАШ УрО РАН, Екатеринбург), «Спекл-диагностика необратимых деформаций живой и неживой материи» (видео доклада доступно по ссылке: <https://youtu.be/zpP4JNv6mo4?t=4294>).

После выступлений приглашенных докладчиков были заслушаны 19 устных докладов. Открывал секцию специалист из Башкирского госуниверситета (Уфа) Р.Ф. Альмухаметов. Он рассказал о влиянии режима работы рентгеновской трубки на юстировку дифрактометра.

Следом поделился опытом эффективного применения бетатронов при проведении неразрушаю-



Член оргкомитета, зам. директора ИФМ УрО РАН д-р техн. наук В.Н. Костин (слева), председатель оргкомитета д-р техн. наук, профессор Я.Г. Смородинский (справа)

щего контроля толстостенных изделий представитель Томского политехнического университета (Томск) А.М. Штейн.

Далее выступили научные сотрудники Института физики металлов им. М.Н. Михеева УрО РАН и Института машиноведения УрО РАН (Екатеринбург) А.В. Никитин, А.Н. Сташков и А.Н. Мушников. В своих докладах они рассказали об определении формы поверхностных дефектов ферромагнетика по полям рассеяния в тангенциальном намагничивающем поле, об особенностях изменений магнитных свойств 3D и литой стали 09Г2С при малоцикловых испытаниях, а также о разработке двухосной испытательной машины для исследований физико-механических характеристик материалов в условиях упругопластического деформирования.

Представитель Объединенного института машиностроения НАН Беларуси (Минск, Республика Беларусь) С.Г. Сандомирский рассказал об опыте использования связей между физико-механическими свойствами сталей для их неразрушающего контроля.

М.С. Аносов (Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, Н. Новгород) рассказал об оценке структурных изменений в стали 09Г2С, полученной аддитивным электродуговым выращиванием, при малоцикловой усталости, С.А. Бехер (Сибирский государственный университет путей сообщения, Новосибирск) — об исследовании литых конструкций с технологическими дефектами методами неразрушающего контроля и тензометрией, а М.Ю. Федотов (Российская инженерная академия, Москва) — о контроле деформации и температуры полимерных композитов с помощью волоконно-оптических датчиков.

Далее сотрудник Томского государственного университета систем управления (Томск) В.А. Су-



торихин представил новый принцип определения дефектов металла с помощью ультразвука и радара Доплера.

О способах повышении чувствительности метода лазерной интерферометрии рассказал представитель РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина (Москва) А.А. Антонов.

А.А. Хлыбов из Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексея (Н. Новгород) представил тезисы о разработке методики неразрушающего контроля изделий из силицированного графита.

С докладом, посвященным исследованию акустической эмиссии трещин в рельсовых сталях, выступил В.А. Барат (НИУ «МЭИ», Москва), а также Д.С. Тихонов (ООО «НПЦ «ЭХО+», Москва) с презентацией возможностей дефектоскопа ультразвукового многоканального «АВГУР-АРТ» и его применении в различных отраслях промышленности.

Представители Ижевска А.В. Платунов (ИжГТУ им. М.Т. Калашникова) и С.Э. Бабкин (Физико-технический институт УрО РАН) рассказали об исследовании акустического тракта при контроле поверхности катания колеса рэлеевскими волнами, а также контроле наводороживания ферромагнитной стенки.

Представитель Белорусско-Российского университета (Могилев, Республика Беларусь) А.В. Шилов сообщил о текущем состоянии и перспективах применения пленки, визуализирующей магнитные поля.

Завершили первый день конференции доклады специалистов Омского государственного университета путей сообщения Р.А. Ахмеджанова и РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина (Москва) В.А. Захарова. Они рассказали о совершенствовании технологии магнитопорошкового контроля бандажа колес локомотива, а также о применении вихретокового контроля для анализа технологиче-

ских и эксплуатационных свойств оборудования из криогенных сталей.

Во второй день конференции, 20 апреля, прошла молодежная секция, которая началась с двух приглашенных докладов:

- Владимир Александрович Сясько (профессор, д-р техн. наук, президент РОНКТД, Санкт-Петербург), «Миссия и направления деятельности Российского общества по неразрушающему контролю и технической диагностике» (запись доклада доступна по ссылке: [https://youtu.be/woh6KZz0\\_70?t=390](https://youtu.be/woh6KZz0_70?t=390));
- Денис Игоревич Галкин (канд. техн. наук, директор ЗАО «НИИИИ МНПО «Спектр», Москва), «О подходе к оценке информативности радиографического контроля» (видео доклада доступно по ссылке: [https://youtu.be/woh6KZz0\\_70?t=2020](https://youtu.be/woh6KZz0_70?t=2020)).

Далее были заслушаны 18 устных докладов аспирантов, молодых специалистов и ученых. Первыми выступили представители Института физики металлов им. М.Н. Михеева УрО РАН Е.А. Шапова и Уральского федерального университета К.В. Наумов (Екатеринбург). В их докладах поднимались вопросы характеристики напряженно-деформированного состояния эвтектоидной стали с различной морфологией перлита с помощью неразрушающих методов, а также исследовались поля пластических деформаций на стадии зарождения усталостной трещины.

Доклады представителей Национального исследовательского Томского политехнического института В.Ю. Шпильного и Д.А. Дерусовой были посвящены дефектометрии и синтезу данных лазерной виброметрии и теплового контроля, а также исследованию особенностей неразрушающего контроля полимерных композитов при лазерной виброметрии и акустической стимуляции с использованием газоразрядного излучателя.

Следом выступила большая группа исследователей из Санкт-Петербургского горного универси-

тета. А.А. Тарасова рассказала о неразрушающем контроле механических свойств материалов полиэтиленовых трубопроводов методом динамического инструментального индентирования, З.А. Велеулов представил способы обеспечения достоверности измерения остаточной толщины обшивки борта судна под защитными покрытиями вне дока, Д.С. Громыка описал методику оценки остаточного ресурса коронок зубьев ковшей экскаваторов, М.С. Степанова в своем докладе подняла вопрос о достоверности электроискрового допускового контроля толщины диэлектрических покрытий на электропроводящих основаниях, К.И. Доронин осветил тему контроля физико-механических характеристик изделий аддитивного производства с использованием метода инструментального индентирования, С.Р. Насырова представила исследования влияния параметров оптической системы фотометрического блескомера на результат измерения, Г.А. Иванов представил данные новых исследований по обнаружению дефектов в подошве рельсов магнитным (MFL) методом.

Далее представители Университета ИТМО (Санкт-Петербург) В.В. Малый и Е. Алтай поделились опытом разработки технологии неразрушающего контроля качества паяных соединений теплообменных аппаратов, а также рассказали о методе помехоустойчивой обработки для повышения точности измерения сигналов акустической эмиссии.

Специалисты ООО «Константа» А.Ю. Васильев и ВНИИМ им. Д.И. Менделеева А.С. Мусихин рассказали об особенностях проектирования магнитно-индукционного преобразователя толщиномера, предназначенного для использования без внешнего позиционирующего корпуса и о комплексном контроле сплошности и толщины диэлектрических покрытий электроискровым методом.

В завершении второго дня конференции выступили представители ФГБОУ ВО «ИжГТУ им. М.Т. Калашникова» (Ижевск) Н.В. Ушков, Е.А. Гуляев и П.А. Никитина. Их доклады были по-

священы оценке коэффициента прохождения и основной частоты спектра акустической волны сквозь заготовку из терморасширенного графита, а также зеркально-теневому контролю осей колесных пар с цилиндрической поверхности ЭМА-методом.

На протяжении двух дней работы конференции, одновременно с устными докладами, проходила стендовая сессия. Стендовые доклады были представлены в виде видеопрезентаций (предварительно записанных докладов), размещенных на сайте журнала «Дефектоскопия». Общее количество представленных стендовых докладов составило 26. Участники конференции имели возможность задать докладчикам вопросы и получить на них ответы в письменной форме. В докладах прозвучали результаты исследований по акустическому, магнитному и электрическому видам неразрушающего контроля.

Наряду с ведущими специалистами в области неразрушающего контроля, в конференции принимали участие студенты, аспиранты российских вузов и молодые специалисты из академических институтов. Слушателями конференции были также и представители машиностроительных заводов и нефтегазовой промышленности России.

На заключительном заседании участники конференции и члены оргкомитета отметили, что все представленные доклады были посвящены проблемам и вызовам сегодняшнего дня в области неразрушающего контроля и технической диагностики. Докладчики и слушатели, в свою очередь, подчеркнули высокий уровень организации и проведения конференции.

Ознакомиться подробнее с научной программой, тезисами и докладами XXXIII Уральской конференции «Физические методы неразрушающего контроля (Янусовские чтения)» можно на сайте журнала «Дефектоскопия»: <http://defectoskopiya.ru/pages/view/XXXIIIUralConf-abstracts>.

## ЖУРНАЛ «ТЕРРИТОРИЯ NDT»

*У нашей ТЕРРИТОРИИ нет границ – попасть на нее можно ИЗ ЛЮБОЙ ТОЧКИ МИРА.  
Наша ТЕРРИТОРИЯ – это ОБЪЕМ и ПРОСТОР информации в области НК.*



В свободном  
доступе  
НА САЙТЕ  
[www.tndt.idspektr.ru](http://www.tndt.idspektr.ru)



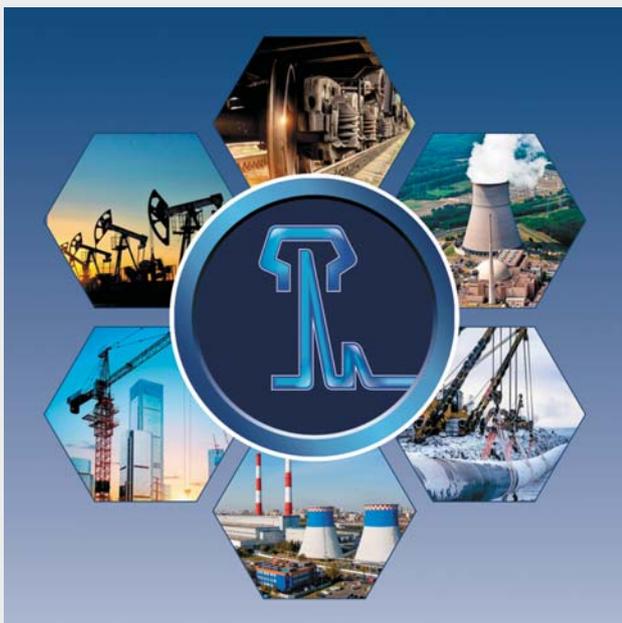
СВЕЖИЙ НОМЕР  
журнала  
[http://tndt.idspektr.ru/  
index.php/current-issue](http://tndt.idspektr.ru/index.php/current-issue)



АРХИВЫ номеров  
за 10 лет  
[http://tndt.idspektr.ru/  
index.php/archive](http://tndt.idspektr.ru/index.php/archive)

Редакция: +7 (499) 393-30-25 • [tndt@idspektr.ru](mailto:tndt@idspektr.ru)

# ИТОГИ XXIV ПЕТЕРБУРГСКОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ «УЗДМ-2022»



**ЦОМУК Сергей Роальдович**  
Организационный комитет УЗДМ,  
Санкт-Петербург

Вот и осталось в прошлом событие, к которому активно готовились и которого ждали специалисты по ультразвуковому контролю (УЗК) России – очередная Петербургская научно-техническая конференция «УЗДМ-2022» (24 – 27 мая). Эта самая большая на пространстве СНГ конференция по УЗК проводится раз в три года, нынешняя была уже двадцать четвертой по счету и имела название «Инновационные средства и технологии ультразвукового контроля и диагностики».

Конечно, при такой богатой истории конференция накопила свои традиции, но в этот раз оргкомитет нашел место и новшества. В первую очередь это касается изменения фирменного стиля УЗДМ и места ее проведения – конференция переехала из традиционного на протяжении более 20 лет курортного района пригородов Санкт-Петербурга (Репино, Зеленогорск) в прекрасный и всем известный Петергоф, а именно – в комфортный и специализирующийся на проведении конференций и симпозиумов отель «Новый Петергоф», расположенный всего в 200 метрах от Верхнего парка.

Организаторами УЗДМ по традиции выступили АО «НИИ мостов» и ПГУПС, финансовую помощь оказали: генеральный спонсор – ООО «Компания «Нординкрафт», спонсоры – ООО НПК «ЛУЧ», НПП «MDR grup», АО «Фирма «ТВЕМА» и партнер – ООО «Константа». Конференцию поддержали РАН (секция «Неразрушающий контроль» Научного совета по физике конденсированных сред), РОНКТД, НП «НАКС», НП «ОПЖТ»; информационную поддержку оказали ИД «Спектр», журналы «Территория NDT», «В мире НК», «Дефектоскопия», «Контроль. Диагностика».

Конференция собрала более 100 участников (включая академика РАН Н.П. Алешина, 16 докторов и 12 кандидатов наук) и около 30 гостей и со-



Рис. 1. Открытие конференции – зал заседаний

проводящих из 14 городов РФ и Молдовы. Участники представляли 47 научных, производственных организаций и вузов.

Большое внимание «УЗДМ-2022» уделили лидеры РОНКТД: в Петергофе присутствовали президент РОНКТД, четыре вице-президента и восемь членов правления, причем практически все они были не только посетителями заседаний, но и сделали доклады на пленарных и секционных заседаниях, участвовали в презентациях.

### Основная программа конференции

Программа конференции была реализована в виде пленарных, секционных и стендовых заседаний, а также презентации продукции и круглого стола.

На открытии конференции (рис. 1) после приветственных



Рис. 2. Открытие конференции – Г.Я. Дымкин

слов председателя оргкомитета Г.Я. Дымкина (рис. 2), председателя программного комитета Н.П. Алешина, президента РОНКТД В.А. Сясько, зам. председателя оргкомитета С.Р. Цомука на экране появился приветственный трогательный видеоролик с приветствиями от трех ветеранов УЗДМ – В.А. Лончака, М.В. Розиной и Г.А. Круга, кото-

рые не смогли приехать в этот раз. Затем были заслушаны пять пленарных докладов, посвященных использованию цифровых технологий, особенностям иммерсионного УЗК поверхностными волнами, дифракционно-волноводному методу УЗК, волноводному контролю и перспективам развития ультразвуковой толщинометрии (рис. 3–5).



Рис. 3. Докладчик М.В. Григорьев

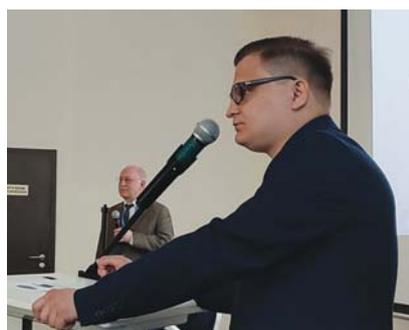


Рис. 4. Докладчик Н.В. Крысько



Рис. 5. Вопрос от А.А. Самокрутова

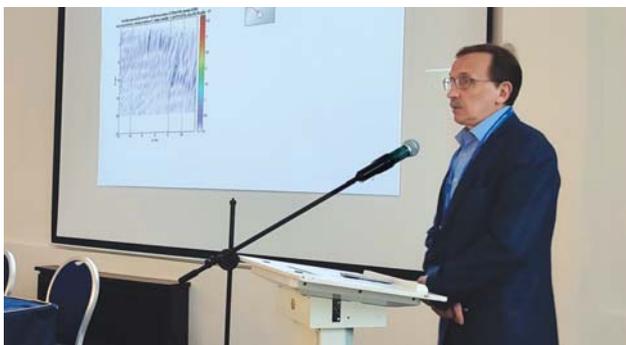


Рис. 6. Докладчик Е.Г. Базулин



Рис. 7. Вопрос от Я.Г. Смородинского



Рис. 8. Докладчик К.Е. Аббакумов



Рис. 9. Докладчик Э.В. Андерсон

Секционные доклады (рис. 6–11) были разбиты на пять направлений (всего 25 докладов):

- новые принципы и технические решения электроакустических преобразователей, характеристики поля, примеры применения;
- высокоинформативные автоматизированные средства УЗК. Структура, алгоритмы обработки сигналов, новые технологические возможности;
- методические основы, технологии и опыт применения инновационных средств УЗК металлов, перспективных материалов и соединений;
- стандартизация и метрологическое обеспечение УЗК;
- обучение, подтверждение квалификации, аттестация и сертификация персонала.

На заседании по стендовым докладам (рис. 12–14) было представлено 15 докладов, в это же время состоялись презентации продукции и круглый стол на тему «Внутритрубная диагностика», на котором, в частности, были заслушаны и обсуждены два доклада и одно сообщение (рис. 15, 16).

С тезисами всех докладов основной программы можно ознакомиться по ссылке: <http://www.ndt.sp.ru/files/uzdm2022/abstracts-UZDM-2022.pdf>.

#### Сопутствующие мероприятия конференции

В период работы «УЗДМ-2022» был проведен ряд организационно-технических мероприятий.

24 мая состоялось заседание подкомитета «Ультразвуковой контроль» (ПК3) Технического комитета «Неразрушающий контроль» (ТК371) Росстандарта. В заседании, которое вел председатель ПК3 Г.Я. Дымкин, приняли участие 16 человек, в том числе 10 членов ПК3. Были рассмотрены вопросы разработки двух стандартов, работы подкомитета в 2021 – 2022 гг., приема новых членов в статусе «Наблюдатель».

Заседание рабочей группы подкомитета «Подготовка, квалификация, аттестация и сертификация персонала» (ПК7) ТК371 (председатель – М.В. Григорьев) было посвящено вопросам, связанным с разработкой в рамках ПНС российского



Рис. 10. Докладчик П.С. Мальцев

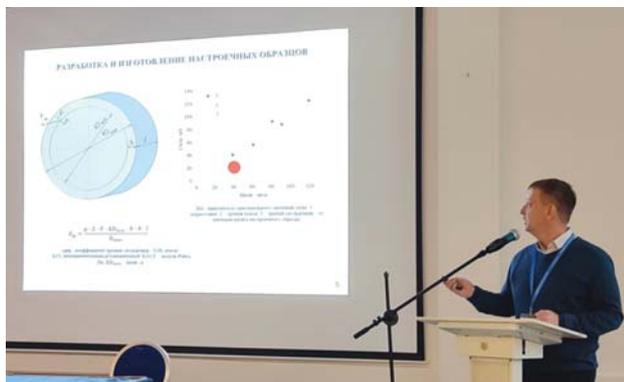


Рис. 11. Докладчик С.А. Бехер

стандарта по подготовке, квалификации и аттестации специалистов и лабораторий, выполняющих неразрушающий контроль материалов. Ответственный разработчик стандарта проинформировал членов рабочей группы о состоянии вопроса, представил проект первой редакции. Выступившие в ходе обсуждения предложенного проекта высказали ряд замечаний и предложений; было принято решение представить проект на публичное обсуждение. Кроме того, на заседании были сделаны принципиальные предложения об уточнении названия разрабатываемых ПК документов и их содержания.

26 мая состоялось заседание Гильдии российских предприятий – производителей оборудования и технологий НК, на котором была заслушана информация о выполнении решений, принятых на мартовском заседании гильдии, одобрено создание частного фонда из пропорциональных взносов членов гильдии для интенсификации работ в части пересмотра ГОСТ «Контроль неразрушающий. Классификация видов и методов» и разработки нормативных документов, регламентирующих процедуры аттестации средств и методик НК по отраслям и видам контроля.

### Презентации

Несмотря на то что оргкомитет конференций УЗДМ всегда дистанцируется от проведения во время конференции выставки оборудования и коммерческих, рекламных показов аппаратуры, как правило, несколько презентаций в программу включается. Так было и на этот раз: во время заседания стендовых докладов четыре организации презентовали свою продукцию – установку контроля насосных штанг (ФГБОУ ВО «ИжГТУ им. М.Т. Калашникова»), автономный сканер-дефектоскоп (АО «ИнтроСканТехнолоджи»), настроечные образцы и меры (ООО «АЗ-И»), печатную продукцию (ООО «ИД Спектр»).

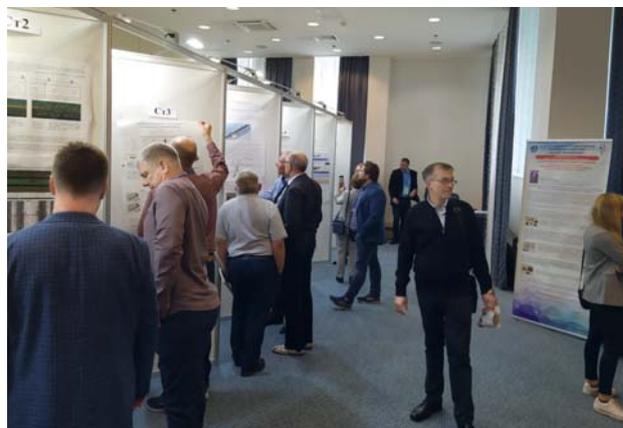


Рис. 12. Заседание по стендовым докладам



Рис. 13. Обсуждение во время презентации



Рис. 14. Презентация компании «АЗ Инжиниринг»



Рис. 15. Круглый стол. Сообщение О.В. Муравьевой



Рис. 16. Круглый стол, дискуссия

### Культурная и спортивная программы

В качестве культурной программы участникам УЗДМ, естественно, была запланирована и заранее заказана экскурсия по паркам и Большому петергофскому дворцу. Однако в планы вмешался День города, отмечающийся в Санкт-Петербурге в те же дни, и Дворец оказался закрыт на официальное мероприятие. В связи с этим оперативно была организована замена: экскурсия по гротам Большого каскада, попасть на которую в обычные дни бывает весьма проблематично. А уже после гротов состоялась экскурсия участников УЗДМ по паркам (рис. 17, 18).

Одним из новшеств нынешней конференции стал турнир по настольному теннису на кубок «УЗДМ-2022». В соревновании, прекрасно организованном М.Ю. Аккалайненем, приняло участие 10



Рис. 17. На экскурсии



Рис. 18. В парке Петергофа



Рис. 19. Турнир на кубок УЗДМ



Рис. 20. На заседании, посвященном 50-летию головных волн

мужчин и 3 женщины. Кубок разыгрывался в одиночном разряде по круговой системе (рис. 19), победители групп встречались затем в полуфинале, финале и матче за 3-е место. В результате трехчасовой упорной борьбы победителем турнира стал О. Кривик (АО «ВМЗ»), призерами – А. Шелухин (АО «НИИ мостов») и С. Ворончихин (АО «ИнтроСканТехнолоджи»). Победителю и призерам на торжественном ужине под бурные аплодисменты собравшихся были вручены кубок, медали и памятные призы.



Рис. 21. Вручение картины Н.П. Разыграеву

### Юбилей головных волн

Не могла обойти вниманием «УЗДМ-2022» и славный юбилей – 50 лет назад в лаборатории ультразвуковых методов исследования металлов ЦНИИТ-МАШ впервые были обнаружены и зафиксированы головные волны (ГВ). Конечно, хорошо зная характер главного «родителя» ГВ – Н.П. Разыграева, организаторы конференции предполагали, что обычным «историческим» докладом ограничиться не получится, но в результате энтузиазм Николая Павловича превзошел все ожидания. В рамках празднования юбилеем были подготовлены: и фундаментальный (на 53 минуты) доклад, и специальные коллажи для кол-



Рис. 22. Рабочая группа оргкомитета и гости у баннера



Рис. 23. Справа налево: Н.П. Алешин, М.В. Григорьев, Л.Ю. Могильнер



Рис. 24. С бокалом праздничного шампанского: И.С. Курилович, Н.П. Разыграев, Е.Ф. Кретов, А.Л. Дамаскин, Б.П. Першиц

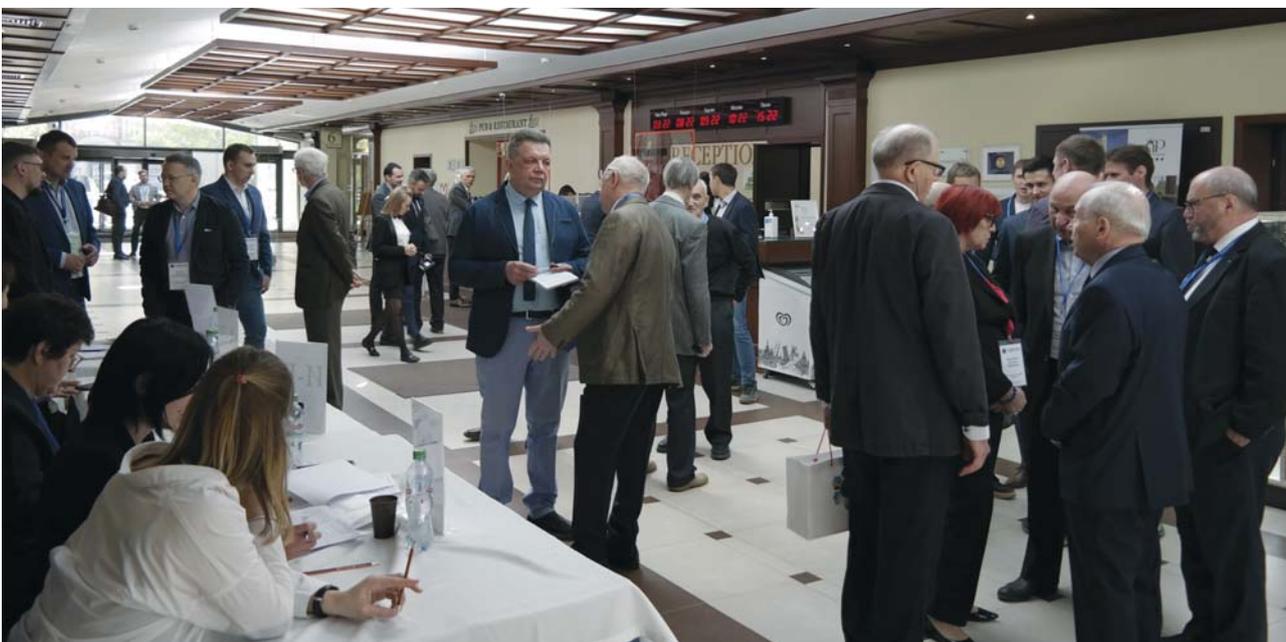


Рис. 25. Заезд и регистрация участников

лег, и выпущенная как раз к открытию конференции объемная книга «Головные волны в ультразвуковой дефектоскопии металлов», и памятные подарки, и даже угощение всех участников конференции именным шампанским «ГВ – 50 лет!» (рис. 20).

Ответ оргкомитета был менее фонтанирующим (хорошее прилагательное для конференции в Петергофе!), но изысканным: на торжественном ужине Н.П. Разыграеву была вручена картина, специально заказанная у известного питерского художника, под названием «Рождение головных волн» (рис. 21). Вручение сопровождалось радостными восклицаниями и аплодисментами собравшихся, видеоролик этого события размещен на сайте конференции.

#### И о главном

Конечно, и основная программа конференции, и сопутствующие мероприятия, и презентации продукции – определяющие составляющие любой конференции. Но все-таки главным всегда остается возмож-



Рис. 26. Тост за УЗДМ от Д.С. Тихонова



Рис. 27. Общение производителей (ОАО «ТВЗ», ПАО «ЧМК»)



Рис. 28. Во время прощального коктейля



Рис. 29. Во время прощального коктейля



Рис. 30. Во время прощального коктейля



Рис. 31. Кофе-пауза

ность непосредственного и дружеского общения ученых и аспирантов, преподавателей и производителей, производителей оборудования и пользователей. И здесь «УЗДМ-2022», к радости организаторов, не только не утратила своего традиционного уровня, но, возможно, и превзошла его. Уютная и комфортная обстановка отеля, очевидное желание рабочей группы оргкомитета оперативно решать возникающие у участников и гостей конференции проблемы, сама атмосфера УЗДМ, которую когда-то создавал А.К. Гурвич и которую стараются поддерживать его ученики и последователи, — именно это способствовало успеху «УЗДМ-2022», что с благодарностью отмечали все выступавшие на закрытии конференции (рис. 22–32).

Фото и видеоматериалы конференции размещены по ссылке: <https://disk.yandex.ru/d/jKcLa4n2DWX0w>.

Так что — до новых встреч на «УЗДМ»!



Рис. 32. Памятный коллаж вручается М.О. Никитиной

# ИТОГИ ДЕВЯТНАДЦАТОЙ КРЫМСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ И ВЫСТАВКИ



1–6 ИЮНЯ 2022  
РЕСПУБЛИКА КРЫМ  
ГУРЗУФ



## КРЫМСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ-ВЫСТАВКА «СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И СРЕДСТВА НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ»

Крымская конференция и выставка «Крымская конференция-выставка «Современные методы и средства неразрушающего контроля и технической диагностики» состоялась с 1 по 6 июня 2022 г. в санатории «Пушкино», Гурзуф, Республика Крым.

В работе конференции приняли участие 22 специалиста в области неразрушающего контроля.

Перед участниками конференции с докладами выступили известные специалисты и ученые:

- **Олег Николаевич Будадин**, д-р техн. наук, профессор, акаде-

мик Российской академии космонавтики, АО «ЦНИИСМ», Хотьково, тема доклада: «Современные методы исследования неразрушающего контроля технической диагностики»;

- **Елена Вячеславовна Абрамова**, д-р техн. наук, ФГАУ «НУЦ «Сварка и контроль» при МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, тема доклада: «Тепловой контроль в системе экспертизы промышленной безопасности зданий и сооружений»;
- **Виталий Саматович Нурмухамедов**,

генеральный директор ООО «Межрегион-СПБ», Москва), тема доклада: «Об опыте сертификации персонала в области НК в соответствии с требованиями НК и ТД»;

- **Валерий Прокофьевич Анисимов**, руководитель Крымского отделения РОНКТД, тема доклада: «Мониторинговые системы магистральных трубопроводов на опасных оползневых участках»;
- **Денис Игоревич Галкин**, канд. техн. наук, директор ЗАО «НИИИИ МНПО «Спектр», руководитель Методического центра СНК ОПО и СДСПНК РОНКТД, председатель ПК 5 ТК 371 «Неразрушающий контроль», тема доклада: «К вопросу об аттестации специалистов и лабораторий НК после 01.01.2021»;
- **Валерий Константинович Белкин**, ООО «Межрегион-СПБ», Москва, тема доклада: «Сертификация персонала и экспертиза промышленной безопасности. Инду-



Выступление В.П. Анисимова

стриальные риски в промышленной безопасности, мониторинг и управление»;

- **Федор Валентинович Васильев**, начальник лаборатории НК ООО «Даниели Волга», Дзержинск, тема доклада: «Информационное сообщение о работе лаборатории НК ООО «Даниели Волга»;
- **Алексей Олегович Казак**, начальник группы «ФГУП РФЯЦВНИИТФ, Снежинск», тема доклада: «Рентгеновский комплекс контроля крупногабаритных деталей на базе малогабаритного бетатрона».

В конференции приняли участие:

- три директора предприятий;
- девять начальников лабораторий НК;
- 10 представителей научных организаций, учреждений и эксплуатационных предприятий.

В ходе конференции было заслушано более 10 докладов по следующим направлениям:

- экспертиза промышленной безопасности технических устройств на опасных производственных объектах, методы и средства неразрушающего контроля и технической диагностики;
- экспертиза промышленной безопасности зданий и сооружений на опасных производственных объектах с применением теплового метода контроля;
- проведение технического аудита в области промышленной безопасности;
- обоснование безопасности и возможности эксплуатации технических устройств и оборудования согласно требованиям и правилам промышленной безопасности;
- оценка пригодности к эксплуатации оборудования после аварий;
- методология управления промышленной безопасностью на основе анализа и управления рисками;



Выступление В.С. Нурмухамедова



Выступление В.К. Белкина



Выступление О.Н. Будадина



Участники конференции



Выставка приборов



Участники конференции

- методы оценки надежного предельного срока эксплуатации сложных конструкций из различных материалов;
- промышленные технологии технической диагностики качества (надежности и предельного ресурса эксплуатации) сложных конструкций из различных материалов;
- метрологическое обеспечение технологий неразрушающего контроля и технической диагностики;
- нормативное обеспечение оценки надежности и предельного ресурса эксплуатации сложных конструкций из различных материалов на основе ресурса неразрушающего контроля и технической диагностики;

- подготовка, аттестация специалистов по неразрушающему контролю.

Во многих докладах были затронуты вопросы экспертизы промышленной безопасности на объектах повышенной опасности. Актуальность этой проблемы определяется тем, что на большинстве предприятий оборудование исчерпало свой ресурс эксплуатации, что чревато опасностью технических катастроф.

Значительная часть докладов была посвящена вопросам теплового контроля объектов различного назначения, что еще раз подчеркивает перспективность теплового метода контроля. Активно обсуждался вопрос, связанный с обучением, подготовкой специалистов по НК.

Спонсором конференции выступило ООО «НТЦ «Горизонт», Симферополь.

Организаторы, представляющие Крымское региональное отделение Российского общества по неразрушающему контролю и технической диагностике, заверили участников конференции, что приложат все усилия для организации и проведения конференции в следующем году на высоком уровне.

**До встречи в 2023 году в Крыму!**

**АНИСИМОВ**  
**Валерий Прокофьевич,**  
председатель Крымского регионального отделения РОНКТД,  
Симферополь



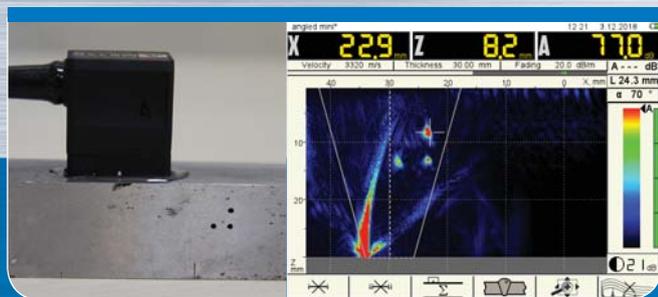
АКУСТИЧЕСКИЕ  
КОНТРОЛЬНЫЕ  
СИСТЕМЫ

142712, МОСКОВСКАЯ ОБЛАСТЬ, ЛЕНИНСКИЙ РАЙОН,  
ПОС. ГОРКИ ЛЕНИНСКИЕ, ПРОМЗОНА «ТЕХНОПАРК»,  
УЛ. ВОСТОЧНАЯ, ВЛ. 12, СТР. 1  
ТЕЛ.: +7 (495) 984-74-62 | +7 (495) 800-74-62  
WWW.ACSYS.RU | MARKET@ACSYS.RU

# A1525 Solo

## УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДЕФЕКТОСКОП – ТОМОГРАФ В КОМПАКТНОМ ИСПОЛНЕНИИ

ЛЁГКИЙ И УДОБНЫЙ В ИСПОЛЬЗОВАНИИ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ВЫСОКОЧАСТОТНЫЙ ДЕФЕКТОСКОП - ТОМОГРАФ С ВИЗУАЛИЗАЦИЕЙ ВНУТРЕННЕЙ СТРУКТУРЫ СВАРНОГО ШВА И ТЕЛА МЕТАЛЛА В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ



- Доступная цена
- Быстрота и эффективность контроля благодаря наглядному отображению сечения объекта (В-Скан) в режиме реального времени с частотой смены кадров до 35 Гц
- Улучшенная чувствительность в ближней зоне (ЦФА/TFM метод)
- Скорость сканирования вдоль сварного соединения до 70 мм/с (при шаге сканирования 2 мм)
- Малогабаритная 16 элементная антенная решетка поперечных волн с центральной частотой 4 МГц и сектором обзора от 35° до 80° для контроля сварных швов
- Отображение образов объёмных (поры) и вертикально ориентированных (трещины) дефектов благодаря специальным режимам

**ПЕРВЫЙ В МИРЕ!**

# О ПРОВЕДЕНИИ ОТБОРОЧНЫХ ЭТАПОВ ВСЕРОССИЙСКОГО КОНКУРСА РОНКТД ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ «ДЕФЕКТОСКОПИСТ 2022»



**ГАЛКИН Денис Игоревич**

Канд. техн. наук, руководитель методического центра  
СНК ОПО РОНКТД, Москва

Второй год в РФ Российским обществом по неразрушающему контролю и технической диагностике (РОНКТД) при поддержке Министерства промышленности и торговли РФ, Министерства труда и социальной защиты РФ, Ростехнадзора, национального агентства развития квалификаций проводится Всероссийский конкурс по неразрушающему контролю «Дефектоскопист» (далее Конкурс). Оператором Конкурса выступает Саморегулируемая организация Ассоциация «Национальное Агентство Контроля Сварки» (СРО Ассоциация «НАКС») – центральный орган Системы неразрушающего контроля РОНКТД на опасных производственных объектах (СНК ОПО РОНКТД).

Основными задачами Всероссийского конкурса РОНКТД по неразрушающему контролю «Дефектоскопист 2022» являются:

- демонстрация высокой квалификации, знаний и умений специалистов ведущих организаций в области НК на условиях здоровой конкуренции в соревновательной среде;
- предоставление возможностей для профессионального роста, а также обмена опытом в рамках IX Международного промышленного форума «Территория NDT»;
- повышение престижа и популяризация профессии специалиста неразрушающего контроля

(НК) (дефектоскописта), включенной в список 50 наиболее востребованных на рынке труда, новых и перспективных профессий (Приказ Минтруда № 744 от 26.10.2020);

- гармонизация стандартов подготовки специалистов НК.

Конкурс состоит из двух этапов – отборочного и финального. Отборочные этапы конкурса проводятся на базах АЦСНК – аттестационных центров по аттестации специалистов неразрушающего контроля СНК ОПО РОНКТД. Финальный этап пройдет в период с 24 по 26 октября 2022 г. в Москве в рамках Российской промышленной недели и IX Международного промышленного форума «Территория NDT. Неразрушающий контроль. Испытания. Диагностики» в ЦВК «Экспоцентр» на Красной Пресне.

Как и в прошлом году, конкурсные задания отборочного этапа были разработаны рабочей группой, в состав которой вошли представители АЦСНК: Е.Д. Волкова (ООО «ЦПС «Сварка и Контроль»), Д.И. Галкин (ЗАО НИИИН МНПО «Спектр»), А.Н. Зверев (ООО «НАКС-Урал»), В.А. Ракк (ООО «НАКС-ПФО»), С.Г. Уварова (ООО «АНТЦ сварочного оборудования и технологий»), С.Н. Сидельников (ООО «Центр Контроля и Сварки»), А.Б. Спирков (ООО АЦ «Энергомонтаж»), В.С. Фролов (СРО Ассоциация «НАКС»). Для обеспечения объективности оценки практической части Конкурса использовались подробные чек-



*Отборочный этап во Владивостоке*



листы, содержащие перечень возможных несоответствий в выполненном соискателем задании. Членам жюри необходимо было только зафиксировать несоответствие, количество же баллов определялось программой, которая обрабатывала данные по специальному алгоритму, утвержденному Оргкомитетом.

В качестве нововведений Конкурса в 2022 г. следует отметить:

- проведение тестовой части конкурса на базе разработанной онлайн-платформы;
- использование во всех АЦ одного образца для проведения практической части конкурса по ВИК. Это удалось реализовать путем «клонирования» образца по технологии литья в силиконовые формы.

Положительным опытом Конкурса 2022 г. стало проведение объединенного отборочного этапа



Отборочный этап в Кемерово

соседних регионов, а также совмещение отборочных этапов с региональными семинарами по неразрушающему контролю.

На данный момент проведено 29 (из 30) отборочных этапов, участие в которых приняло 356 конкурсантов из 172 организаций. Информация о городах (АЦСНК) с наибольшим количеством конкурсантов и распределение конкурсантов по номинациям представлены на рисунке.

Некоторые организации направили несколько специалистов для участия в конкурсе. В таблице приведены организации, от которых было более трех конкурсантов.

Организации, которые проводят корпоративный конкурс профессионального мастерства по профессии «дефектоскопист», в этом году полу-

Организация	Количество конкурсантов
АО «Транснефть-Урал» – филиал СУПЛАВ	6
КемеровоХиммаш – филиал АО «Алтайвагон»	6
ООО «Газпром Трансгаз Ухта»	6
АО «ОКБМ Африкантов»	5
АО «МОСГАЗ»	5
ПАО «Уралхиммаш»	5
ПАО «НОРЭ»	4
ПАО «МЗИК»	4
ООО «ВНИИБТ-Буровой инструмент»	4
АО «Тулачермет»	4
ООО «Газпром трансгаз Казань»	4
ООО «Сибэнергомаш-БКЗ»	4



Кубок Урала (Свердловская область, Пермский край)

чили возможность стать авторизованными центрами по проведению Конкурса. Это позволяет совместить внутреннее соревнование, проводимое по методике Конкурса, с отборочным этапом Конкурса. Для получения статуса авторизованного центра необходимо соответствовать критериям, определенным разделом 4 Положения о Конкурсе:

- в корпоративном соревновании должно участвовать не менее 8 участников – сотрудников организации в каждой номинации, в которой планируется проведение отборочного этапа;
- организации необходимо предоставить материально-техническую базу (оборудование и материалы неразрушающего контроля, аудиторный фонд), достаточную для проведения отборочного этапа в искомых номинациях;
- организация должна оформить договоренность с методическим центром или АЦ СНК ОПО РОНКТД о предоставлении конкурсных образцов и членов жюри отборочного этапа.

Подобной возможностью воспользовалось АО «Тихвинский вагоностроительный завод». Также отдельные конкурсные процедуры были внедрены при проведении корпоративного конкурса в ООО «Газпром трансгаз Чайковский».

К участию в финальном этапе будут приглашены победители отборочного этапа Конкурса в мультиноминации (специалисты, занявшие 1-е место в отборочном этапе в каждой из мультиноминаций), а также 30 победителей отборочного этапа Конкурса, набравшие наибольшее количество баллов в отдельных номинациях: ВИК – 10 участников, УК – 10 участников, РК – 10 участников.

Важно отметить, что участники Конкурса в мультиноминациях «ВИК+УК» и «ВИК+РК» од-



Семинар в Оренбурге

новременно участвуют во Всероссийском конкурсе профессионального мастерства «Лучший по профессии» в номинации «Лучший дефектоскопист», проводимом совместно с Министерством труда и социальной защиты РФ. Этот приз получит победитель Конкурса в мультиноминации «ВИК+УК» и «ВИК+РК», набравший наибольшее количество баллов.

Ждем всех желающих посмотреть на захватывающее соревнование лучших дефектоскопистов Российской Федерации в период с 24 по 26 октября 2022 года в Москве (ЦВК «Экспоцентр» на Красной Пресне).



# УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДЕФЕКТОСКОП УД9812 «Уралец»



ООО «Физприбор»

[www.f-ndt.ru](http://www.f-ndt.ru), [www.fpribor.ru](http://www.fpribor.ru)

620137, Екатеринбург, ул. Вилонова, 6 А

+7 (343)355-00-53, [sale@fpribor.ru](mailto:sale@fpribor.ru)

# ИНОСТРАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАЗРАБОТКЕ НАЦИОНАЛЬНЫХ И МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫХ СТАНДАРТОВ



## **ЗАИТОВА Светлана Александровна**

Председатель МТК 515 «Неразрушающий контроль», президент СРО ОЮЛ КАЗАХСТАНСКИЙ РЕГИСТР, член Общественного совета Министерства по чрезвычайным ситуациям, Республика Казахстан

После развала СССР исчезли и НИИ, способные разрабатывать новые технологии и стандартизировать их с нуля в области неразрушающего контроля. Исключением являются стандарты серии ISO 24497-1:2020 Non-destructive testing – Metal magnetic memory, вызывающие массу околонучных споров, но которые очень любят заказчики. Почти все национальные и межгосударственные стандарты последних 30 лет – это гармонизация, адаптация иностранных стандартов. В глобализированном мире этот факт никого не смущал.

Мы становились членами региональных и международных организаций по стандартизации, подписывали меморандумы о распространении авторского права с институтами-разработчиками, интегрировали в члены и наблюдатели – в общем, становились глобальными потребителями продукта под названием «стандартизированная технология».

Мы гордо заявляли, что новый промышленный уклад строится на цифровых технологиях и цифровых стандартах. Но мы упорно не разрабатывали свои технологии и так и не создали своей региональной системы стандартизации. Ее нет. МГС таит на глазах. ЕАЭС не обладает компетенциями,

каждая страна хочет иметь и тратить сама свой бюджет на стандартизацию, если он есть. У большинства стран-участниц бюджета на стандартизацию просто нет – а зачем, если мы интегрированы и используем одни и те же технологии. Колесо изобретать накладно и трудоемко. И мы плохо коммуницируем между собой, несмотря на бесчисленное множество соглашений. «Мы» в данном случае – это чиновники национальных государственных уполномоченных органов, которые имеют тенденцию меняться и не быть в теме. На этой ниве цветут те, кто умеет договариваться с системой и может выбить бюджет. Молодцы. В таких случаях стандарты разрабатывает один, от силы два специалиста, а в экспертизе этих стандартов профессиональное сообщество наших стран участия не принимает. Мы их можем увидеть в Программе межгосударственной стандартизации (ПМС) или когда нам, МТК 515, официально направит их ГОСТАНДАРТ Республики Казахстан на согласование в сжатые сроки. К АИС МГС имеют доступ только все те же чиновники. Так появляются стандарты со странностями.

ПМС 2022–2023 гг. формировался без участия МТК 515 «Неразрушающий контроль» в связи с отсутствием понятного финансирования по разработке межгосударственных стандартов в Республике Казахстан, которая ведет Секретариат МТК 515, и нерешенными проблемами согласования с членами и наблюдателями со стороны государственных органов по стандартизации МГС.

В то же время в ПМС 2022–2023 гг. были включены 10 проектов ГОСТов в области стандартизации МТК 515, без согласования с профессиональным сообществом, со стороны МТК 007 «Трубы и стальные баллоны» и их неизменным разработчиком НУЦ «Контроль и диагностика». С одной стороны – это хорошо, что процесс разработки стандартов идет, люди находят на эту работу финансирование. С другой стороны – содержание этих стандартов, в разработке которых не принимает участие профессиональное сообщество и целевой МТК 515.

В табл. 1 выделено красным цветом оригинальное название заявленных проектов стандартов на основе стандартов ISO. Как можно видеть, название на русском языке откорректировано с учетом области стандартизации МТК 007. При этом сами стандарты заявлены как IDT – идентичные тексту оригинала. По состоянию на июль 2022 г. на сайте международной организации по стандартизации ISO можно увидеть заявление данной организации «НЕДОСТУПНО НА РУССКОМ ЯЗЫКЕ».

Это говорит о том, что разработчику придется самому делать перевод на русский язык. Притом разработчик должен владеть специальной технической лексикой языка перевода, знанием девяти методов неразрушающего контроля и быть методистом в области подготовки кадров на уровне III как минимум. Предыдущий опыт данного разработчика не показал таких феноменальных навыков, но мы все равно не сможем его в этом упрекнуть, если только не приобретем у ISO через национального оператора оригиналы стандартов и не проведем квалифицированную сверку. Конечно, никто этого делать не будет, так же как и подвергать экспертизе текст уже на русском языке. Он попросту до нас не дойдет. МТК 007 и его источники финансирования не нуждаются в оппонентах.

Более того, часть базовых для разработки ГОСТов стандартов ISO уже вышла в новой редакции, а значит, мы получим устаревший подход к технологии в вольном переводе со всеми нужными для данного разработчика изменениями, несмотря на заявленную IDT. Особенно это касается IDT ISO 11484:2019 Steel products – Employer's qualification system for non-destructive testing (NDT) personnel. Это аналог американского ASNT-TC-1A, системы квалификации персонала работодателя, при которой сертифицируется процесс. Работник при переходе на другую работу лишается сертификата. В первую редакцию данного стандарта разработчик внес свои «интересы».

Нужно отметить, что в декабре 2021 г. было разработано СОГЛАШЕНИЕ О СОТРУДНИЧЕСТВЕ МЕЖДУ ISO И МГС, которое так и осталось не подписанным в 2022 г. Условия участия в составе ISO, а также использование стандартов на территории СНГ определяются национальным режимом. Запрета на применение стандартов ISO в качестве базовых в межгосударственной стандартизации на данный этап нет.

Аналогичного документа или хотя бы намерения на продолжение действия ранее принятых договоренностей по применению стандартов системы EN в рамках



МГС на сайте Европейского Союза не наблюдается <https://www.eesc.europa.eu/>.

Что же осталось доступным из международных стандартов для применения в межгосударственном и национальном режиме? Очень показательна картина по данному вопросу в Республике Казахстан, приведенная в табл. 2, подготовленной по запросу МТК 515 «Неразрушающий контроль» государственным уполномоченным органом в области технического регулирования Республики Казахстан.



Как мы можем видеть по использованию старого названия национального органа по стандартизации Республики Казахстан (КАЗИНСТ), договоренности с правообладателями не были обновлены в 2022 г. Общие условия распространения содержат жесткие страновые нормы, которые запрещают: использовать данные стандарты для разработки национальных стандартов или документов национального регулирования; переводить третьими, не сертифицированными правообладателем, лицами на государственный язык; переводить на русский язык. Получается, что мы можем пользоваться данными стандартами в собственных целях (без привязки к государственному регулированию) на языке оригинала или с официальным переводом на казахский язык РГП КАЗСТАНДАРТ.

Применять данные документы в целях межгосударственной стандартизации мы не имеем права.

В целях оценки соответствия все мутно: вроде бы если субъект купил у официального распространителя стандарт и орган по аккредитации купил этот же стандарт, и оценщик, и техэксперт, и потребитель услуг субъекта аккредитации, то можно внести его в область Аккредитации ОПС или ИЛ. Но теперь вопрос: а как быть с реальными экспертами по API, ASME, ASNT и т.д.? Там же не только наличие

Таблица 1. Программа межгосударственной стандартизации 2022 – 2023 гг. (Приложение № 8 к протоколу МГС № 60-2021)

Шифр задания ПМС	Наименование проекта государственного нормативного документа	Вид НД (стандарта)	Сроки (месяц, год)		Национальный орган по стандартизации	Источники финансирования
			Рассылка 1-й редакции проекта НД	Представление окончательной редакции проекта НД		
Шифр задания ПМС	Вид работы	Основание разработки НД (стандарта)	Наименование приоритетных направлений стандартизации	Направление проекта НД в Бюро на принятие	Организация-разработчик	
Код МКС	Государства, заинтересованные в разработке НД	3	3	5	6	7
1 RU.1.083-2021	2 Трубы стальные бесшовные и сварные. Часть 1. Автоматизированный контроль герметичности электромагнитным методом	Стандарт на методы контроля	Стандарт на методы контроля	10.2022	Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии	Другие источники
1.3.357-2.053.21-RU	2 Non-destructive testing of steel tubes – Part 1: Automated electromagnetic testing of seamless and welded (except submerged arc-welded) steel tubes for the verification of hydraulic leaktightness					
1.3.357-2.054.21-RU	2 Разработка ГОСТ взамен ГОСТ Р ИСО 10893-1–2016 Принятие МС в качестве идентичного МГ стандарта – IDT ISO 10893-1:2011 взамен ГОСТ Р ИСО 10893-1–2016				Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии	Другие источники
RU.1.227-2021	2 Трубы стальные бесшовные и сварные. Часть 2. Автоматизированный контроль вихревым методом для обнаружения дефектов	Стандарт на методы контроля	Стандарт на методы контроля	10.2022	Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии	Другие источники
1.3.357-2.054.21-RU	2 Non-destructive testing of steel tubes – Part 2: Automated eddy current testing of seamless and welded (except submerged arc-welded) steel tubes for the detection of imperfections					
1.3.357-2.054.21-RU	2 Разработка ГОСТ на базе ГОСТ Р ИСО 10893-2–2016 Принятие МС в качестве идентичного МГ стандарта – IDT ISO 10893-2:2011			12.2022	Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии	Другие источники
RU.1.084-2021	2 Трубы стальные бесшовные и сварные. Часть 3. Автоматизированный контроль методом рассеяния магнитного потока по всей поверхности труб из ферромагнитной стали для обнаружения продольных и (или) поперечных дефектов	Стандарт на методы контроля	Стандарт на методы контроля	10.2022	Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии	Другие источники
1.3.357-2.055.21-RU	2 Non-destructive testing of steel tubes – Part 3: Automated full peripheral flux leakage testing of seamless and welded (except submerged arc-welded) ferromagnetic steel tubes for the detection of longitudinal and/or transverse imperfections					
1.3.357-2.055.21-RU	2 Пересмотр ГОСТ Р ИСО 10893-3–2016 Принятие МС в качестве идентичного МГ стандарта – IDT ISO 10893-3:2011			12.2022	Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии	Другие источники

RU.1.568-2020	Изделия стальные. Система оценки работадателем квалификации персонала, осуществляющего неразрушающий контроль Steel products – Employer's qualification system for non-destructive testing (NDT) personnel СТ РК ISO 11484:2015	Стандарт на продукцию			Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии	Другие источники
1.3.357-2.044.20-RU	Разработка ГОСТ на базе ГОСТ Р ISO 11484:2014 Принятие МС в качестве идентичного МГ стандарта – IDT ISO 11484:2019		05.2022		НУЦ «Контроль и диагностика»	
RU.1.571-2020	Неразрушающий контроль сварных швов. Уровни приемки для радиографического контроля. Часть 1. Сталь, никель, титан и их сплавы ЭТО СТАНДАРТ ПЕРЕСМОТРЕН ISO 10675-1:2021 Non-destructive testing of welds – Acceptance levels for radiographic testing – Part 1: Steel, nickel, titanium and their alloys СТ РК ISO 10675-1–2018	Основополагающий стандарт			Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии	Другие источники
1.3.357-2.047.20-RU	Разработка ГОСТ Принятие МС в качестве идентичного МГ стандарта – IDT ISO 10675-1:2016		02.2022		НУЦ «Контроль и диагностика»	
RU.1.572-2020	Неразрушающий контроль сварных соединений. Ультразвуковой контроль. Уровни приемки Non-destructive testing of welds – Ultrasonic testing – Acceptance levels СТ РК ISO 11666–2016	Основополагающий стандарт			Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии	Другие источники
1.3.357-2.048.20-RU	Разработка ГОСТ Принятие МС в качестве идентичного МГ стандарта – IDT ISO 11666:2018		02.2022		НУЦ «Контроль и диагностика»	
RU.1.574-2020	Неразрушающий контроль сварных соединений. Контроль методом проникающих жидкостей. Уровни приемки THIS STANDARD WAS LAST REVIEWED AND CONFIRMED IN 2020. THEREFORE THIS VERSION REMAINS CURRENT. Non-destructive testing of welds – Penetrant testing – Acceptance levels	Основополагающий стандарт			Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии	Другие источники
1.3.357-2.050.20-RU	Разработка ГОСТ Принятие МС в качестве идентичного МГ стандарта – IDT ISO 23277:2015		02.2022		НУЦ «Контроль и диагностика»	
RU.1.575-2020	Неразрушающий контроль сварных соединений. Магнитопорошковый контроль. Уровни приемки THIS STANDARD WAS LAST REVIEWED AND CONFIRMED IN 2020. THEREFORE THIS VERSION REMAINS CURRENT. Non-destructive testing of welds — Magnetic particle testing — Acceptance levels СТ РК ISO 23278-2016	Основополагающий стандарт			Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии	Другие источники
1.3.357-2.051.20-RU	Разработка ГОСТ Принятие МС в качестве идентичного МГ стандарта – IDT ISO 23278:2015		02.2022		НУЦ «Контроль и диагностика»	

Таблица 2. Иностранные организации, интересы которых представляет РГП «КАЗСТАНДАРТ» КТРИМ МТИ РК на территории Республики Казахстан\*

№	Полное наименование соглашения и организации контрагента	Дата подписания и срок действия соглашения	Запрет на бесплатную передачу стандартов третьим лицам	Условия национальной адаптации		Условия распространения		Условия перевода	
				Положения по условиям национальной адаптации стандартов	Положения по условиям распространения	Положения по условиям перевода	Положения по условиям перевода		
<b>Региональные организации по стандартизации</b>									
1	Европейский комитет по стандартизации (CEN)	2010 г. Действует до тех пор, пока не будет прекращено одной из сторон	4.1. Защита авторских прав CENELEC Использование авторских прав на публикации является крайне важным для поддержания работоспособности системы CEN/CENELEC. Члены должны удостовериться в том, что каждая публикация содержит надлежащее положение, гарантирующее защиту авторских прав CEN / CENELEC. Члены обязаны принимать все надлежащие меры и действия в рамках государственного законодательства своей страны для предупреждения неправильного использования и нарушения авторских прав CEN/CENELEC на национальной территории	5	6	7	<b>Соглашение предусматривает только принятие стандартов</b>		
1									
2	Европейский электротехнический комитет (CENELEC)	2010 г. Действует до тех пор, пока не будет прекращено одной из сторон					<b>Соглашение предусматривает только принятие стандартов</b>		
3	Соглашение между КАЗИНСТ** и Американским обществом испытателей материалов (ASTM) на многопользовательскую лицензию (дающее право на легальное использование стандартов на последующих или всеми сотрудниками компании и территориальных подразделений) на распространение и перевод стандартов	Подписано в 2019 г. 11. Настоящее соглашение имеет срок действия два года с даты подписания и автоматически продлевается на тех же условиях если оно не будет расторгнуто в соответствии с пунктом 12	2.1. ASTM International предоставляет право КАЗИНСТ принимать, а также с ограниченным разрешением воспроизводить и распространять или переводить и распространять стандарты ASTM, сохраняя авторские права ASTM в качестве национальных стандартов КАЗИНСТ	2.3. КАЗИНСТ переиздает принятые стандарты ASTM без изменений оригинала и согласуется сохранить целостность стандартов ASTM, включая использование официального наименования и логотипа ASTM International. В случае если требуются какие-либо изменения, дополнения или преобразования для принятия КАЗИНСТ определенных стандартов ASTM, изменения, дополнения или преобразования должны быть внесены в список как стандарты ASTM на отдельной обложке или на последней странице	3.4. КАЗИНСТ уполномочена ASTM International распространять отдельные стандарты ASTM для лицензирования одного сайта в Казахстане двумя различными способами: а) печатные копии (изготовленные из авторизованной электронной версии PDF) или б) копии электронной версии в формате PDF, которые позволяют конечному пользователю просматривать и печатать только одну копию, но не использовать в какой-либо сетевой среде или иным образом обмениваться электронными средствами (например, копии электронной почты); в) копии электронной версии в формате PDF вместе с лицензионным соглашением ASTM (приложение А)	3.4. КАЗИНСТ уполномочена ASTM International распространять отдельные стандарты ASTM для лицензирования одного сайта в Казахстане двумя различными способами: а) печатные копии (изготовленные из авторизованной электронной версии PDF) или б) копии электронной версии в формате PDF, которые позволяют конечному пользователю просматривать и печатать только одну копию, но не использовать в какой-либо сетевой среде или иным образом обмениваться электронными средствами (например, копии электронной почты); в) копии электронной версии в формате PDF вместе с лицензионным соглашением ASTM (приложение А)	3.4. КАЗИНСТ уполномочена ASTM International распространять отдельные стандарты ASTM для лицензирования одного сайта в Казахстане двумя различными способами: а) печатные копии (изготовленные из авторизованной электронной версии PDF) или б) копии электронной версии в формате PDF, которые позволяют конечному пользователю просматривать и печатать только одну копию, но не использовать в какой-либо сетевой среде или иным образом обмениваться электронными средствами (например, копии электронной почты); в) копии электронной версии в формате PDF вместе с лицензионным соглашением ASTM (приложение А)	3.4. КАЗИНСТ уполномочена ASTM International распространять отдельные стандарты ASTM для лицензирования одного сайта в Казахстане двумя различными способами: а) печатные копии (изготовленные из авторизованной электронной версии PDF) или б) копии электронной версии в формате PDF, которые позволяют конечному пользователю просматривать и печатать только одну копию, но не использовать в какой-либо сетевой среде или иным образом обмениваться электронными средствами (например, копии электронной почты); в) копии электронной версии в формате PDF вместе с лицензионным соглашением ASTM (приложение А)	

<p><b>ЛИЦЕНЗИОННОЕ СОГЛАШЕНИЕ НА ПЕРЕВОД И РАСПРОСТРАНЕНИЕ МЕЖДУ КАЗИНСИ И АМЕРИКАНСКИМ ИНСТИТУТОМ НЕФТИ API</b></p>	<p><b>Подписано 14.09.2020 г.</b>                  а. Срок действия настоящего соглашения составляет один год, начиная с даты последнего под-писания, «Даты вступления в силу», на странице подписи («Первоначальный срок»). По истечении первоначального одно-летнего срока, указанного в на-стоящем доку-менте, настоя-щее соглашение может быть про-длено на тех же условиях на до-полнительный срок («Срок продле-ния») по пись-менному согла-шению обеих сторон. Однако любая из сторон имеет возмож-ность растор-нуть настоящее соглашение пу-тем заблаговре-менного уведо-мления другой стороны не позднее чем за 30 дней до ис-течения како-го-либо срока</p>	<p>д. Лицензиар заявляет и гарантиру-ет, что он не нарушает и не будет на-рушать никаких федеральных зако-нов или постановлений штата или нормативные акты, включая, помимо прочего, непристойность, непристой-ное поведение, клевету или матери-альные нарушения, нарушающие права на товарные знаки или авто-матические права, включая передачу не-желательной электронной почты не-скольким получателям, повторную от-правку большого количества элек-тронной почты лицу для преследова-ния или угрозы, а также любые по-пытки использовать серверы лицен-зиара в качестве почтового сервера или сервера имен для СПАМ-а. За исключением случаев явно выра-женного письменного согласия API, лицензиар не должен:                  (i) сдавать в аренду, сублицензиро-вать, передавать, раскрывать, ис-пользовать или предоставлять ка-кие-либо права на защищенные дан-ные, делиться ими или предостав-лять доступ к ним в любой форме, собранной, полученной, доступной или созданной в соответствии с на-стоящим соглашением;                  (ii) предоставлять, обрабатывать, пе-редавать или хранить любые защи-щенные данные в необеспеченной форме;                  (iii) раскрывать, продавать или пре-доставлять любые отчеты или дру-гие аналитические материалы, осно-ванные на любых защищенных дан-ных, полученные из них или вклю-чающие их, любым третьим лицам,                  (iv) собирать, хранить, использовать или делиться любой информацией или данными таким образом, чтобы любое физическое лицо было иден-тифицировано;                  (v) собирать, использовать, объеди-нять, агрегировать или смешивать любую информацию или данные, ка-сающиеся любых физических лиц и/или их деятельности или поведе-ния;                  (vi) раскрывать охраняемые сведения другим организациям или лицам лю-бым способом, который легко опре-делить по API методов, технологий, объема или масштаба защиты сбора данных; или</p>	<p><b>Национальная адаптация не предусмотрена</b></p>	<p>б. Настоящим лицензиар предоставляет лицен-зиату <b>неисключительную лицензию и без пра-ва передачи на распространение в виде пол-ного комплекта и по частям или в виде от-дельных документов</b>, Стандартов API и Пере-веденных Стандартов API в бумажном и PDF форматах, включая без ограничений в бумаж-ном и PDF, ограниченных конечными пользо-вателями в Республике Казахстан. В целях яс-ности эта лицензия не включает в себя право создавать производные работы, которые включают в себя содержание Стандартов API или Переведенных Стандартов API в любое программное обеспечение.</p>	<p><b>Все существенные условия сделки между сторонами.</b> Настоящее соглаше-ние является полным и исключитель-ным соглашением между сторонами в отношении перевода, распространения, продажи и / или публикации стандар-тов API лицензиара и переведенных стандартов API на бумажном носителе и EMF. Никакое устное заявление или представление, не содержащееся в нем, не имеют никакой силы и воздей-ствия. Настоящее соглашение прямо заменяет и заменяет собой все преды-дущие соглашения, за исключением случаев, указанных в настоящем доку-менте.                  д. Лицензиар разместит или обеспечит размещение ко всем стандартам API и переведенным стандартам API в любом формате следующее уведомление: «Воспроизведено Казахстанским ин-ститутом стандартизации и сертифика-ции по лицензии Американского инсти-тута нефти. Дальнейшее воспроизведе-ние и распространение через сеть не допускается.» Лицензиар разместит или обеспечит размещение ко всем ко-пиям стандартов API и переведенных стандартов API уведомление о том, что лицензиар является владельцем авто-рских прав на Стандарты API и Пере-веденные Стандарты API и что дальней-шее воспроизведение не допускается</p>
--	---	---	---	--	--

Окончание таблицы

1	2	3	4	5	6	7
5	Лицензионное соглашение на перевод стандартов ASME	Подписано 10 января 2017 г. Срок действия соглашения 4 года со дня подписания	(vii) продавать или иным образом использовать в коммерческих целях, или предоставлять разрешение на продажу или коммерческое использование защищенных данных или обеспечить защиту данных прямо или косвенно любым третьим лицам в коммерческих целях В течение срока действия настоящего соглашения и после его окончания ASME остается единственным и законным обладателем авторских прав на стандарты ASME, указанные в настоящем соглашении	-	ASME разрешает КАЗИНСТ распространять копии предоставленных версий на казахском языке в формате PDF при соблюдении следующих условий: - они могут быть проданы в качестве копий для единичного пользователя, но не в качестве сетевых лицензий; - в целях воспрепятствования несанкционированному распространению применяются некоторые виды защиты или управления цифровыми правами	Лицензиат <b>ограничивается</b> переводом стандартов ASME, которые были заявлены КАЗИНСТ в соответствии с Приложением 1
6	Меморандум о взаимопонимании между КазСтандарт и ASTM International	14.01.2021 г., до расторжения любой из сторон	КазСтандарт обязуется не представлять исключения КазСтандарта каким-либо другим органам или организациям по стандартизации	Любые изменения, требуемые КазСтандартом для принятия на национальном уровне конкретных стандартов ASTM (изменения или дополнения), должны быть перечислены КазСтандартом как исключения для переводов КазСтандарта	Продвигать соответствие международных стандартов ASTM, где это целесообразно, требованиями регулирующих органов Казахстана и включать международные стандарты ASTM посредством ссылки, где это возможно	КазСтандарт должен переводить стандарты ASTM без изменений, а затем принять переводы как национальные стандарты Казахстана на своей территории
7	Лицензионное соглашение об авторском праве и Лицензионное соглашение о передаче от 16.12.2020 г. между ASTM и КазСтандартом	15.04.2021 г., два года действия с последующим автоматическим продлением	КазСтандарт не вправе передавать свои права по настоящему соглашению какой-либо другой стороне. КазСтандарт не может делегировать свои права по настоящему соглашению субподрядчику или любой другой третьей стороне или назна-	Продавать и распространять на территории Казахстана со своего веб-сайта своим клиентам файлы загруженных стандартов или печатные копии загруженных стандартов. Распространение онлайн-продуктов ASTM решено	Переводить стандарты ASTM и распространять такие переводы	Переводить стандарты ASTM и распространять такие переводы
8	Соглашение о переводе ASNT SNT-TC-1A (2020) с Американским общест- вом неразру-	13.12.2021 г. Бессрочное	4.6. КазСтандарт не вправе передавать свои права по настоящему соглашению какой-либо другой стороне. КазСтандарт не может делегировать свои права по настоящему соглашению субподрядчику или любой другой третьей стороне или назна-		ASNT разрешает КазСтандарту распространять и продавать переведенную работу исключительно на территории Республики Казахстан при условии выплаты лицензионных платежей, указанных в пункте 3.2. Работа может распространяться в печатной форме или в формате PDF с управлением цифровыми правами или	1. Переводчик переведет рекомендуемую практику ASNT SNT-TC-1A (2020) с английского на казахский язык и распространит PDF-файл итоговой работы в ASNT. Переведенные стандарты ASNT должны иметь следующее уведомление на английском

<p>шающего конт-роля (ASNT)</p>		<p>чать агента для продвижения, поставки, распространения или продажи Переведенных Стандартов ASNT от имени КазСтандарта без предварительного письменного согласия ASNT</p>		<p>другими механизмами доступа или ограничения использования, указанными ASNT</p>	<p>ском и казахском языках на своей первой странице:                  «Этот переведенный стандарт основан на стандартах, опубликованных Американским обществом неразрушающего контроля (ASNT). Перевод этого материала был подтвержден ASNT. Родительский документ был написан и опубликован на английском языке. Ошибки, пропуски или другие неточности в переводе являются ответственностью Казахстанского института стандартизации и метрологии». Переводчик заявляет и гарантирует, что перевод будет полным, точным и правомерным в соответствии с исходным материалом без каких-либо сокращений или кратких изложений. Переводчик соглашается разрешить ASNT просматривать и утверждать перевод и вносить любые исправления в переведенный документ в соответствии с просьбой ASNT.                  2.2. Переводчик отправит в ASNT PDF-файл окончательной версии каждого перевода.                  2.3. Переведенный документ должен включать уведомление об авторских правах в форме, утвержденной ASNT, и название и логотип ASNT должны отображаться в переведенном документе в той же форме и способом, в которых они отображаются в исходном материале.                  ASNT предоставляет переводчику неисключительную, ограниченную лицензию на включение имени и логотипа ASNT в переведенный документ в такой форме. Любое другое использование переводчиком названия или логотипа ASNT осуществляется с предварительного письменного согласия ASNT.                  2.4. Переводчик может использовать суб-подрядчиков для выполнения услуг, но переводчик (i) несет ответственность за все свои обязательства по настоящему соглашению, независимо от любого суб-подряда услуг и (ii) несет ответственность за действия и бездействие своих суб-подрядчиков в связи с услугами</p>
---------------------------------	--	---	--	---	--

\* Орфография Комитета технического регулирования и метрологии Министерства торговли и интеграции  
 \*\* КАЗИНСТ – название РПП КАЗСТАНДАРТ КТРМ МТИ РК до 2021г.



**СПО ОЮЛ КАЗАХСТАНСКИЙ РЕГИСТР**  
г. Нур-Султан, пр. Б. Момышұлы, 12.

**COOPERATION AGREEMENT BETWEEN ISO AND EASC**

**СОГЛАШЕНИЕ О СОТРУДНИЧЕСТВЕ МЕЖДУ ISO И МГС**

На иск. №027-22, 028-22 от 05.05.2022 года

Комитет технического регулирования и метрологии Министерства торговли и интеграции Республики Казахстан (далее - Комитет), рассмотрев вышеуказанные письма, касательно вопросов предоставления информации об условиях применения, распространения и национальной адаптации стандартов США и Региональной организации по стандартизации CEN/CENELEC, а также разработки стандартов, включенные в национальный план стандартизации на 2022 год, сообщает следующее.

**В части предоставления информации об условиях применения, распространения и национальной адаптации стандартов США и Региональной организации по стандартизации CEN/CENELEC**, направляет таблицу по применению зарубежных стандартов на территории Республики Казахстан по перечисленным в письме организациям США (ASNT, API, ASME, ASTM) и CEN/CENELEC.

Касательно механизма актуализации национальных и межгосударственных документов по стандартизации, в которых указываются ссылки на зарубежные документы по стандартизации, сообщаем, что актуализация действующих стандартов в Республике Казахстан осуществляется путем внесения изменений в стандарты, условия по внесению изменений которых указаны в СТ РК 1.2 «Национальная система стандартизации Республики Казахстан. Порядок разработки документов по стандартизации» и ГОСТ 1.2 «Правила разработки, принятия, обновления и отмены».

**По вопросу разработки стандартов включенные в национальный план стандартизации на 2022 год:**

В соответствии с пунктом 2 статьи 35 главы 8 ЗРК «О стандартизации» от 5 октября 2018 года № 183-VI ЗРК (далее - Закон) «За счет бюджетных средств допускается разработка основополагающих национальных стандартов, национальных и межгосударственных стандартов, включаемых в перечень стандартов в техническом регламентах как взаимосвязанных...».

The parties to this Agreement are:

**The International Organization for Standardization (ISO)**,  
at Chemin de Blandonnet 8, CP 401  
1214 Vernier, Geneva, Switzerland

and

**The Euro-Asian Council for Standardization, Metrology and Certification (EASC) at**  
Melezh str, 3-806, PO box 566, Minsk, 220113,  
Republic of Belarus

Considering ISO/Council Resolution 26/1992 relating to cooperation with regional standards organizations

ISO, represented by its Secretary-General, Mr. Sergio Mujica and EASC, represented by its Chairman, Mr. Arman Abenov, have agreed to the following:

Сторонами настоящего Соглашения являются:

**Международная организация по стандартизации (ISO)**,  
ул. Бландонне 8, оф. 401  
1214 Вернье, Женева, Швейцария

и

**Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации (МГС)**  
Ул. Мележа, 3-806, а/я 566, 220113, г. Минск, Республика Беларусь

Принимая во внимание резолюцию 26/1992 Совета ISO о сотрудничестве с региональными организациями по стандартизации

ISO, в лице своего генерального секретаря г-на Серджио Мухика, и МГС, в лице его председателя г-на Армана Абенова, договорились о нижеследующем:

официально приобретенного стандарта должно учитываться, но и ряд технических требований и по схемам аккредитации, на который национальный орган Республики Казахстан по аккредитации не уполномочен, даже с учетом значков ILAC и IAF. Кто и как вообще мониторит пользовательские соглашения правообладателей? Не знаю. Практики нет публичной.

В 2021 г. в Закон Республики Казахстан была внесена статья о применении международных (иностранных) стандартов, которая дала право применять потребителям данные стандарты без адаптации в качестве межгосударственных и национальных с учетом соблюдения авторских прав разработчика. Собственно говоря, такая практика и ранее работала, но не была зафиксирована законодательно. Применять международные (иностраные) стандарты мы можем как добровольные или параллельно с учетом требований заказчиков. Это дает возможность компаниям, работающим на инвест-проектах с иностранным участием, сертифицировать свою продукцию по ASME или участвовать в процедуре RBI API в качестве непосредственного исполнителя.

Для того чтобы внедрять риск-менеджмент в государственном масштабе, нужно создавать аналог Американского института нефти (API), развивать

систему подготовки кадров соответствующую, а самое главное – переходить от государственного регулирования в форме промышленной безопасности к рыночному регулированию через страхование. Ну и все, встали. Не готовы, будем заимствовать частями. При этом способ заимствования уже годами апробирован – покупаем иностранный стандарт, делаем на его основе стандарт организации, прикладываем прекрасные результаты применения и делаем на этом основании национальный стандарт, типа с нуля. А потом можем его прописать в ТР ЕАЭС, и вот чудо – вам поручат его переконформировать в качестве межгосударственного документа по стандартизации. И никакой мороки с правообладателем, он даже и не узнает. Только вот система техногенной безопасности пострадает по накоплению таким образом заимствованных без системы иностранных стандартов, точнее, технологий и процессов. И своего точно ничего не создадим, а просто разрушим до основания.

[www.kazregister.kz](http://www.kazregister.kz)

<https://t.me/techsoviet>

<https://www.facebook.com/profile.php?id=100001904276526>

НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ И СТАНДАРТЫ

# ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ

## ОТВЕТЫ СПЕЦИАЛИСТОВ НА ВОПРОСЫ ЧИТАТЕЛЕЙ ЖУРНАЛА

Вопрос задает **М.А. МУДРОВ**

(ООО «Технические регламенты и промышленная безопасность», Томск)

*Каким образом с помощью универсального шаблона специалиста НК ТаріRUS может быть определена толщина углового шва, величина катета?*

Отвечает разработчик ТаріRUS д-р техн. наук

**А.Е. ШУБОЧКИН,**

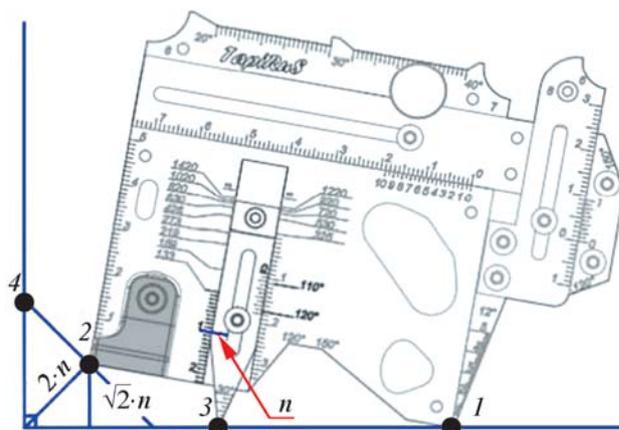
ЗАО «НИИИИ МНПО «Спектр», Москва

Для этих целей предназначена специальная вспомогательная шкала (см. рисунок). Расстояние между делениями этой шкалы менее 1 мм и определяется конструктивом ТаріRUS.

Чтобы вычислить толщину углового шва, необходимо расположить ТаріRUS таким образом, чтобы его основание касалось контролируемого объекта в двух точках (см. рисунок):

- в точке 1, расположенной на основном металле одного из сваренных элементов;
- в точке 2, соответствующей середине углового шва.

Затем необходимо опустить упор до соприкосновения с объектом контроля (точка 3 на рисун-



ке) и считать показание по дополнительной шкале. Полученное значение  $n$  необходимо умножить на 2.

Для определения размера катета точка 2 должна соответствовать границе углового шва на поверхности второго свариваемого элемента (точка 4 на рисунке). Полученное значение  $n$  необходимо умножить на  $\sqrt{2}$  (1,4).

Для удобства позиционирования в случае неравномерности сечения шва целесообразно переставить опоры (на рисунке выделены серым цветом) в паз, расположенный в правой части шаблона. ■



**Спектр**

Издательский дом

Галкин Д. И., Толстых О. А., Перфильев И. В., Шубочкин А. Е.

### ВИЗУАЛЬНЫЙ И ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УНИВЕРСАЛЬНОГО ШАБЛОНА СПЕЦИАЛИСТА НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

ISBN 978-5-4442-0162-6. Формат - 60x88 1/8, 68 страниц, год издания - 2021.

В пособии приводятся основные сведения о технологии визуального и измерительного контроля сварных соединений, рассмотрены основные типы поверхностных дефектов и отклонений формы, возникающие на различных стадиях производства сварных металлоконструкций. Подробно описана последовательность выполнения измерений геометрических параметров с использованием универсального шаблона специалиста неразрушающего контроля.

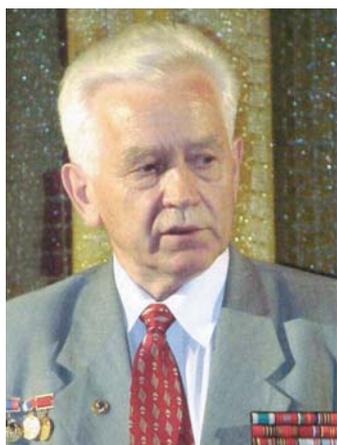


650 руб.

119048, г. Москва, ул. Усачева, д. 35, стр. 1. ООО «Издательский дом «Спектр»  
Телефон отдела реализации: (495) 514-26-34. Дополнительный телефон офиса: (926) 615 17 16.  
E-mail: zakaz@idspektr.ru. Http://www.idspektr.ru

# ЮБИЛЯРЫ НОМЕРА

*От имени Российского общества по неразрушающему контролю и технической диагностике, коллективов ЗАО «НИИ интроскопии МНПО «Спектр», «ИМАШ им. А.А. Благодрава», РГТУ, «ФГУП ВНИИФТРИ», «МГТУ им. Н.Э. Баумана», Научно-производственного центра «ЭХО+», учреждения науки ИКЦ СЭКТ, НТЦ «Эталон», Университета ИТМО, а также коллег и друзей редакция журнала «Территория NDT» сердечно поздравляет юбиляров: Николая Андреевича Махутова, Вячеслава Феоктистовича Безьязычного, Наталью Павловну Муравскую, Михаила Владимировича Григорьева, Евгения Геннадиевича Базулина, Алексея Владимировича Федорова, желает им неразрушаемого здоровья, неиссякаемой энергии, успехов, благополучия, новых творческих и научных достижений!*



## НИКОЛАЮ АНДРЕЕВИЧУ МАХУТОВУ – 85 ЛЕТ!

Выдающемуся ученому России, члену-корреспонденту РАН, лауреату Государственной и правительственных премий, видному общественному деятелю Николаю Андреевичу Махутову исполнилось 85 лет!

Родился Николай Андреевич 29 сентября 1937 г. в селе Брасово Брасовского района Брянской области. В 1943 г. он вместе со своими родными попал в лагерь пленников фашистских захватчиков, освобождение пришло уже в 1944 г.

Окончив школу в 1954 г., Н.А. Махутов поступил в Московский авиационный технологический институт (МАТИ) на авиамеханический факультет и в 1959 г. с отличием окончил институт по специальности «Авиационные двигатели», в том же году поступил на работу в Институт машиноведения (ИМАШ) АН СССР и в аспирантуру МАТИ с базовой кафедрой «Соппротивление материалов». В 1964 г. Н.А. Махутов защитил кандидатскую диссертацию на тему «Соппротивление повторным пластическим деформациям и хрупкому разрушению корпусной стали». С 1964 г. по настоящее время он работает в ИМАШ им. А.А. Благодрава АН СССР, в 1974 г. защитил докторскую диссертацию на тему «Деформационные критерии малоциклового и хрупкого разрушения». С 1978 г. Н.А. Махутов – профессор по специальности «Динамика и прочность машин и конструкций», в 1987 г. избран членом-корреспондентом АН СССР (с 1991 г. – РАН) по специальности «Машиностроение» Отделения механики, машиностроения и процессов управления.

Николай Андреевич Махутов – ведущий специалист в области прочности, ресурса и безопасности машин и конструкций; разработчик закономерностей и критериев механики деформирования и разрушения, нормативно-технических документов по определению характеристик напряженно-деформированных и предельных состояний при штатных и аварийных ситуациях применительно к объектам ядерной энергетики, ракетнокосмической и авиационной техники, нефтехимическим сосудам и трубопроводам, уникальным инженерным сооружениям и объектам техники Севера.

Результаты фундаментальных научных исследований Н.А. Махутова и его школы относятся к проблемам конструкционной прочности, деформационным критериям разрушения, нелинейной механике разрушения, малоциклового и многоциклового усталости, надежности, остаточному ресурсу в условиях штатных, аварийных и катастрофических ситуаций в сложных технических системах, техногенной безопасности. Результаты его исследований применялись при проектировании и конструировании ответственных технических объектов.

Интенсивную научную деятельность Николай Андреевич сочетает с ответственной работой в государственных органах и общественных организациях. Н.А. Махутов – председатель научного совета при Межгосударственном совете по чрезвычайным ситуациям стран СНГ, председатель научного совета Российского общества анализа риска, член Общественного совета при Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору, член Экспертного научно-технического совета МЧС России, председатель Международного союза бывших малолетних узников фашизма, член наблюдательного совета «Российского фонда взаимопонимания и примирения». В качестве члена и председателя государственных комиссий и подкомиссий принимал участие в анализе крупных аварий и катастроф.

С 1992 г. Н.А. Махутов – заместитель председателя, а с 2008 г. – председатель рабочей группы при президенте РАН по анализу риска и проблем безопасности. С 2013 по 2016 гг. – руководитель комиссии по безопасности, взаимодействию с правоохранительными органами, защите прав граждан, член комиссии по экологическим проблемам и охране окружающей среды Общественной палаты города Москвы первого состава.

Работы Н.А. Махутова, а также его коллег и учеников обобщены во многих монографиях, в том числе серии из шести книг «Исследования напряжений и прочности ядерных реакторов», серии из семи книг «Прочность при малоцикловом разрушении», четырехтомной энциклопедии и энциклопедическом словаре «Гражданская защита», кроме того, Николай Андреевич является научным руководителем многотомного издания «Безопасность России».

С 1992 по 2001 гг. Николай Андреевич Махутов являлся одним из организаторов и научных руководителей государственной научно-технической программы «Безопасность населения и народнохозяйственных объектов с учетом риска возникновения природных и техногенных катастроф», научным руководителем Комплексной научно-технической программы «Безопасность Москвы», разработки «Концепции безопасности Москвы».

Под научным руководством Н.А. Махутова подготовлено более 60 кандидатов и докторов наук для научных организаций России, Беларуси, Казахстана, Литвы, Молдовы, Украины.

Н. А. Махутов – член редакционных советов многочисленных российских и зарубежных периодических научно-технических изданий. По результатам работы Н. А. Махутова и сотрудников института издано более 1200 научных публикаций с общим числом цитирования более 8000 и индексом Хирша по всем публикациям на elibrary.ru, равном 38.

Н.А. Махутов – главный редактор научно-технических журналов «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций» и «Заводская лаборатория. Диагностика материалов», член редколлегий журналов «Проблемы машиностроения и автоматизации», «Машиностроение и инженерное образование», «Проблемы анализа риска», «Безопасность труда в промышленности», «Экология и промышленность России» (Россия), ряда международных журналов, член редакционных советов многотомных изданий «Безопасность России», «Исследования напряжений и прочности ядерных реакторов».

За достижения в области обеспечения прочности, ресурса и безопасности критически и стратегически важных объектов член-корреспондент РАН Н.А. Махутов удостоен государственных наград: орденов Дружбы народов (1986 г.) – за реализацию международных программ СЭВ, Октябрьской революции (1989 г.) – за работы по проекту «Энергия-Буря», Дружбы (1999 г.) – за общественную деятельность Международного союза бывших малолетних узников фашизма. Н.А. Махутов – лауреат Премии СМ СССР (1983 г.); Премии Правительства РФ (2001 г.); Государственной премии РФ в области науки и техники (2004 г.); Премии Правительства РФ в области науки и техники (2011 г.).

Колоссальная работоспособность, интеллектуальная сила и оптимизм, органически присущие Н.А. Махутову, позволили ему достичь вершин в науке и технике. Этому помогала и организованность во всех жизненных сферах. Н.А. Махутов является членом клуба любителей бега Московского дома ученых.



## ВЯЧЕСЛАВУ ФЕОКТИСТОВИЧУ БЕЗЪЯЗЫЧНОМУ – 85 ЛЕТ!

3 сентября 2022 г. исполняется 85 лет со дня рождения известного ученого, доктора технических наук, профессора, почетного работника высшего профессионального образования РФ, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР Вячеслава Феоктистовича Безъязычного.

После окончания Краснодарского станкостроительного техникума в 1956 г. и Ростовского-на-Дону института сельскохозяйственного машиностроения в 1961 г. Вячеслав Феоктистович работал ассистентом кафедры «Технология машиностроения» в этом же институте, а с 1963 по 1966 гг. продолжил обучение в аспирантуре по той же кафедре.

С 1966 г. В.Ф. Безъязычный находится на педагогической работе в Рыбинском государственном авиационном техническом университете им. П.А. Соловьева (РГАТУ). В 1967 г. он защитил кандидатскую диссертацию, в 1983 г. – докторскую диссертацию. В 1984 г. В.Ф. Безъязычному присвоено ученое звание профессора. С 1973 г. он – проректор по научной работе, с 1987 по 2005 гг. – ректор РГАТУ, с 1985 г. – заведующий кафедрой «Технология авиа-

ционных двигателей и общего машиностроения», по совместительству зам. генерального директора по научной деятельности ОАО «НПО «Сатурн», с 2010 г. — заведующий кафедрой.

В.Ф. Безъязычным впервые разработаны принципы расчетного определения показателей качества поверхностного слоя деталей и точности при механической обработке с учетом одновременного воздействия на поверхностный слой обрабатываемой детали как тепловых, так и силовых факторов, обусловленных процессом резания. Аналоги данной работы в нашей стране и за рубежом неизвестны. Разработана автоматизированная система расчета технологических условий обработки, обеспечивающих комплекс заданных параметров точности обработки и качества поверхностного слоя детали. В продолжение научной работы В.Ф. Безъязычным предложены методики определения технологических условий механической обработки, обеспечивающих заданные величины предела выносливости, контактной жесткости сопрягаемых поверхностей, интенсивности изнашивания контактирующих поверхностей, полученных механической обработкой. Им подготовлено лично и в соавторстве свыше 30 учебных пособий, в том числе учебник «Основы технологии машиностроения» (М., 2007), второе издание выпущено в 2017 г.

Всего В.Ф. Безъязычным опубликовано более 900 научных работ, в том числе свыше 40 в зарубежных изданиях, и 11 патентов на изобретения и свидетельства об интеллектуальной собственности. Под научным руководством В.Ф. Безъязычного защищено девять диссертаций на соискание ученой степени доктора технических наук и 58 диссертаций — кандидата технических наук. Исследования, выполненные В.Ф. Безъязычным и его учениками, широко используются в практике. Результаты научных работ В.Ф. Безъязычного отмечены тремя серебряными медалями ВДНХ.

В.Ф. Безъязычный является членом экспертного совета ВАК по машиностроению, членом трех диссертационных советов, членом редакционных советов журналов «Сборка в машиностроении, приборостроении», «Полет», председателем редакционного совета журнала «Упрочняющие технологии и покрытия», членом редакционного совета журнала «Справочник. Инженерный журнал».

Научно-педагогическую деятельность В.Ф. Безъязычный успешно совмещает с общественной работой. В настоящее время он является академиком Академии проблем качества РФ и президентом Ярославского регионального отделения Академии проблем качества.

За трудовые успехи и многолетнюю работу по подготовке инженерно-технических кадров, а также научную деятельность В.Ф. Безъязычный награжден нагрудным знаком «Почетный работник высшего профессионального образования РФ» (1997 г.), орденом Почета (2003 г.), медалью «За доблестный труд. В ознаменование 100-летия со дня рождения В.И. Ленина» (1970 г.), медалью К.Д. Ушинского, памятной медалью «300 лет Михаилу Васильевичу Ломоносову», медалью им. К.Э. Циолковского, медалью им. М.В. Келдыша, орденом К.Э. Циолковского, юбилейной медалью Национальной академии наук Беларуси, Международной медалью имени Сократа за личный вклад в развитие современной науки, медалью В.В. Бойцова.

Вячеслав Феоктистович является почетным доктором Донского государственного технического университета, почетным профессором Национальной академии прикладных наук РФ, Брянского государственного технического университета, Рыбинского государственного авиационного технического университета им. П.А. Соловьева.



## НАТАЛЬЕ ПАВЛОВНЕ МУРАВСКОЙ – 75 ЛЕТ!

28 августа 2022 г. Наталье Павловне Муравской исполняется 75 лет. Из 75 лет своей жизни она почти 45 лет отдала служению в области метрологии.

Работу в области неразрушающего контроля (НК) Н.П. Муравская начала в 1992 г., когда возглавила это направление во ВНИИ оптико-физических измерений Госстандарта России, который тогда был назначен головной организацией по стандартизации, метрологии и оценке соответствия в области НК.

За время работы Н.П. Муравской с 1992 по 2022 гг. в области НК произошли следующие важные события:

1. Создан Технический комитет по стандартизации в области НК (ТК 371), и Н.П. Муравская стала его ответственным секретарем. За время работы

- комитета было разработано более 50 национальных стандартов. Под руководством директора ВНИИОФИ В.С. Иванова и ответственного секретаря Н.П. Муравской технический комитет проработал до 2017 г. Примерно в это же время начал работать Межгосударственный комитет по стандартизации в области НК МТК 515, и руководство ТК 371 также активно включилось в эту работу.
2. В 1995 г. была создана Рабочая группа по неразрушающему контролю Научно-технической комиссии по метрологии Межгосударственного совета стран СНГ по стандартизации, метрологии и оценке соответствия, и его руководителем была избрана Н.П. Муравская. За время ее деятельности до 2019 г. было проведено 21 заседание РК. Помимо работ по стандартизации, эта группа большое внимание уделяла вопросам развития метрологического обеспечения НК и созданию документов в области метрологии.
  3. Большой объем работы провела Н.П. Муравская при создании Системы обеспечения качества НК и испытаний, состоящей из: Системы аккредитации лабораторий неразрушающего контроля (САЛНК), утверждена Госстандартом РФ 16.09.1996 г.; Системы сертификации персонала в области неразрушающего контроля (СС ПНК), утверждена Госстандартом РФ 17.06.1997 г.
  4. Популяризация работ в области метрологического обеспечения НК также была организована Н.П. Муравской на высоком уровне. Практически в течение 10 лет проводились научно-технические семинары по метрологическому обеспечению в области НК.

В течение нескольких лет она вела большую работу по подготовке кадров по метрологии, стандартизации и оценке соответствия в области НК, возглавляя кафедру «Неразрушающий контроль» Академии стандартизации, метрологии и сертификации (учебная).

Одновременно с этим Н.П. Муравская осуществляет работу по проведению испытаний средств измерений в области НК, мер и установок в целях утверждения типа. Данная работа позволила многим производителям как российских, так и зарубежных приборов оснастить российский рынок высокоточными средствами измерений с возможностью их обслуживания в стране.

В 2000 г. Н.П. Муравская защитила кандидатскую диссертацию по теме «Создание системы повышения точности и достоверности результатов неразрушающих испытаний и контроля методами стандартизации, метрологии и сертификации», а в 2014 г. — докторскую диссертацию. Она автор более 150 научных работ, одной книги и двух авторских свидетельств.

С 2020 г. по настоящее время Наталья Павловна работает в МГТУ им. Н.Э. Баумана профессором кафедры «Биотехнические системы и технологии» (БМТ-1) и занимается новым направлением — внедрением средств НК для оценки качества биоматериалов для создания имплантатов, в том числе методом аддитивных технологий.

Н.П. Муравская является членом редколлегии журнала «Мир измерений», а также действительным членом (академиком) Российской метрологической академии, почетным метрологом РФ, заслуженным метрологом Евро-Азиатского сотрудничества государственных метрологических институтов (КООМЕТ), почетным членом правления РОНКТД.

Н.П. Муравская награждена нагрудным знаком Министерства промышленности и торговли РФ «За заслуги в области стандартизации и качества» им. В.В. Бойцова, а также почетным знаком МГС «За заслуги» за личный вклад в развитие межгосударственной стандартизации, метрологии, оценки (подтверждения) соответствия и управления качеством.



## МИХАИЛУ ВЛАДИМИРОВИЧУ ГРИГОРЬЕВУ – 75 ЛЕТ!

16 июля 2022 г. исполнилось 75 лет со дня рождения известного в стране и за рубежом специалиста в области диагностики и информационных технологий мониторинга технического состояния и прогнозирования ресурса потенциально опасных производственных объектов, заместителя директора Инжинирингового центра «Автоматика и робототехника» МГТУ им. Н.Э. Баумана, кандидата технических наук, члена-корреспондента Российской инженерной академии, лауреата Премии Правительства РФ в области науки и техники, лауреата Премии ПАО «Газпром» в области науки и техники, участника ликвидации аварии на Чернобыльской АЭС в 1986 г. Михаила Владимировича Григорьева.

Михаил Владимирович родился 16 июля 1947 г. в деревне Тресковицы Ленинградской области, в 1971 г. окончил электрофизический факультет Ленинградского электротехнического института им. В.И. Ульянова (Ленина). После окончания института 34 года он проработал в атомной промышленности, пройдя путь от инженера до директора одного из ведущих в отрасли НИИ – ФГУП «Научно-исследовательский и конструкторский институт монтажной технологии» (НИКИМТ).

Научная деятельность М.В. Григорьева связана с разработкой диагностических информационно-измерительных комплексов, технологий и оборудования для оценки технического состояния потенциально опасных производственных объектов и направлена на автоматизацию применяемых при этом процессов, повышение их информативности и надежности. При его непосредственном участии создана широкая номенклатура систем диагностики состояния металла трубопроводов и оборудования реакторных установок типа ВВЭР и РБМК.

С 2008 по 2019 г. Михаил Владимирович, являясь заместителем директора по научной работе в ФГАУ «Научно-учебный центр «Сварка и контроль» при МГТУ им. Н.Э. Баумана, занимается созданием и внедрением средств технической диагностики для капитального ремонта газопроводов.

Сегодня свою научно-производственную деятельность М.В. Григорьев продолжает в МГТУ им. Н.Э. Баумана, в Инжиниринговом центре «Автоматика и робототехника» в качестве заместителя директора, где большое внимание уделяет решению фундаментальных проблем в области теории дифракционных методов ультразвукового неразрушающего контроля различных конструкционных материалов. Кроме того, он преподает в МГТУ им. Н.Э. Баумана на кафедре «Технологии сварки и диагностики». М.В. Григорьев автор более 120 изобретений и научных трудов, член редакционной коллегии журнала «Сварка и диагностика», научный консультант журнала «Наука и техника в газовой промышленности».

Трудовая деятельность Михаила Владимировича Григорьева получила высокую оценку государства. Он награжден медалью ордена «За заслуги перед отечеством» 2-й степени, медалью «850-летие Москвы» и др.



## ЕВГЕНИЮ ГЕННАДИЕВИЧУ БАЗУЛИНУ – 65 ЛЕТ!

23 августа 2022 г. исполняется 65 лет Евгению Геннадиевичу Базулину, доктору технических наук, заместителю генерального директора по научным вопросам Научно-производственного центра неразрушающего контроля «ЭХО+» (НПЦ «ЭХО+»).

Е.Г. Базулин родился в 1957 г. в Москве, в роддоме Грауэрмана. В 1980 г. Е.Г. Базулин окончил МИРЭА и после 10 лет работы в Акустическом институте им. акад. Н.Н. Андреева перешел во вновь образованную компанию ООО НПЦ «ЭХО+», где и продолжает трудиться по настоящее время, за исключением трехлетнего перерыва.

За годы работы в НПЦ «ЭХО+» Евгений Геннадиевич Базулин прошел путь от научного сотрудника до заместителя генерального директора по научным вопросам.

Е.Г. Базулин внес значительный вклад в создание отечественных приборов ультразвукового контроля, основанного на принципах когерентной обработки эхосигналов. При его непосредственном участии создавались различные поколения систем серии «Авгур», применение которых на таких объектах, как АЭС, повысило безопасность их эксплуатации. В 2014 г. Евгений Геннадиевич защитил диссертацию на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.02.11 – Методы контроля и диагностики в машиностроении.

Круг научных интересов Е.Г. Базулина включает в себя решение обратной задачи рассеивания в приложении к ультразвуковому неразрушающему контролю таких опасных промышленных объектов, как атомные электростанции, объекты газового и нефтяного хозяйства РФ. Евгением Геннадиевичем разработаны алгоритмы восстановления изображения отражателей как в спектральном пространстве, отличающиеся высоким быстродействием, так и во временной области. Алгоритмы во временной области обладают меньшим быстродействием, но высоким потенциалом, позволяющим восстанавливать изображения несплош-

ностей с использованием ультразвуковых импульсов, отраженных от границ объекта контроля с учетом эффекта трансформации типа волны. Целый класс алгоритмов, предложенных Е.Г. Базулиным, позволяет получать изображения отражателей со сверхразрешением, что повышает достоверность ультразвукового неразрушающего контроля.

За время своей научной деятельности Евгением Геннадиевичем опубликовано около 180 печатных трудов, в том числе одна монография и 11 патентов. Он награжден корпорацией РОСАТОМ медалью и почетной грамотой.

Евгений Геннадиевич Базулин ведет большую воспитательно-преподавательскую деятельность. С 2015 г. он читает лекции в Московском энергетическом институте (МЭИ) в должности профессора. За это время Евгений Геннадиевич был руководителем двух бакалаврских и восьми магистерских дипломов студентов МЭИ. Его студенты принимали участие во многих конференциях, в том числе и международных.



## АЛЕКСЕЮ ВЛАДИМИРОВИЧУ ФЕДОРОВУ – 60 ЛЕТ!

20 сентября 2022 г. исполняется 60 лет Алексею Владимировичу Федорову, доктору технических наук, доценту факультета систем управления и робототехники Университета ИТМО, председателю диссертационного совета, руководителю образовательных программ в области неразрушающего контроля и технической диагностики, идейному вдохновителю и ученому-практику.

Алексей Владимирович родился в городе Горький. Окончил школу в 1979 г. с золотой медалью. В 1984 г. с отличием окончил ВКА им. А.Ф. Можайского по специальности «Летательные аппараты».

Более четверти века своей жизни Алексей Владимирович посвятил службе в Космических войсках, пройдя путь от курсанта до полковника, офицера-испытателя космической техники на космодроме Байконур.

При непосредственном и ключевом участии А.В. Федорова был проведен ряд критически важных работ по мониторингу технического состояния оборудования стартовых комплексов ракет-носителей «Протон», «Союз», «Рокот», «Космос» с дальнейшим авторским и техническим надзором.

Область научных интересов Алексея Владимировича – неразрушающий контроль, диагностика, продление ресурса и оценка надежности сложных технических изделий и систем. Им опубликовано более 80 печатных работ, среди которых несколько учебных пособий и монография «Актуальные проблемы неразрушающего контроля качества космической техники».

Другая важная область деятельности А.В. Федорова – подготовка инженерных и научных кадров высшей квалификации. Алексей Владимирович умеет просто и доходчиво объяснять сложные явления, стремится донести знания до каждого, считает своим долгом не только давать студентам образование, но и воспитывать в них ответственность, чувство долга и коллективность. За 38 лет педагогического стажа под руководством А.В. Федорова более 10 молодых ученых защитили кандидатские диссертации. Многие из его учеников стали успешными инженерами, конструкторами, а также руководителями научных и инженерных коллективов, работающих в области новейших технологий неразрушающего контроля и технической диагностики. С 2008 г. А.В. Федоров ведет (и является автором) две новые образовательные программы в Университете ИТМО по космическому направлению. В 2021 г. силами Алексея Владимировича и под его руководством организован диссертационный совет Университета ИТМО по специальности «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий».

Алексея Владимировича характеризуют такие качества, как исключительный ум, нестандартное мышление, творческий и ответственный подход к выполнению любых задач, трудолюбие, а также скромность и прекрасное чувство юмора, благодаря чему он заслужил безусловный авторитет и преданность студентов и коллег.

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФОРМЫ ОТРАЖАТЕЛЯ МЕТОДОМ TFM



ПЕПЕЛЯЕВ Андрей Валентинович  
ООО «ТЕХКОН», Москва

Продолжаем цикл статей по применению метода TFM, начатый в предыдущих номерах журнала [1–3]. На этот раз оценим возможности этого и некоторых других методов и способов по определению формы дефекта.

Форма и связанный с ней тип дефекта – это один из важных параметров дефекта, который можно (и нужно) использовать для оценки его допустимости. Чаще всего дефект по этому признаку классифицируют на объемный и плоскостной. Тема с определением формы дефекта существует давно – как попытка оценивать его не только по амплитуде эхосигнала и условным размерам. Эти параметры довольно просты в определении, но бывают недостаточно информативны при оценке влияния дефекта на прочность и другие эксплуатационные характеристики объекта контроля (ОК). Например, в ГОСТ 14782–86 [4] уже были описаны способы оценки конфигурации дефектов. Обзор методов по определению формы дефектов есть, например, в справочнике [5].

В общем случае для определения формы дефекта необходимо его озвучивание с разных направлений, под различными углами, возможно, ультразвуковыми волнами разных типов. Для ручного контроля одноканальным дефектоскопом эти методы достаточно сложны, поскольку требуют дополнительных схем контроля, перемещений преобразователя относительно дефекта по заданной траектории, одновременного применения нескольких преобразователей, в том числе и с различными характеристиками. При этом необходимы регистрация и анализ сигналов, отразившихся от дефекта

*На простых примерах показано, как с помощью различных технологий ультразвукового контроля, включая метод общей фокусировки TFM, можно классифицировать отражатель на объемный или плоскостной. Некоторые способы, характерные для метода TFM, можно использовать, даже если в дефектоскопе с фазированными решетками нет такой функции.*

в разных направлениях, а также сигналов, возникших в результате дифракции волн на дефекте.

К этой группе методов можно отнести метод TOFD, который используют достаточно широко, о чем говорит в том числе и введение в действие стандарта ГОСТ ISO 10863–2022 [6].

Для определения формы дефектов можно эффективно применять многоканальные дефектоскопы и преобразователи-фазированные решетки (ПФР) с электронным сканированием зоны дефекта, в том числе с переменным углом ввода, и наглядным представлением полученных данных в виде различных сканов – сечений ОК. При этом отдельный интерес вызывают расчетные методы, повышающие чувствительность и разрешение контроля, такие как TFM.

Интересно, что повысить разрешение при контроле можно разными и в чем-то прямо противоположными средствами. Если мы применяем одноэлементный преобразователь без дополнительной обработки эхосигналов, то для роста фронтального разрешения в дальней зоне нужно уменьшить ширину основного лепестка его диаграммы направленности. Один из способов добиться этого – увеличить (в известных пределах) размер излучателя-приемника. В идеале полезный сигнал лучше было бы получать только одним центральным лучом, а боковые лучи вообще исключить как источник помех.

Наоборот, в методе TFM для сбора исходных данных (элементарных А-сканов) используют излучение и прием сигналов отдельными элементами ПФР. Поскольку шаг ПФР обычно не превышает

1 мм, можно приблизительно считать эту величину размером излучателя-приемника для одного элемента. То есть в данном случае используют излучатель-приемник небольшого размера с очень широкой диаграммой направленности (в основной плоскости или в плоскости активной апертуры ПФР).

При этом активно применяют и боковые лучи основного лепестка с большими углами раскрытия. Именно боковые лучи широкой диаграммы направленности каждого отдельного элемента ПФР позволяют озвучивать отражатель в большом диапазоне углов, с различных направлений, причем делать это без перемещений ПФР (рис. 1). Высокое разрешение достигается специальными алгоритмами совместной обработки элементарных А-сканов, которые создают эффект контроля узким пучком лучей. При этом относительно низкую амплитуду эхосигналов, полученных боковыми лучами, можно компенсировать синхронизацией по времени распространения и суммированием большого количества элементарных А-сканов в точках реконструкции изображения отражателей. Подобные методы эффективны в ближней зоне акустического поля излучения-приема, которая определяется с учетом всей активной апертуры ПФР.

Для наглядности на рис. 1 показано только восемь элементов ПФР. В некоторых моделях дефектоскопов, например OmniScan X3, для метода TFM можно использовать до 128 элементов (удвоенное количество независимых каналов излучения-приема дефектоскопа). Большое число задействованных элементов ПФР позволяет повысить чувствительность, разрешение, улучшить соотношение полезный сигнал/шум, а также увеличить зону контроля, в которой достигаются все эти эффекты.

Подробнее об основах метода TFM и сбора исходных данных по технологии полноматричного захвата FMC можно прочитать, например, в работе [7].

Теперь переходим к описанию экспериментальной части. Для определения формы отражателя методом TFM применяли два искусственных отражателя (ИО) – боковое цилиндрическое отверстие (БЦО) и плоскодонное отверстие (ПДО), которые являются соответственно объемным ненаправленным и плоскостным направленным отражателем (рис. 2). Использование ИО предусмотрено в некоторых методах определения формы дефекта – для получения опорных сигналов [5]. Аналогично полученные индикации БЦО и ПДО можно применять для сравнения и классификации дефектов на объемные и плоскостные.

Оба ИО выполнены в образце из углеродистой стали на одинаковой глубине 7 мм от поверхности

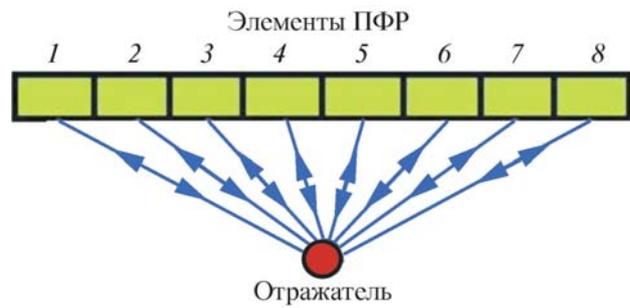


Рис. 1. Схема сбора элементарных А-сканов методом TFM

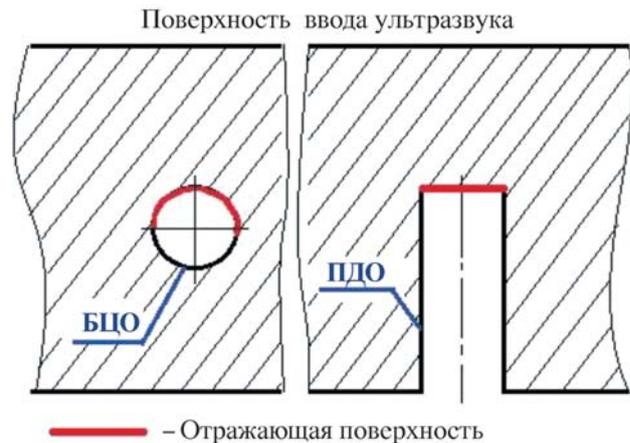


Рис. 2. Применяемые отражатели БЦО и ПДО

ввода ультразвука. Обычно чем больше размеры отражателя, тем проще оценить его форму. Здесь для усложнения задачи были использованы ИО малых размеров, сравнимых с длиной продольной волны в стали, а именно БЦО и ПДО диаметром 2 мм (при длине волны 1,2 мм для частоты ультразвуковых колебаний 5 МГц).

Применяли дефектоскоп OmniScan X3 с числом каналов 16:64 (32 канала для метода TFM), ПФР с апертурой 64 элемента, 38,4×10,0 мм (32 элемента, 19,2×10,0 мм для метода TFM), шаг элементов 0,6 мм, рабочая частота 5 МГц, без акустической задержки (призмы).

Результаты приведены в виде End-сканов (сечений ОК в плоскости активной апертуры ПФР, перпендикулярной поверхности ввода ультразвука – аналогично показанному на рис. 2), с одинаковым масштабом по горизонтали (ось индекса) и по вертикали (ось глубины). Цвет индикаций соответствует амплитуде эхосигналов по заданной шкале цветокодировки. Значения амплитуды эхосигналов указаны в процентах (%) от полной высоты А-скана.

End-сканы ИО, полученные методом TFM, приведены в табл. 1. Использовался режим LL – расчетная схема с распространением продольных

волн, без их трансформации и отражения от поверхностей ОК (см. рис. 1), с включенными функциями FMC и построения огибающей.

При установке ПФР над центром ИО ( $\Delta l = 0$  мм) существенное отличие индикаций состоит только в том, что ширина индикации БЦО примерно в 2 раза меньше, чем ПДО (0,8 и 1,7 мм соответственно по уровню  $-6$  дБ от максимальной амплитуды эхосигнала от отражателя  $A_{\max}$ , равной 80 %).

В данном случае активная апертура 19,2 мм оказалась недостаточной для надежного определения формы ИО. Решить проблему можно путем смещения ПФР от центрального положения на 10 мм вправо и влево по оси индекса – чтобы лучше озвучить отражатели в боковой проекции. В этом случае  $A_{\max}$  от БЦО уменьшилась примерно до 60% ( $-2,5$  дБ по сравнению с центральным положением ПФР),  $A_{\max}$  от ПДО уменьшилась примерно до 20% ( $-12$  дБ по сравнению с центральным положением ПФР).

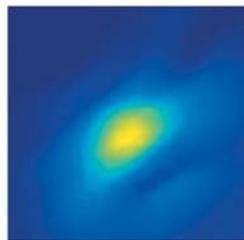
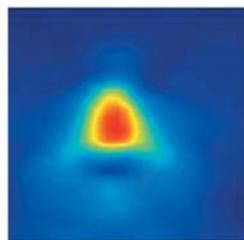
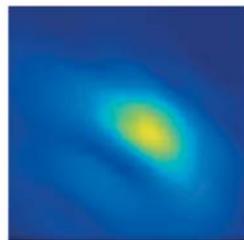
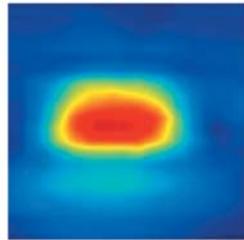
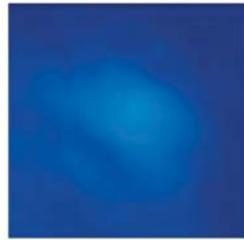
Как видим, амплитуда эхосигналов от БЦО при боковых отражениях намного выше, чем для подобных сигналов от ПДО. Этот признак уже позволяет классифицировать отражатели соответственно на объемный и плоскостной.

В некоторых случаях определить форму отражателей можно более простыми способами. В табл. 2 приведены индикации указанных выше ИО, полученные эхоимпульсным методом, без дополнительной обработки эхосигналов, при линейном сканировании продольными волнами с апертурой ПФР 8 элементов (4,8 мм), шагом 1 элемент (0,6 мм) и углом ввода  $0^\circ$ . Для «бокового обзора» отражателей добавлены две схемы секторного сканирования с двух противоположных сторон продольными волнами, с апертурой 16 элементов (9,6 мм), шагом  $1^\circ$ , диапазоном углов ввода от  $40$  до  $70^\circ$  и от  $-40$  до  $-70^\circ$ .

Как видим по результатам, полученным с углом ввода  $0^\circ$ , ширина индикации БЦО несколько меньше, чем ПДО, в остальном эти индикации практически одинаковы. Увеличение апертуры, смещение ПФР относительно ИО, применение фокусировки на глубину залегания отражателей результат для этой схемы сканирования принципиально не меняют.

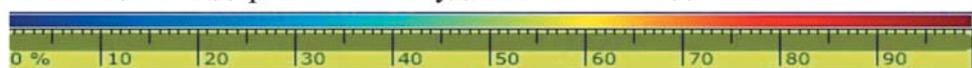
Как и в предыдущем примере, решение по форме отражателей позволяют принять результаты их бокового озвучивания, которое на этот раз выполнено секторным сканированием. Для такого объ-

Таблица 1. End-сканы ИО, полученные методом TFM

Тип ИО	Смещение $\Delta l$ , мм		
	-10	0	10
БЦО $\varnothing$ 2 мм, End-сканы			
ПДО $\varnothing$ 2 мм, End-сканы			

*Примечания*

1. Смещение  $\Delta l$  определяется по горизонтальной оси индекса между центральными осями ИО и апертуры ПФР.
2. Исходный размер приведенных в таблице End-сканов  $3 \times 3$  мм.
3. Шкала цветокодировки амплитуды эхосигналов для End-сканов:



емного отражателя, как БЦО,  $A_{\max}$  боковых эхосигналов при соответствующей настройке чувствительности выводится на уровень 80 %. Для ПДО как плоскостного отражателя при том же уровне чувствительности  $A_{\max}$  боковых эхосигналов не превышает 20 %.

Сканирование прямым и наклонным лучом можно применять одновременно, если в дефектоскопе есть функция «Мультигруппа». Такие комбинированные схемы используют иногда при коррозионном мониторинге, как это показано на рис. 3 [8].

В некоторых случаях это позволяет лучше выявлять дефекты неравномерной коррозии (могут быть дефектами объемного типа), а также отличать их от расслоений (строго плоскостных дефектов), характерных для металлопроката. При контроле только прямым лучом сделать это бывает проблематично.

Теперь вернемся к методу TFM – применим характерный для него способ сбора исходных данных отдельными элементами ПФР, но не будем применять обработку полученных А-сканов по алгоритмам реконструкции изображений. Это можно сделать, даже если в дефектоскопе нет функции TFM. А именно, используем линейное сканирование с минимальной апертурой 1 элемент (0,6 мм) и шагом тоже 1 элемент ПФР.

Сканирование с апертурой в 1 элемент редко используют при контроле, обычно его применяют для проверки исправности или калибровки чув-



Рис. 3. Коррозионный мониторинг прямым и наклонным лучом

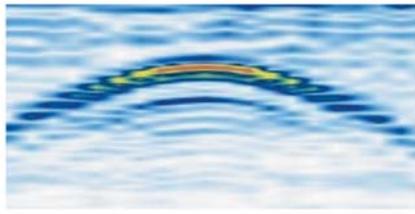
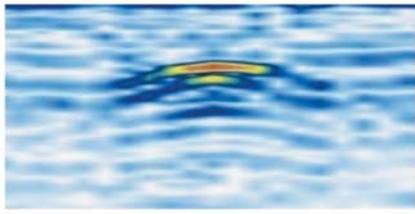
ствительности отдельных каналов излучения-приема. Но, по сути, это самый простой режим TFM, а именно режим LL, реализованный по совмещенной схеме, когда отдельные элементы ПФР последовательно излучают и принимают только свой сигнал (а не используются все возможные сочетания пар излучателей и приемников, как для метода TFM/FMC). Полученные результаты приведены в табл. 3.

Можно сказать, что End-сканы в табл. 3 отображают элементарные А-сканы метода TFM, только их визуализация выполнена по лучам, ориентированным нормально к поверхности

Таблица 2. End-сканы ИО, полученные эхоимпульсным методом без дополнительной обработки сигнала

Тип ИО	Схема сканирования		
	ПФР Секторное 40...70°	ПФР Линейное 0°	ПФР Секторное -40...-70°
БЦО Ø 2 мм, End-сканы			
ПДО Ø 2 мм, End-сканы			
<p><b>Примечания</b></p> <p>1. Исходный размер приведенных в таблице End-сканов 6×3 мм.</p> <p>2. Шкала цветокодировки амплитуды эхосигналов для End-сканов:</p>			

**Таблица 3. End-сканы ИО, полученные эхоимпульсным методом с апертурой 1 элемент ПФР**

Тип ИО	БЦО Ø 2 мм	ПДО Ø 2 мм
End-сканы		
<p><i>Примечания</i></p> <p>1. Исходный размер приведенных в таблице End-сканов 12×6 мм.</p> <p>2. Шкала цветокодировки амплитуды эхосигналов для End-сканов:</p> 		

ввода ультразвука. Иначе говоря, на этих End-сканах все боковые лучи отдельных элементов ПФР, такие как показаны на рис. 1, развернуты вертикально.

Кстати, во многих случаях применения метода TFM нет возможности просмотра элементарных А-сканов, а после применения алгоритмов реконструкции изображений они не сохраняются.

Но в данном случае элементарные А-сканы позволяют лучше определить форму отражателей. БЦО как объемный отражатель имеет характерную индикацию в виде дуги. Ее формируют не менее 19 элементов ПФР, при этом для крайних элементов амплитуда эхосигнала примерно равна 40% (–6 дБ от  $A_{\max}$ , равной 80% для центральных элементов). ПДО как плоскостной отражатель также имеет свою характерную индикацию. Она лежит в основном в горизонтальной плоскости, ее формируют только 10 элементов ПФР, и это при том же соотношении амплитуд 40 и 80% для крайних и центральных элементов, как и в случае с БЦО. Далее индикация резко обрывается, амплитуда эхосигналов падает до уровня шумов.

Приведенный пример показал, что контроль с апертурой в 1 элемент иногда может работать как «акустическая лупа» — он позволяет довольно четко разделить для анализа эхосигналы от небольших участков отражающей поверхности, причем сделать это без применения дополнительных схем контроля и перемещений ПФР.

**Библиографический список**

1. Пепеляев А.В. Преимущества нового дефектоскопа с фазированными решетками OmniScan X3 и метода общей фокусировки TFM при ультразвуковом контроле сварных швов // Территория NDT. 2021. № 4. С. 47–49.
2. Пепеляев А.В. Настройка дефектоскопа OmniScan X3 для метода TFM. Скорость ультразвуковых волн и толщина объекта контроля // Территория NDT. 2022. № 1. С. 34–38.
3. Пепеляев А.В. Влияние температуры на результаты ультразвукового контроля методом TFM // Территория NDT. 2022. № 2. С. 38–42.
4. ГОСТ 14782–86. Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые. М.: Изд-во стандартов, 1986.
5. Ермолов И.Н., Вопилкин А.Х., Бадалян В.Г. Расчеты в ультразвуковой дефектоскопии: Краткий справочник. М.: НПЦ «ЭХО+», 2004.
6. ГОСТ ISO 10863–2022. Неразрушающий контроль сварных соединений. Ультразвуковой контроль. Применение дифракционно-временного метода (TOFD). М.: ФГБУ «РСТ», 2022.
7. Чи-Ханг Кван. Оптимизация выбора преобразователя для контроля методом TFM/FMC // Территория NDT. 2019. № 4. С. 36–43.
8. Решения для коррозионного мониторинга. Технология фазированных решеток. Olympus, 2015.

**Ответы на кроссворд**

**По горизонтали:** 1. Радиоимпульс. 7. Отбел. 8. Намагниченность. 14. Стереорадиография. 15. Стереорадио-скопия. 17/ Флокен. 18. Смещение. 19. Сила. 20. Пенетрант. 22. Утечка. 23. Апертура. 24. Карта.

**По вертикали:** 2. Поверка. 3. Кинорадиография. 4. Демодуляция. 5. Импульс. 6. Виброметрия. 9. Накладка. 10. Дефектометрия. 11. Период. 12. Диагностика. 13. Напряженность. 16. Форма. 19. Стрела. 21. Фаза.

*Более 15 лет  
предлагаем решения  
для самых сложных  
проблем НК*

**ТЕХЖОН**  
ТЕХНИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ



# OmniScan X3

**ФЛАГМАН** ультразвуковых  
**ДЕФЕКТОСКОПОВ**  
с фазированными решетками



[www.techkontrol.ru](http://www.techkontrol.ru)  
+7 (495)133-58-62

# НАНОИЗМЕРЕНИЯ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ



**МАТВЕЕВ Владимир Иванович**

Канд. техн. наук, ЗАО НИИ Интроскопии МНПО «Спектр», Москва

Наноизмерения стали обычными процедурами в современных технологических операциях, особенно в электронике, материаловедении и биологических исследованиях. Этой теме посвящено множество работ, в частности [1–5].

Вещество в коллоидном состоянии диспергировано до очень малых частиц или пронизано мельчайшими порами порядка 1,0–100 нм, не видимыми в оптический микроскоп, но превышающими по размерам отдельные молекулы. Это и послужило в свое время основанием введения терминов «ультрадисперсность» и «микрорегетерогенность» для характеристики малости размеров дисперсной фазы коллоидных систем.

Конкретный термин «нано» появился позже, в конце второй половины 20 в., в связи с развитием, прежде всего, микроэлектроники. И дело не в том, кто первым ввел термин в обиход, а в том, кто в числе первых использовал реально новые свойства наночастиц и нанотехнологий на практике.

Так, концерн «Наноиндустрия» (Москва), созданный в 2001 г., стал лидером в разработке и производстве нанопродукции в целях развития бизнеса на основе коммерциализации прикладных нанотехнологий и организации на их базе производств. Например, разработан и производится нанодисперсный состав «Стрибойл», который эффективно применяется в узлах трения различных видов оборудования. Это автомобили, тепловозные двигатели, дизели кораблей, станки, энергетические установки и т.д. При добавлении состава в моторное масло автомобиля последний через 50–100 км начинает жить по-новому: увеличивается компрессия

двигателя, снижаются вибрация и шум, выравнивается работа цилиндров, экономия топлива достигает иногда 20%. До 50% снижаются выбросы вредных газов. Это конкретная экономика, уменьшение нагрузки на экологию, особенно в мегаполисах.

Другим направлением работ является производство наночастиц металлов, в частности серебра, которые обладают очень высокими антибактериальными свойствами. Так, существенный биоцидный эффект при низкой токсичности для окружающей среды и человека демонстрирует дезсредство нового поколения – коллоидное наносеребро AgБион-2. Его использование при уборке помещений Международного центра торговли в Москве в течение 1,5 лет позволило снизить заболеваемость ОРВИ среди сотрудников в 2–3 раза.

Разработана технология получения наноразмерных структур полититаната калия, спектр применения которых охватывает получение высокопрочной керамики, огнестойких строительных материалов, упрочненных алюминиевых и титановых сплавов, ультратонких фильтров для очистки воды и другой продукции [6]. В настоящее время нанотехнологии и наноматериалы используются в машиностроении, медицине, сельском хозяйстве, строительных материалах и конструкциях, а также в проектах ресурсосбережения и создания альтернативных источников энергии. Концерн «Наноиндустрия» с 2004 г. проводит ежегодные научно-практические конференции «Нанотехнологии – производству» в наукограде Фрязино, где обсуждаются конкретные практические результаты в направлении развития нанотехнологий. Кстати, на одном из заседаний участники конференции поздравили директора ИРЭ РАН (Москва, Фрязино) академика РАН Ю.В. Гуляева с награждением медалью ЮНЕСКО за развитие электроники, наноауки и нанотехнологий.

В концерне «Наноиндустрия» разработан и производится современный нанотехнологический комплекс «Умка» – прекрасный инструмент для проведения исследований и обучения современным методам работы на наноразмерном уровне. Сканирующий туннельный микроскоп (СТМ) «Умка» (рис. 1) предназначен для проведения исследований поверхностей в области физики, химии, биологии, медицины, материаловедения и других фундаментальных и прикладных наук. СТМ позволяет осуществлять исследование электропроводящих и полупроводниковых поверхностей материалов на

атомно-молекулярном уровне в атмосферных условиях. Результаты исследований получаются в виде четких 2D- и 3D-изображений. Прибор компактен, виброустойчив, отличается удобством и надежностью работы. Его можно использовать в условиях, обычных для электронных приборов.

Функциональные возможности СТМ «Умка»: определение топологии поверхности образцов с атомарным разрешением и получение ее четких 2D- и 3D-изображений; определение работы выхода и импеданса с определением примесей в исследуемом материале; определение вольт-амперных, вольт-высотных и дифференциальных характеристик материала с определением типа проводимости материала, анализом структур проводящих и магнитных образцов на атомно-молекулярном уровне; измерение параметров профиля (шероховатость, размер включений и наночастиц); оценка длительного внешнего воздействия на образцы в режиме реального времени (*in situ*) (определение коррозионной устойчивости, радиационного воздействия и т.д.).

Другая всемирно известная компания «НТ-МДТ» (Москва, Зеленоград) является разработчиком и производителем скани-

рующих зондовых микроскопов и оборудования на их основе. Специалисты компании первыми в мире разработали серийный прибор, совмещающий атомно-силовую микроскопию и спектроскопию комбинационного рассеяния света. В настоящее время разработки НТ-МДТ используются практически во всех областях научных исследований и технологий, позволяя проводить исследования широкого круга материалов с нанометровым пространственным разрешением. Данное оборудование успешно используется в России, странах СНГ и Евросоюза, а также США, Китае, Японии и Австралии. Сегодня НТ-МДТ успешно конкурирует с такими всемирно известными компаниями, как Veeco (США) и Seiko (Япония). Сканирующая зондовая лаборатория Ntegra в 2004 г. была признана лучшей разработкой в мировом конкурсе зондовой микроскопии, прошедшем в университете графства Сюррей – центре нанотехнологий Великобритании.

Модульная структура сканирующей зондовой лаборатории Ntegra Aura (рис. 2) позволяет проводить исследования образцов в контактном, прерывисто-контактном и бесконтактном вариантах. Возможна работа в двух

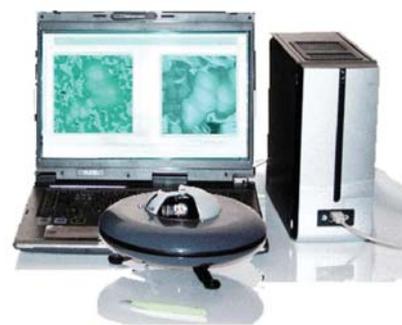


Рис. 1. СТМ «Умка» (концерн «Наноиндустрия»)

режимах: атомно-силовой микроскопии (АСМ) и сканирующей туннельной микроскопии (СТМ). Наличие вакуумной системы (давление до  $10^{-2}$  торр) позволяет проводить более аккуратный анализ сил взаимодействия между зондом и образцом. Аппаратура в целом позволяет выполнять любые исследования физико-химических свойств поверхностей нанобъектов и наноструктур с помощью современных методов зондовой микроскопии, а также реализовывать собственные алгоритмы обработки данных. Точность измерения перемещения системы сканирования по вертикали составляет 0,1 нм, а в латеральном направлении 1 нм.

Основной частью атомно-силового микроскопа является

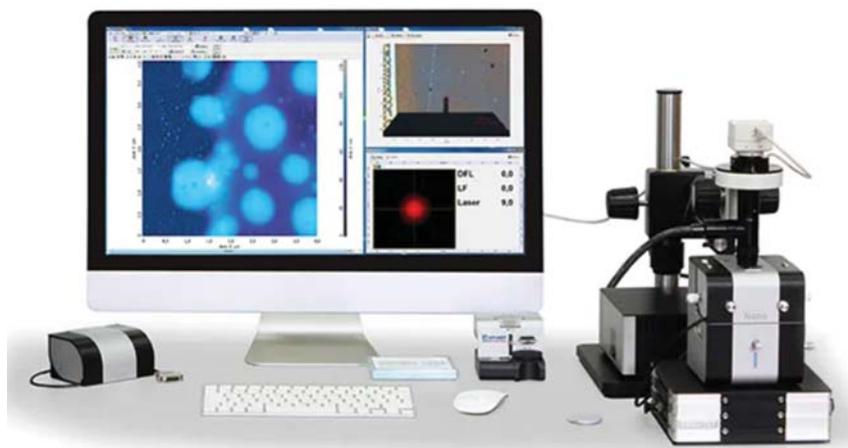
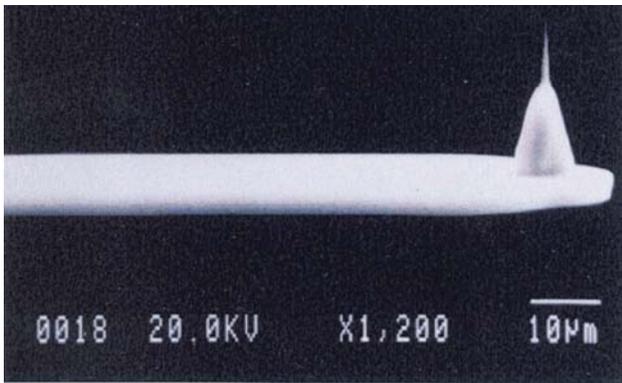
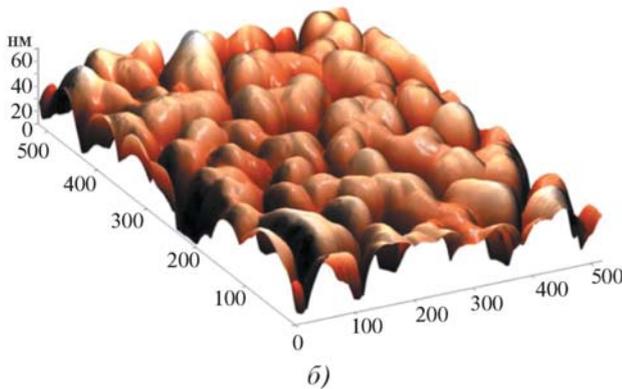


Рис. 2. Сканирующая зондовая лаборатория Ntegra Aura (слева) и АСМ NanoE-dicator II (справа) компании «НТ-МДТ»



а)



б)

Рис. 3. Зонд кантилевера из кремния (а) атомно-силового микроскопа с радиусом острия менее 5 нм (АО «Ангстрем») и трехмерное АСМ-изображение (б) HSG-Si пленки размером 500× 500 нм<sup>2</sup>

кантилевер со сверхострым зондом. Один из примеров трехмерного изображения поверхности образца показан на рис. 3.

HSG-Si-пленка представляет собой слой, образованный из плотно упакованных зерен, имеющих примерно одинаковый размер. Размер зерен в зависимости от условий формирования может варьироваться от 2 до 200 нм. Пленки HSG-Si используются в современных интегральных схемах в элементах динамической памяти (DRAM) в качестве нижнего электрода конденсатора.

Важнейшей задачей становится вузовская подготовка инженеров – специалистов, а в дальнейшем подготовка и сертификация персонала для эффективного применения современной нанодиагностической аппаратуры. Во многих вузах ведется обучение специальностям по нанообразовательным процессам. В ряде регионов созданы центры наноиндустрии. Компания «NT-MDT» разработала специальный ориентированный на студентов продукт – NanoEducator (рис. 4), который открывает окно в мир «нано» с изучением нанотехнологий [7]. В МИЭТ (Москва, Зеленоград) также разработана учебно-исследовательская установка ро-

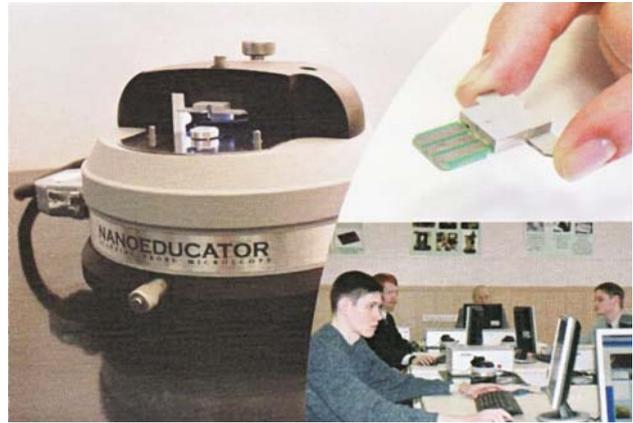


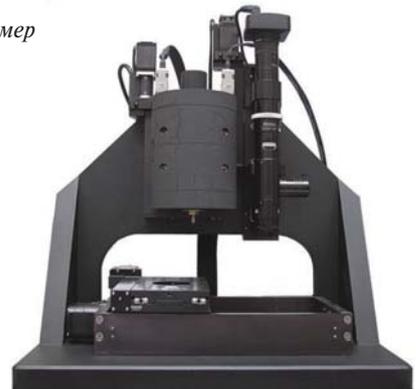
Рис. 4. Нанообразовательный комплекс NanoEducator (компания «НТ-МДТ»)

ста углеродных нанотрубок, одного из самых перспективных материалов.

Технологический институт сверхтвердых и новых углеродных материалов (ТИСНУМ, Москва, Троицк) разработал нанотвердомер «НаноСкан-4Б» (рис. 5), предназначенный для измерений твердости материалов по шкалам индентирования в соответствии с ГОСТ Р 8.748–2011.

ТИСНУМ ведет работы по созданию конструкционных наноматериалов новых систем: металл, металл-углерод, углерод-углерод, а также наноструктурированных керамик. Уже получены материалы с уникальными механическими свойствами в виде сплавов на основе алюминия, титана, циркония; твердые сплавы на основе TiC-ZrC; ультратвердые фуллериты; керамика  $\beta$ -Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, UO<sub>2</sub>. Также получены новые наноструктурированные термоэлектрические материалы на базе Bi<sub>2</sub>Te<sub>3</sub>. ТИСНУМ придает большое значение кооперации с российскими и зарубежными институтами, такими как: Курчатовский научный центр, Институт кристаллографии РАН, ГИРЕДМЕТ, Университет г. Умеа (Швеция), Университет г. Манчестер (Великобритания), Лаборатория кристаллографии Академии наук Франции и ряд других научно-технологических центров России, Австрии, Германии, США и Японии [8].

Рис. 5. Нанотвердомер «НаноСкан-4Б» (ТИСНУМ)



**Научно-исследовательский центр по изучению свойств поверхности и вакуума (НИЦПВ, Москва)** является научным метрологическим центром в области создания и применения эталонов единицы длины в микро- и нанометровом диапазонах, методов и средств метрологического обеспечения акустико-эмиссионной аппаратуры и преобразователей акустической эмиссии, зондовой микроскопии: растровой электронной, просвечивающей электронной, сканирующей туннельной и атомно-силовой микроскопии.

Эталонная система (рис. 6) на основе атомно-силового микроскопа оригинальной конструкции и лазерных интерферометрических измерителей наноперемещений предназначена для измерения нанорельефа поверхности и линейных перемещений по трем координатам в микроэлектронике, нанотехнологии и микромеханике, аттестации мер и стандартных образцов для калибровки растровых электронных и сканирующих зондовых микроскопов.

Основные параметры лазерного измерителя наноперемещений следующие: диапазон измерения перемещений 1 нм–10 мм; дискретность отсчета 0,1 нм; абсолютная погрешность измерений 0,5–3,0 нм; максимальное значение измеряемой скорости перемещения 3 мм/с [9].

**Метрология и стандартизация** в нанотехнологиях и nanoиндустрии стали приоритетными, активно обсуждаемыми в научном сообществе. Работа одной из международных школ проходила в научном центре г. Черноголовки МО [10]. Целью мероприятия было создание площадки для обсуждения актуальных проблем nanoиндустрии, повышения квалификации в области метрологического обеспечения производств, испытаний и стандартизации продукции специалистами компаний, регулирующих органов, испытательных центров и лабораторий. Среди главных тем, рассмотренных в ходе работы международной школы, были: российская и

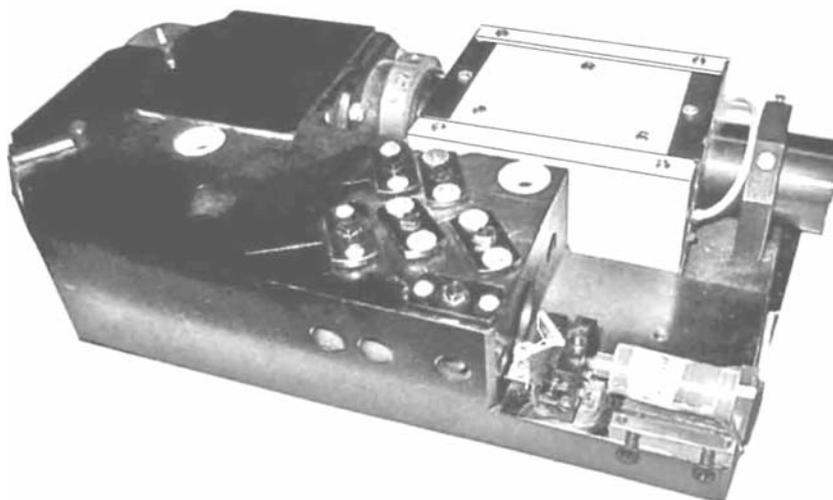
международная практика в метрологии и стандартизации продукции nanoиндустрии; прикладная метрология; характеристика перспективных наноматериалов и наноструктур. В этом мероприятии приняли участие более 230 специалистов, представлявших 59 организаций из 10 стран: Беларуси, Бельгии, Великобритании, Китая, России, США, Франции, Швейцарии, Швеции, Японии.

Коллективный доклад «Графен и новые горизонты метрологии» был представлен учеными Великобритании, Швеции и Франции. Суть темы: графен – перспективный материал, который всесторонне исследуется микроскопическими, спектроскопическими и зондовыми методами. Он обладает идеальными для метрологии свойствами, сравнительно легко получается, обрабатывается и применяется, что позволит в будущем оснастить первичными квантовыми стандартами специализированные метрологические центры, заводские, исследовательские и учебные лаборатории.

В другом коллективном докладе «Определение параметров атомной и электронной структуры наноматериалов», представленном зав. кафедрой физики наносистем и спектроскопии Южного федерального университета, профессором А. Солдатовым (Ростов-на-Дону) в соавторстве с учеными из Франции, Швейцарии и Бельгии, особое внимание было уделено новому методу определения параметров атомной структуры наноструктурированных материалов, позволяющему находить с высокой точностью (до 0,002 нм) межатомные расстояния и угловое распределение атомов в них.

С нанометрологией тесно связана стандартизация, первоочередные задачи которой заключаются в нормативном обеспечении методик измерений, стандартных образцов и мер, а также безопасности при их воздействии на окружающую среду. Работы в этом направлении проводятся, и уже имеются положительные результаты. В большинстве докладов

Рис. 6. Эталонная 3D-лазерная интерферометрическая система измерений наноперемещений (НИЦПВ)



обсуждались вопросы реализации нанотехнологий в электронике, медицине, химии, биологии и в других областях науки и техники. Речь, в частности, шла о высокоточных измерениях при исследованиях и производстве нанопроductии и прежде всего об определении размеров формируемых структур. Так, в докладе зав. отделом электронной кристаллографии Института кристаллографии РАН д-ра физ.-мат. наук А. Авилова рассматривались результаты измерений размеров наночастиц и тонких пленок с метрологическим обеспечением их методом малоугловой рентгеновской дифрактометрии – одного из основных при определении размерных параметров в нано- и субнанометровом диапазонах. Достоверность измерений обеспечивается стандартными образцами и методиками калибровки малоугловых рентгеновских дифрактометров. Интерес вызвал также доклад директора ООО «Системы для микроскопии и анализа» В. Шкловера (Москва) «Трехмерная характеристика субмикронных биологических и биогенных структур». В нем сообщалось об объемной электронной микроскопии – перспективном методе исследований и характеристики нанообъектов. Получаемая структурная информация позволяет визуализировать на субмикронном уровне, вплоть до наноструктур, сложную микроанатомию тканей в функционально значимых объемах образца.

**Результаты нанотехнологий** воплотились в новых преобразователях и устройствах нанодиагностики [11–16]. Это новые преобразователи и системы неразрушающего контроля и диагностики. Одним из главных путей развития методов и средств неразрушающего контроля нового поколения является использование известных наноэффектов и разработанных на основе нанотехнологий наносенсоров и нанопреобразователей. Это как минимум позволяет значительно улучшить три основные характеристики новых приборов: повысить чувствительность и разрешающую способность и при этом уменьшить массогабаритные параметры. В качестве примеров можно привести применение молекулярных фильтров, наноанализаторов химических и биологических веществ, новых видов рентгеновских сцинтилляторов, оптических наноструктур на «квантовых точках», сверхпроводниковых болометров, высокочувствительных магнитных датчиков и т.д.

Обнаружение эффекта гигантского магнитосопротивления лауреатами Нобелевской премии по физике А. Фертом и П. Грюнбергом в тончайших металлических пленках толщиной приблизительно 1 нм привело к возможности создания сверхчувствительных и миниатюрных магнитных датчиков. Эффект имеет квантовую природу и стал доступен для наблюдения после появления технологии изготовления металлических нанопленок и нанопровод-

ников из чередующихся слоев магнитных и немагнитных металлов. Первое применение сверхчувствительных микроминиатюрных магнитных датчиков произошло в компании IBM, выпустившей жесткие диски с существенно большей плотностью записи информации. Это дало толчок дальнейшему развитию магниторезистивных прецизионных преобразователей магнитного поля для широкого практического применения. Элементы, выполненные на основе нанотехнологий, позволили создать измерительные матричные преобразователи для магнитовизоров с повышенной чувствительностью и расширенным диапазоном измерения магнитного поля.

Развивается также ИК-техника на основе многих современных технологий. В частности, разработаны неохлаждаемые болометры на основе диэлектрических мембран спектрального участка детектирования от 8 до 14 мкм для широкого применения в системах наблюдения и распознавания объектов на небольших расстояниях, инфракрасной микроскопии, медицинской и промышленной диагностики, беспилотных систем наблюдения, ИК-прицелов и т.п. Получили дальнейшее развитие квантово-размерные эпитаксиальные гетероструктуры для создания фотоприемников, использующих для регистрации излучения возбуждение квантами света носителей заряда из слоев с размерным квантованием – квантовых ям.

Новые нанотехнологии в производстве полупроводниковых материалов и гетероструктур привели к возможности изготовления чувствительных болометров для приемников терагерцового излучения, весьма перспективного в развитии средств НК и ТД. На их основе создан высокочувствительный матричный радиометр для проведения специальных исследований в малоосвоенном участке частот 0,13–0,38 ТГц (длины волн 2,3–0,8 мм). Высокая предельная чувствительность приемных элементов к принимаемому излучению  $10^{-18}$  Вт • Гц<sup>-1/2</sup> обеспечивается за счет субмикронных размеров поглотителей болометров и их сверхнизкой рабочей температуры 0,3 К. С их появлением терагерцовое радиовидение получит широкое развитие и применение.

Молекулярные фильтры и мембраны, созданные по нанотехнологиям, позволяют за секунды повысить концентрацию опасных примесей при решении аналитических задач в разных отраслях промышленности, экологическом мониторинге, функционировании систем жизнеобеспечения и безопасности, создании новых видов антитеррористических приборов – газоанализаторов. Новое поколение газоанализаторов «НаноСлед» имеет чувствительность на уровне  $100^{-14}$  г/см<sup>3</sup> при времени анализа несколько секунд.

В последнее время значительный интерес проявляется к новому типу материалов – полимерным

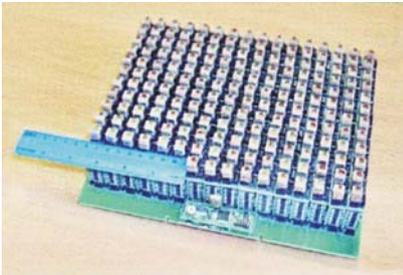


Рис. 7. Матрица магниторезистивных датчиков

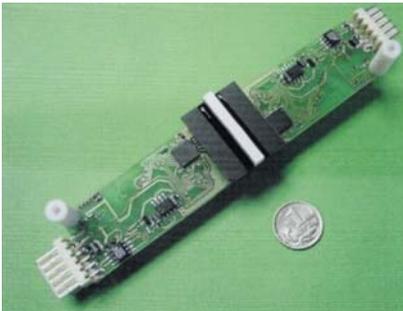


Рис. 9. Линейка детекторов рентгеновского излучения

нанокомпозитам, в которых полимерная матрица содержит включения нанометрового размера (наночастицы, нанопровода, нанопленки) другого вещества. Такие материалы проявляют необычные электрофизические, магнитные, каталитические и другие свойства. Использование подобных наноэлементов, чувствительных к запахам, дает возможность изготовить компактные матрицы и на их основе портативные анализаторы типа «электронный нос». Любая находящаяся в воздухе молекулярная комбинация, попадая в одну из 2200 ячеек кристалла «электронного носа», кодируется и обрабатывается интегрированным компьютером. Чувствительный элемент такого датчика способен распознать наличие в воздухе азота, аммиака, углеводородов и других веществ, поскольку каждому из них соответствует своя характерная кривая изменения сопротивления от времени.

На основе современных технологий синтеза нанокристаллических материалов разработаны новые виды сцинтилляционных де-

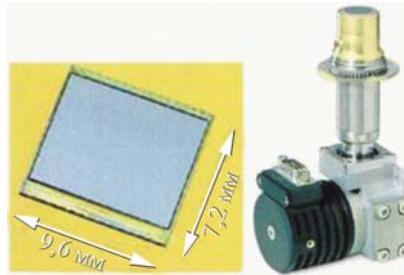


Рис. 8. Матрица и ИК-детектор на «квантовых ямах»

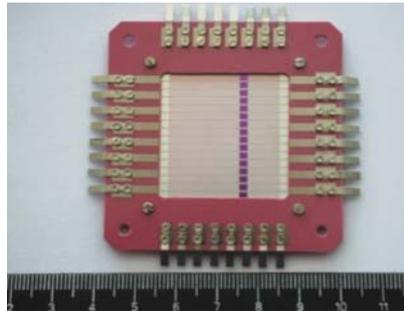


Рис. 10. Матрица альфа-детекторов

текторов рентгеновского излучения с улучшенными техническими параметрами: энергетической эффективностью, быстродействием, пространственным разрешением, радиационной прочностью. Размер сцинтилляционных наночастиц может регулироваться параметрами синтеза от 10 до 100 нм. Малые размеры наносцинтилляторов позволяют изготавливать из них рентгеновские детекторы с субмикронным пространственным разрешением. Детекторные матрицы (рис. 7, 8), изготовленные из новых сцинтилляционных элементов, позволяют сократить время рентгеновского просвечивания и уменьшить получаемые объектом дозы облучения, а также значительно улучшить чувствительность и информативность инспекционной техники. Линейка детекторов (рис. 9) применяется самостоятельно и для создания детекторных матриц различных размеров, собранных путем соединения отдельных модулей, для использования в системах неразрушающего технологического контроля, а также в системах безопасности и медицины.

В последнее время [17] разработана современная матрица кремниевых альфа-детекторов (рис. 10) нейтронов и гамма-квантов, изготовленная на основе нанотехнологий, примененная в устройствах обнаружения закамуфлированных взрывчатых и наркотических веществ.

Необходимо добавить, что и традиционные методы измерений, постоянно совершенствуясь, стали входить в область нанотехнологий. Так, например, для измерения толщины металлических нанопокровов и нанопленок стали использовать электромагнитные волны сверхвысоких частот (микроволны). При реализации метода измеряют изменение амплитуды (интенсивности) прошедшей через объект контроля электромагнитной волны, т.е. метод микроволновой трансмиссии. Известно, что от металлических материалов радиоволны почти полностью отражаются, проникая лишь на очень малую величину, обусловленную скин-эффектом. В результате очень тонкие металлические пленки можно контролировать с высокой чувствительностью и разрешающей способностью. Чем выше удельная проводимость металла и частота электромагнитных волн, тем меньше глубина их проникновения  $\delta = \sqrt{2/(\omega \gamma \mu_a)}$ , где  $\mu_a$  — абсолютная магнитная проницаемость металла. Например, на частоте 10 ГГц (длина волны  $\lambda = 3$  см) глубина проникновения для меди равна 0,66 мкм, для алюминия 0,82 мкм, для вольфрама 1,18 мкм, никрома 5,03 мкм и т.д. Поэтому через тонкие металлические пленки толщиной до 0,5 мкм микроволны проходят с большой крутизной затухания.

Типичным примером использования метода является микроволновый толщиномер «Электротест Т» (фирма «Электрофизик», Германия), работающий на частоте 30 ГГц ( $\lambda = 1$  см) в диапазоне толщин 5–250 нм с погреш-

ностью измерения  $\pm 3\%$  от измеряемой величины. Локальность контроля соответствует кругу  $\varnothing 10$  мм. Индикация результатов цифровая. Измерения проводятся бесконтактно при перемещении рулонных материалов между передающей и приемной антенной микроволнового преобразователя. Как правило, контролю подвергаются покрытия из алюминия, меди, серебра, золота, никеля, хрома, кобальта и других материалов, наносимых на диэлектрическую основу в виде тонких пленок. Естественно, что при смене материала металла требуется калибровка индикатора на стандартных образцах. Типичными примерами технологий являются изготовление конденсаторных лент, дисков звукозаписи, памяти, зеркальных стекол и т.п.

Эллипсометрический метод получил дальнейшее существенное развитие в связи с широким внедрением лазеров в измерительные технологии. В настоящее время лазерные быстродействующие эллипсометры применяют для измерений не только толщины, но и показателя преломления многочисленных пленочных гетероструктур нанометрового диапазона. Типичным прибором является современный эллипсометр ЛЭФ-752 (ИФП СО РАН). В нем используется HeNe-лазер, обеспечивающий локальность контроля параметров пленок в зоне  $\varnothing 2$  мм. Толщина пленок измеряется до значений  $60000 \text{ \AA}$  ( $0-6$  мкм) с точностью  $\pm 5 \text{ \AA}$ , а погрешность измерения показателя преломления  $\delta n$  составляет  $\pm 0,005$ .

Развитие порошковых нанотехнологий вызвало необходимость оперативного контроля размеров частиц при их образовании, осаждении и т.п. Гранулометрический анализ является одной из важнейших составляющих современных производств и научных разработок. Свойства порошковых материалов во многом зависят от размера создающих их частиц. Преимущественное распространение получили дифракционные методы анализа и контроля. В основе лазерной дифракции заложен принцип рассеяния (ослабления) света частицами. Рассеянное частицами излучение лазера регистрируется под разными углами с помощью высокочувствительного многоэлементного детектора (фотодиодной матрицы). В конкретных дифрактометрах используются различные типы лазеров и фотоприемников. Так, в дифрактометре «Анализетте 22» (фирма Fritsch, Германия) применяется HeNe-лазер и шесть волоконно-оптических приемных каналов, что в итоге обеспечивает 3%-ную точность измерений размеров частиц в диапазоне  $3-3000$  нм. Конструкция включена в ИСО 13320-1 под названием «обратная оптика Фурье».

Оригинальный метод оценки размерной концентрации частиц в коллоидном состоянии предложен компанией «Инфраспак-Аналит» (Новосибирск), который заключается в измерении тока проводимости кондуктометром «АНИОН 7025»,

в результате чего обнаруживается резонанс тока от концентрации нанообъектов в растворе. В отличие от теоретической зависимости экспериментальный резонанс, очевидно, обусловлен проявлением особых свойств частиц в коллоидном состоянии при их определенной концентрации. Характерно также, что резонанс смещается при наполнении раствора частицами другого размера.

Качество поверхностей оценивают параметрами шероховатости, твердости, износостойкости. Класс шероховатости поверхности оказывает влияние на сопрягаемость деталей и посадок, работу смазывающего слоя, износостойкость, адгезию, отражательную способность и многие другие характеристики. Шероховатость поверхности оценивают рядом размерных параметров, основными из которых являются  $Ra$  и  $Rz$ . Измерение этих параметров осуществляют оптическими или контактно-щуповыми приборами. Выбор метода и средства зависит от условий и требований к контролю. Современные измерители шероховатости с индуктивными и пьезоэлектрическими преобразователями обладают высокой точностью и надежностью. Приборы с пьезоэлектрическими преобразователями более портативны и контролепригодны, а приборы с индуктивными преобразователями более универсальны, поскольку позволяют измерять не только многочисленные параметры шероховатости, но и волнистость поверхности, общий профиль и контуры изделий. Одна из распространенных портативных моделей TR 200 (ZONHOW, Китай) с индуктивным преобразователем позволяет измерять около 15 параметров качества поверхности с 10%-ной точностью в диапазоне неровностей от 10 нм.

Анализ приведенных примеров показывает тесную взаимосвязь средств НК и ТД с современными нанотехнологиями и их взаимное влияние.

**Заключение.** Неизбежно проникновение разума в суть материи. Пока наука находится еще в самом начале этого пути. Однако уже достигнутые результаты впечатляют новыми возможностями наноматериала в создании новых структур и материалов. Впереди ожидаются новые открытия, столь необходимые для улучшения качества жизни человечества.

#### Библиографический список

1. Гусев А.И. Нанотехнологии, наноструктуры, наноматериалы. М.: Физматлит, 2005. 416 с.
2. Киреев В.Ю. Нанотехнологии: история возникновения и развития // Наноиндустрия. 2008. № 2. С. 2–8.
3. Веймарн П.П. К учению о состоянии материи: Основания кристаллизационной теории необратимых коллоидов. СПб.: Экон. типо-лит., 1910. 192 с.
4. Сырков А.Г. О приоритете Санкт-Петербургского горного университета в области науки о нано-

- технологиях и наноматериалах // Записки Горного института. 2016. Т. 221. С. 730–736. DOI 10.18454/PMI.2016.5.730.
5. Головин Ю.И. Введение в нанотехнику. М.: Машиностроение, 2007. 496 с.
  6. Ананян М.А. Нанотехнологии в технических системах: презентация / ЗАО «Концерн «Наноиндустрия»; Национальная ассоциация наноиндустрии. М., 2014. URL: myshared.ru.
  7. Быков В.А., Васильев В.Н., Голубок А.О. Учебно-исследовательская мини-лаборатория по нанотехнологии на базе сканирующего зондового микроскопа NanoEducator // Российские нанотехнологии. 2009. № 5–6. С. 45–47.
  8. Нанотвердомер «НаноСкан-4Б» / ФГБНУ «ТИС-НУМ». М., Троицк. URL: all-pribors.ru
  9. Новиков Ю.А., Раков А.В., Тодуа П.А. Нанометрология в нанотехнологиях // Нано и микросистемная техника. 2006. № 12. С. 11–19.
  10. Матвеев В.И. Метрология и стандартизация в нанотехнологиях и наноиндустрии // Наноиндустрия, 2012. № 6. С. 36–38.
  11. 10-я Европейская конференция по неразрушающему контролю // Контроль. Диагностика, 2010. № 8, С. 5–6, 51–52.
  12. Матвеев В.И. Нанотехнологии и нанодиагностика – основные тенденции в развитии // Тезисы докладов VII Международной научно-практической конференции «Нанотехнологии – производству 2010», г. Фрязино, 1–3 декабря 2010 г. Фрязино, 2010. С. 119–120.
  13. Клюев В.В., Бобров В.Т., Матвеев В.И. Состояние и задачи развития средств нанодиагностики // Изв. Томск. политехн. ун-та [Известия ТПУ]. 2008. Т. 312, № 2. Математика и механика. Физика. Приложение: Неразрушающий контроль и диагностика. С. 5–13.
  14. Матвеев В.И. Нанотехнологи всех стран собрались в Москве (Rusnanotech 08) // Мир измерений. 2009. № 3. С. 62–63.
  15. Матвеев В.И. Rusnanotech-2010 // Мир измерений. 2011. № 4. С. 59–62.
  16. Матвеев В.И., Пугачёв С.В. Наносенсоры для матричных преобразователей приборов неразрушающего контроля // Нанотехника. 2012. № 2. С. 89–92.
  17. Пат. RU 80004 U1. G01N 23/000. Устройство для идентификации скрытых веществ / В.М. Быстрицкий, Н.И. Замятин, В.Г. Кадышевский и др.; ОИЯИ, г. Дубна; опубл. 20.01. 2009. ■



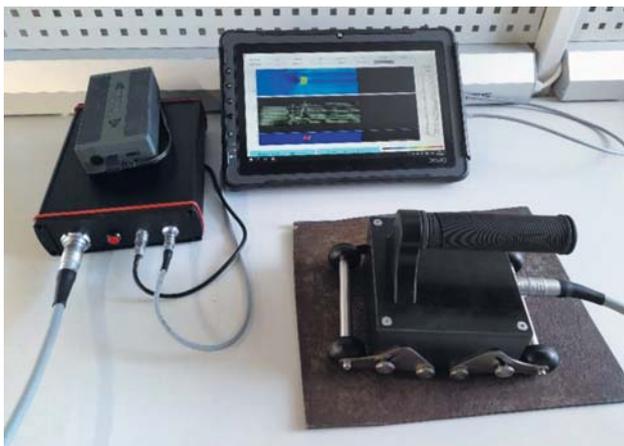
**CONSTANTA**  
ПРИБОРЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

В наших силах  
сохранить  
ЭТОТ МИР

[constanta.ru](http://constanta.ru)



# СКАНИРУЮЩИЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ ДЕФЕКОСКОП TiS 8C



Компания ООО «ПАНАТЕСТ» приступила к выпуску обновленного дефектоскопа TiS 8C

Дефектоскоп многоканальный вихретоковый TiS 8C предназначен для сплошного бесконтактного высокопроизводительного неразрушающего контроля стальных объектов различного назначения с внешней стороны: нефтепроводов и газопроводов, поверхностей нагрева котлов, змеевиков технологических печей, бурильных труб, стенок сосудов и многих других задач. Прибор позволяет находить и оценивать следующие типы дефектов: коррозионное утонение стенки, питтинговая коррозия, эрозия, дефекты, вызванные процессами наводороживания и науглероживания, а также трещины и расслоения при определенных условиях.



## Основные преимущества обновленного TiS 8C

- Максимальное количество каналов сканера увеличено в зависимости от номинального диаметра, что в 2 раза повышает разрешающую способность, позволяет получить более детальное изображение.
- В 2 раза уменьшен размер датчика – в результате выше чувствительность к локальным дефектам.
- Сканеры изготавливаются из специального промышленного пластика, устойчивого к истиранию, к воздействию температуры до 90 °С.
- Прибор разработан и производится в России.

ООО «ПАНАТЕСТ», Москва

## В ЖУРНАЛЕ «ТЕРРИТОРИЯ NDT»

- Мы публикуем то, что актуально и распространяем среди специалистов НК.
- Мы стараемся объединить всю полезную информацию о неразрушающем контроле и технической диагностике, соединить специалистов и тех, кому требуется их знания, опыт и помощь.
- Мы хотим сохранить историю НК для наших читателей.
- Мы – это сообщество НК, ученые, руководители, специалисты, дефектоскописты, авторы, рекламодатели, читатели, редакция.

**Редакция журнала благодарна всем участникам проекта «Территория NDT».**

С вашей помощью ТЕРРИТОРИЯ живет и развивается.

**Мы готовы обсудить любые формы сотрудничества и взаимодействия.**

Страницы нашего журнала – это постоянная ТЕРРИТОРИЯ для обмена информацией и опытом в области неразрушающего контроля и технической диагностики.

<http://tndt.idspektr.ru>

Редакция: +7 (499) 393-30-25 • [tndt@idspektr.ru](mailto:tndt@idspektr.ru)

# ПАМЯТИ

## ВАЛЕРИЯ ЛЬВОВИЧА ВЕНГРИНОВИЧА

(14.07.1939 – 24.06.2022)



24 июня 2022 г. скончался Венгринович Валерий Львович – доктор технических наук, профессор, известный ученый в области неразрушающего контроля, физики магнитных явлений и вычислительной диагностики.

Валерий Львович в течение 30 лет руководил лабораторией вычислительной диагностики в Институте прикладной физики НАН Беларуси. Главные направления его исследований – физика микромагнитных эффектов, в частности магнитного эффекта Баркгаузена, применение его в промышленности, компьютерная малопроекционная и малоракурсная томография промышленных и биологических объектов, разработка систем мониторинга технического состояния несущих конструкций уникальных и большепролетных зданий и сооружений. В.Л. Венгриновичем получены фундаментальные результаты по физике перемагничивания (эффект квазирезонансного перемагничивания), прикладной теории взаимосвязи напряжений и структуры магнетиков с микромагнитными параметрами и по применению этих результатов в системах неразрушающего контроля. Им разработаны научные основы малоракурсной томографии промышленных и биологических объектов при существенной неполноте экспериментальной информации.

В.Л. Венгринович разработал теорию, создал преобразователи и программное обеспечение для послыслового анализа поверхности упрочненных слоев. Он создал несколько поколений магнитошумовых структуроскопов, не имеющих аналогов за рубежом.

В 1999 г. научным коллективом под руководством В.Л. Венгриновича в рамках Европейской программы COPERNICUS разработана основанная на магнитном эффекте Баркгаузена новая система измерения веса и баланса аэробусов для таких промышленных корпораций, как Daimler, Chrysler, AerospaceAirbus и British Aerospace. Он являлся руководителем международных проектов по программам INTAS и COPERNICUS.

В.Л. Венгринович был инициатором проведения и председателем оргкомитета первой (Минск, 1995 г.), второй (Минск, 1998 г.) и третьей (Москва, 2001 г.) международных конференций «Компьютерные методы и обратные задачи в неразрушающем контроле и диагностике», руководил секцией «Компьютерные методы и моделирование» на 7-й и 10-й Европейских конференциях по неразрушающему контролю в Копенгагене в 1998 г. и в Москве в 2010 г., на 15-й Всемирной конференции в Риме в 2000 г., на пяти Всероссийских конференциях по неразрушающему контролю и технической диагностике.

Валерий Львович был главным редактором журнала «Неразрушающий контроль и диагностика» (Минск), членом редколлегий журналов «Техническая диагностика и неразрушающий контроль» (Киев), «В мире неразрушающего контроля» (Санкт-Петербург), международного журнала по неразрушающему контролю «Территория NDT» и председателем Белорусской ассоциации неразрушающего контроля и технической диагностики, членом постоянного руководящего комитета международных конференций «Электромагнитные методы неразрушающего контроля (EFNDT)» и «Эффект Баркгаузена и микромагнитные явления».

В.Л. Венгринович автор более 250 научных работ, включая две монографии, более 60 авторских свидетельств и патентов на изобретения, более 50 статей в ведущих зарубежных изданиях.

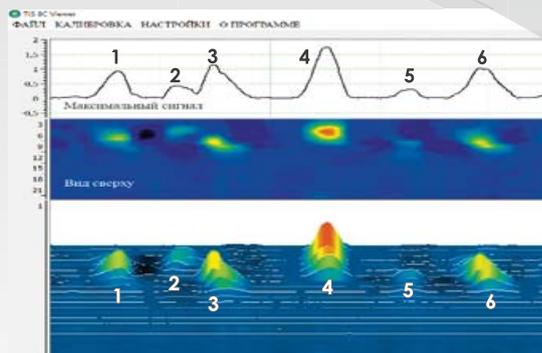
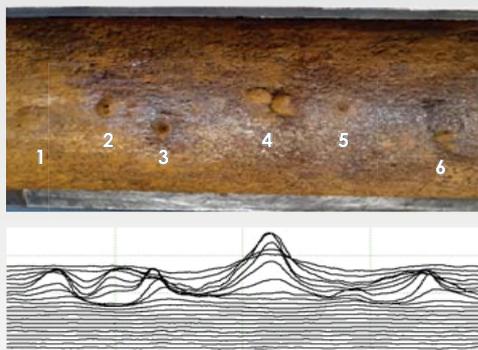
Серьезное внимание профессор В.Л. Венгринович уделял подготовке научных кадров Республики Беларусь, являясь членом ученого совета и совета по защите диссертаций Института прикладной физики. Под его руководством защищены четыре кандидатские и одна докторская диссертации.

В.Л. Венгринович удостоен премии Национальной академии наук Беларуси в 2007 г. и Международной премии Баркгаузена в 2008 г., он обладатель гранта Президента Республики Беларусь (2016 г.). Признанием научных заслуг профессора В.Л. Венгриновича явилось его избрание действительным членом Международной академии неразрушающего контроля и Академии электротехнических наук Российской Федерации (2009 г.).

**От имени Российского общества по неразрушающему контролю и технической диагностике, редакции журнала «Территория NDT», коллектива НИИ интроскопии МНПО «СПЕКТР» выражаем глубокие соболезнования родным и близким Валерия Львовича.**

## СКАНИРУЮЩИЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ ДЕФЕКТОСКОП

- Обследование трубопроводов, резервуаров, сосудов, теплообменного оборудования
- Прибор Российского производства
- Внесен в государственный реестр средств измерений



Пример обнаружения коррозионного повреждения на внутренней поверхности стенки трубопровода

## ПРЕИМУЩЕСТВА ДЕФЕКТОСКОПА

- Сплошной высокопроизводительный контроль через покрытие толщиной до 6 мм или зазор
- Минимальные требования к подготовке поверхности. Равномерная ржавчина, окалина, грязь не оказывают влияния на сигнал
- Бесконтактный контроль, не требуется контактная жидкость
- Наличие в трубопроводе продукта не влияет на результаты
- Обнаружение сплошной, точечной коррозии, эрозии, областей наводороживания и науглероживания и других дефектов на внутренней и внешней поверхности
- Контроль объектов толщиной до 22 мм, как ферромагнитных, так и неферромагнитных
- Автоматическое определение глубины дефекта (после предварительной калибровки)



ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ