

# Территория NDT

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ

## 3, 2017

июль – сентябрь (23)



СОВМЕСТНЫЙ ПРОЕКТ ОДИННАДЦАТИ НАЦИОНАЛЬНЫХ ОБЩЕСТВ ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ

# 12<sup>th</sup> ECNDT

## GOTHENBURG·SWEDEN·2018



## WELCOME TO GOTHENBURG

for the 12th European Conference on Non-Destructive Testing  
Swedish Exhibition & Congress Center Gothenburg, June 11–15, 2018



The conference will be arranged within the cooperation of the Nordic countries. The conference venue will be at the Swedish Exhibition & Congress Center in the city center. In connection to the venue is the Gothia Tower Hotel area. Together they represent the largest combined conference and hotel facility in Europe. Gothenburg, the second largest city in Sweden is situated on the beautiful west coast, right in the heart of Scandinavia.

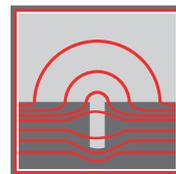


[www.ecndt2018.com](http://www.ecndt2018.com)  
[ida.eriksson@csmndt.se](mailto:ida.eriksson@csmndt.se)

Contact information  
LOCAL ORGANIZING COMMITTEE  
Peter Merck (Sweden)  
Frode Hermansen (Norway)

MARKETING AND SALES COMMITTEE  
Håkan Andersson (Sweden)  
Mats Bergmann (Sweden)  
Terje Gran (Norway)

TECHNICAL COMMITTEE  
Håkan Wirdelius (Sweden) Tor Harry Fauske (Norway)  
Lars-Ove Skogh (Sweden) Arild Lindkjenn (Norway)  
Thomas Åström (Finland)



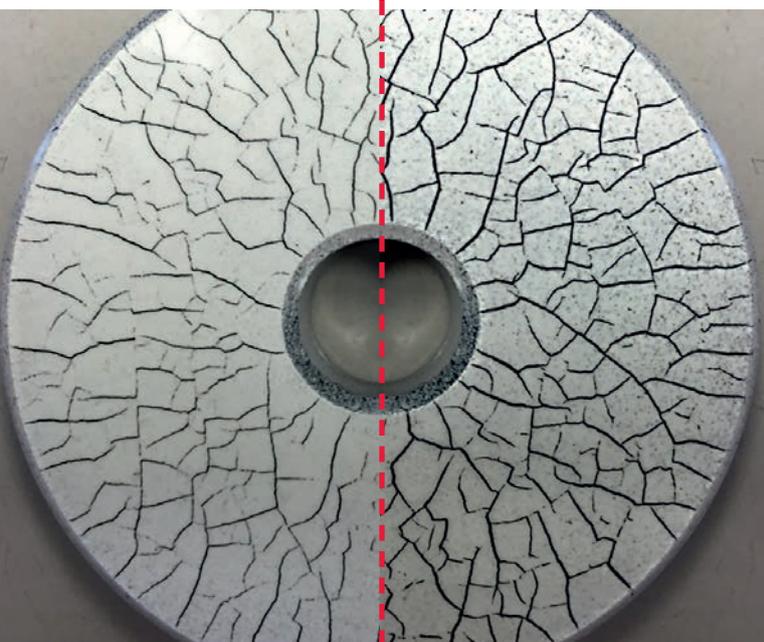
Разнообразие суспензий, разработанных для обеспечения максимального контраста индикаций с учетом внешних условий и предпочтений заказчика:

- ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ
- УРОВНЯ ОСВЕЩЕННОСТИ
- РАЗМЕРА ЗЕРНА И ВЕЛИЧИНЫ ОСАДКА
- ЦВЕТА ФЛУОРЕСЦЕНЦИИ

Повышенный контраст индикаций и минимальный фон при использовании новой черной суспензии

предыдущая версия

новая версия



Большой перечень продуктов в версии ECO LINE.

Применение дисперсионных масел с высокой точкой вспышки.



ECO-LINE

# Ectane<sup>®</sup> 2

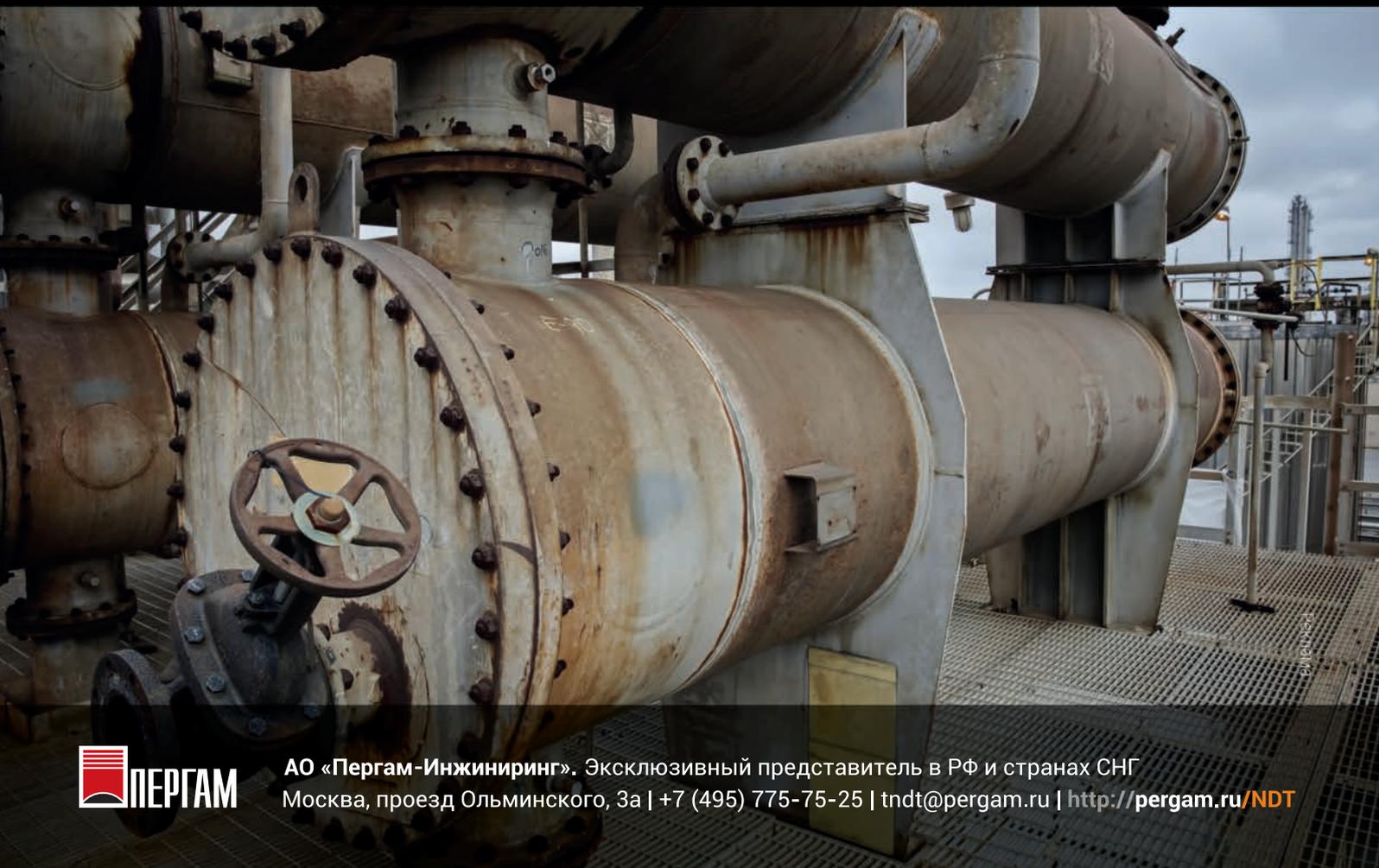
ВИХРЕТОКОВЫЙ ДЕФЕКТОСКОП



# Единственное ~~вместяемое~~ правильное решение для контроля теплообменников

[PERGAM.RU/ECTANE](http://PERGAM.RU/ECTANE)

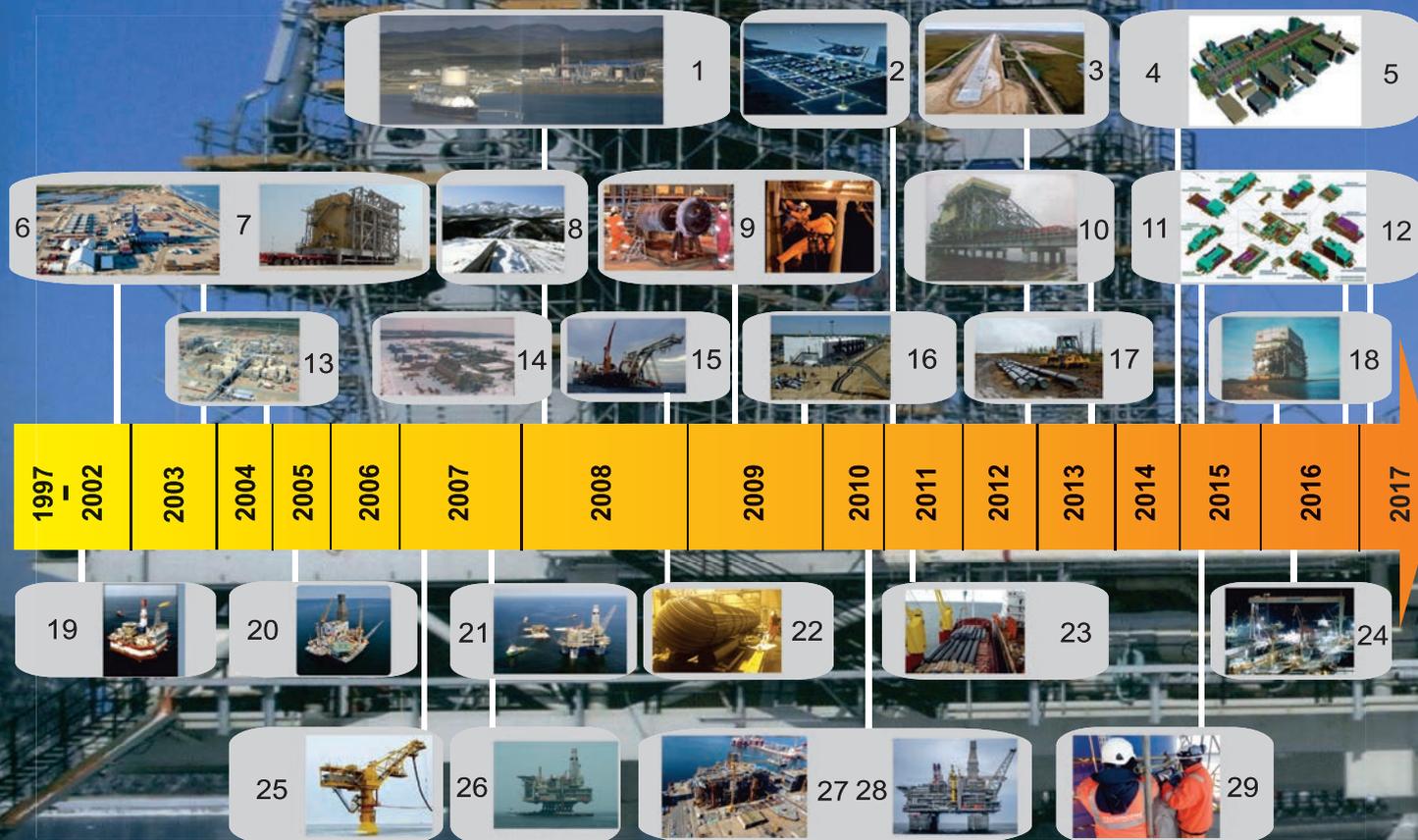
Внесён в реестр СИ



АО «Пергам-Инжиниринг». Эксклюзивный представитель в РФ и странах СНГ  
Москва, проезд Ольминского, 3а | +7 (495) 775-75-25 | [tndt@pergam.ru](mailto:tndt@pergam.ru) | <http://pergam.ru/NDT>



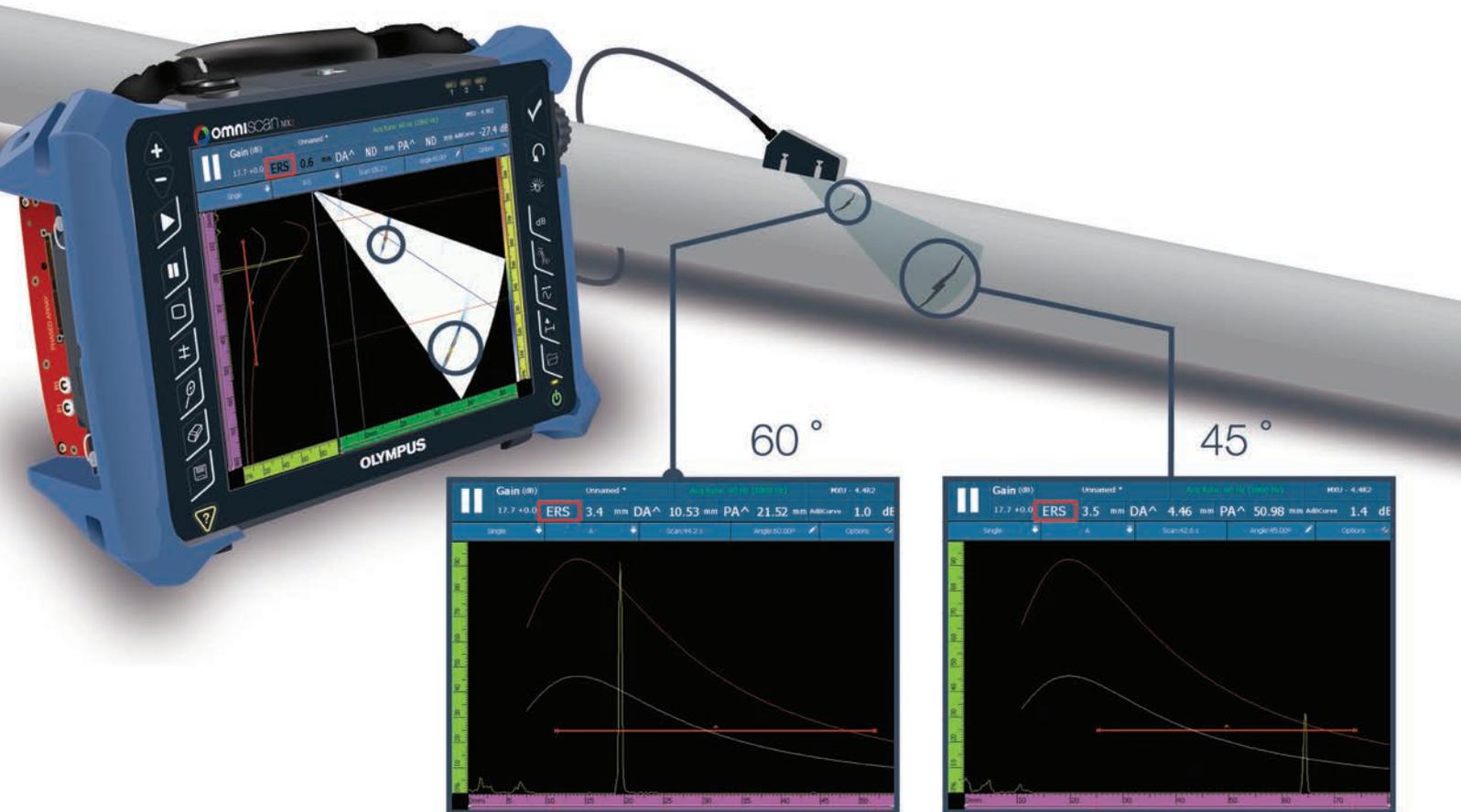
## ТЕХНИЧЕСКИЙ, СТРОИТЕЛЬНЫЙ, ИНСПЕКЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ КОМПАНИИ «ТЕХИНКОМ» ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ, ИЗГОТОВЛЕНИИ, СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ НА МЕЖДУНАРОДНЫХ ПРОЕКТАХ



1. САХАЛИН-2 Завод СПГ (Сжиженный природный газ)
2. Ямал СПГ (проектирование) СТУ Лондон, Париж
3. Ямал СПГ Аэропорт п. Сабетта п/о Ямал
4. Ямал СПГ Модули изготовление Китай, Индонезия
5. Монтаж, пусконаладка модулей п. Сабетта п/о Ямал
6. САХАЛИН-1 Буровая установка "Ястреб"
7. САХАЛИН-1 Обустройство м/р Чайво Временный комплекс подготовки (ВКП)
8. САХАЛИН-2 Береговой магистральный трубопровод
9. САХАЛИН-1 ЭНЛ (Эксон Нефтегаз Лимитед)
10. САХАЛИН-1 контроль целостности оборудования при эксплуатации с учетом факторов риска
11. САХАЛИН-1 Блочные технологические модули береговой комплекс подготовки "Чайво" (Hyundai, Корея)
12. Одопту Модули СТУ, изготовление (Hyundai, Ю.Корея)
13. САХАЛИН-1 Блочный технологический комплекс подготовки "Чайво"
14. САХАЛИН-2 Объединенный береговой технологический комплекс (ОБТК)
15. САХАЛИН-2 Морской трубопровод ПА и ЛУН - ОБТК
16. САХАЛИН-1 Обустройство м/р Одопту, изготовление технологических модулей блочного типа (США, Луизиана)
17. Трубопроводы м/р Одопту-Береговой комплекс подготовки "Чайво"

17. САХАЛИН-1 Береговые трубопроводы Аркутун-Даги
18. САХАЛИН-1 Обустройство м/р Одопту ФАЗА-2 строительство, монтаж, пусконаладка
19. САХАЛИН-2 Морская ледово-стойкая платформа Пильгун-Астохская-А (ПА-А) "МОЛИКПАК" (АСЗ, Hyundai)
20. САХАЛИН-1 Морская ледово-стойкая платформа "Орлан"
21. САХАЛИН-2 Морская ледово-стойкая платформа ЛУН-А (Сахалин, Корея)
22. САХАЛИН-2 СЭИК Исследование
23. САХАЛИН-1 Морские трубопроводы Аркутун-Даги
24. Судостроительная верфь "Звезда ДСМЕ" технический надзор при строительстве
25. САХАЛИН-1 Магистральный трубопровод береговой комплекс подготовки "Чайво" терминал Де-Кастри
26. САХАЛИН-2 Морская ледово-стойкая платформа ПА-Б (Сахалин, Корея)
27. САХАЛИН-1 начало строительства верхних строений МЛСП Аркутун-Даги (Беркут) (DSME, Корея)
28. САХАЛИН-1 Морская ледово-стойкая платформа Аркутун-Даги "Беркут" пусконаладочные работы о.Сахалин
29. САХАЛИН-2 СЭИК (Сахалин Энерджи Инвестмент Компани Лтд) Инспекционный контроль целостности оборудования при эксплуатации с учетом факторов риска

## Оптимизируйте рабочий процесс



## Новая функция построения АД (амплитуда-расстояние-диаметр) в дефектоскопах OmniScan® SX и MX2

Усовершенствуйте свой рабочий процесс, выполняя контроль в строгом соответствии с действующими отраслевыми стандартами.

Улучшенная функция АД, как часть программного обеспечения MXU 4.4, существенно сэкономит ваше время — понадобится один эталонный отражатель, одна калибровка для всех углов и S-скан для выявления дефектов.

Четыре простых шага для настройки АД:

1. Запустите мастер настройки АД
2. Введите параметры контроля
3. Откалибруйте все законы фокусировки с использованием одного отражателя
4. Выполните контроль

Для получения дополнительной информации о функции АД дефектоскопов OmniScan обращайтесь к региональному представителю или [посетите наш сайт www.olympus-ims.com](http://www.olympus-ims.com).

# Территория NDT

## СОДЕРЖАНИЕ

## №3 (июль – сентябрь), 2017

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

**Заместители главного редактора:**  
**Троицкий В.А.**  
(Украина, президент УО НКД)  
**Клейзер П.Е.** (Россия)

**Редакционный совет:**  
**Азизова Е.А.**  
(Узбекистан, заместитель председателя УзОНК)  
**Аугутис В.** (Литва)  
**Венгринович В.Л.**  
(Беларусь, председатель БАНК и ТД)  
**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)  
**Миховски М.**  
(Болгария, президент BSNT)  
**Муравин Б.**  
(Израиль, зам. президента INA TD&CM)  
**Ригишвили Т.Р.**  
(Грузия, президент GEONDT)  
**Ткаченко А.А.**  
(Молдова, президент НОНКТД РМ)

**Редакция:**  
Агалова А.А.  
Клейзер Н.В.  
Сидоренко С.В.  
Чепрасова Е.Ю.

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

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

**Учредители:**  
ЗАО Московское научно-производственное 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  
E-mail: info@idspektr.ru  
Телефон +7 (495) 514 76 50

Корректор Смольянина Н.И.  
Компьютерное макетирование Смольянина Н.И.  
Сдано в набор 14 июля 2017  
Подписано в печать 16 августа 2017  
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 цензируются. Мнение авторов может не совпадать с мнением редакции.

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

Отпечатано в типографии  
ООО «МЕДИАКОЛОР»  
105187, г. Москва,  
ул. Вольная, д. 28, стр.10

### НОВОСТИ

- Заседание совета** по профессиональным квалификациям в области сварки . . . . . 4
- Миховски М.** Дни неразрушающего контроля 2017 в Созополе . . . . . 5
- Об организации** деятельности Технического комитета по стандартизации 371 «Неразрушающий контроль» . . . . . 5
- Муллин А.В.** Итоги Международной конференции «Сварка: стандартизация и оценка соответствия» . . . . . 6
- Конференция** «Состояние и направления развития технической диагностики объектов нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности республики Казахстан» . . . . . 7
- Зайтова С.А.** WCCM. Новый проект BINDT . . . . . 8

### ПОЗДРАВЛЯЕМ

- Измайлова О.В., Вырелкин С.А.** Партнерское открытие. «Техинком» уже четверть века активно участвует в обеспечении промышленной безопасности в крупнейших международных проектах . . . . . 10
- НПК «ЛУЧ»** 20 лет . . . . . 13

### ВЫСТАВКИ, СЕМИНАРЫ, КОНФЕРЕНЦИИ

- Деловая программа** форума «Территория NDT 2017» – отчеты по круглым столам . . . 16
- Квест** «НК. Погружение» . . . . . 28
- Муллин А.В.** Европейская конференция «Сертификация 2017» . . . . . 32
- Матвеев В.И.** Международные выставки «ЭЛЕКТРО-2017» и SEMIEXPO RUSSIA 2017 . . . . . 36

### ИНТЕРВЬЮ НОМЕРА

- Вавилов В.П.** Работайте в любой области 45 лет, и вы окажетесь на переднем крае . . . 40
- Вопилкин А.Х.** Вчера, сегодня, завтра НПЦ ЭХО+ . . . . . 43

### МЕТОДЫ, ПРИБОРЫ, ТЕХНОЛОГИИ

- Брандт Х.-Ю., Ефимов А.П.** MR Chemie GmbH. История, развитие и философия разработчика и производителя расходных материалов, снижающих химическое воздействие на персонал при проведении капиллярной и магнитопорошковой дефектоскопии . . . . . 46
- Троицкий В.А.** Поддержание технического состояния подземных магистральных трубопроводов . . . . . 50

# ЗАСЕДАНИЕ СОВЕТА ПО ПРОФЕССИОНАЛЬНЫМ КВАЛИФИКАЦИЯМ В ОБЛАСТИ СВАРКИ



14 июня 2017 года в Москве прошло заседание Совета по профессиональным квалификациям в области сварки (СПКС).

Руководитель рабочей группы РОНКТД по профессиональным стандартам Д.И. Галкин принял участие в заседании СПКС.

На заседании был утвержден состав центральной аттестационной комиссии, а также состав экспертов, привлекаемых к отбору организаций для наделения их полномочиями по проведению независимой оценки квалификации. В состав экспертов были включены специалисты, кандидатуры которых были предложены Российским обществом по неразрушающему контролю и технической диагностике.

Данные эксперты будут привлекаться СПКС для проведения проверок организаций, подавших в СПКС заявление о наделении полномочиями по проведению независимой оценки квалификации по профессиональному стандарту «Специалист по неразрушающему контролю».

Также на заседании СПКС был утвержден порядок оценки квалификации экспертов ЦОК (центра оценки квалификаций), планирующих участвовать в проведении профессионального экзамена. Данный порядок устанавливает требования к кандидатам в эксперты и технические эксперты (образование, стаж работы, наличие повышения квалификации и пр.) и предусматривает оценку их квали-

ФИО	Организация	Город
Юнникова Валентина Васильевна	ФГУП ВНИИФТИ «Дальстандарт»	Хабаровск
Гуляева Ольга Геннадьевна	ООО «Институт промышленной безопасности»	Самара
Одинцова Алла Викторовна	ЗАО «ЭСТе»	Санкт-Петербург
Иванайский Евгений Анатольевич	ООО «ЦСК»	Барнаул
Чемрукова Раиса Рафиковна	АНО ДПО УАЦ «ИркутскНИИхиммаш»	Иркутск
Мудров Михаил Анатольевич	ООО «Технические регламенты и промышленная безопасность»	Томск
Ермолаев Алексей Александрович	ООО «НУЦ «Качество»	Москва
Коновалов Николай Николаевич	ОАО «НТЦ «ПБ»	Москва
Сазонов Александр Анатольевич	ЗАО «ГИАП-ДИСТцентр»	Москва
Стрижаков Василий Максимович	ООО «НУЦ «КиД»	Москва
Травкин Андрей Александрович	ФГАУ «НУЦСК при МГТУ им. Н.Э.Баумана»	Москва
Филатова Елена Эдуардовна	АО «НИКИМТ-Атомстрой»	Москва
Филатова Надежда Евгеньевна	ОАО «НТЦ «ПБ»	Москва

фикации в форме аттестации в центральной аттестационной комиссии СПКС.

Заявителем проведения оценки квалификации эксперта/технического эксперта может выступить ЦОК или организация, подавшая в СПКС заявление о наделении полномочиями по проведению независимой оценки квалификации.

Оценка квалификации кандидата в эксперты/технические эксперты будет заключаться в выполнении и защите практического задания и собеседовании на заседании центральной аттестационной комиссии СПКС. Практическое задание выполняется в

форме разработки оценочного средства и (или) в форме оценок возможности применения оценочного средства (предложеного комиссией) для проведения профессионального экзамена и его доработке.

Сведения об аттестованном эксперте ЦОК будут вноситься в условия действия Аттестата соответствия ЦОК.

*Канд. техн. наук,  
руководитель РГ РОНКТД  
по профессиональным  
квалификациям  
Д.И. Галкин*

## ДНИ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ 2017 В СОЗОПОЛЕ



Дни неразрушающего контроля (НК) состоялись с 12 по 16 июня 2017 г. в Учебном центре Болгарского Красного Креста в старинном городе Созополе на Черном море.

Дни НК были посвящены 55-й годовщине Болгарского ННТДД (Национально научно-техническое дружество по дефектоскопия).

На торжественном заседании состоялись:

1. Доклад президента общества проф., д-ра техн. наук М. Миховски «55 лет ННТДД».
2. Выступления почетных гостей с приветствиями ННТДД.
3. Вручение магистру, инженеру Ю. Даневу награды Болгарского ННТДД имени Сл. Попова.
4. Награждение специалистов, ветеранов, организаций и фирм, которые способствовали формированию и утверждению общества как общественной неполитической организации дефектоскопистов.

Программа Дней НК включала следующие мероприятия:

1. XXXII Международная конференция «Дефектоскопия – 2017» (научные руководители: проф., д-р техн. наук М. Миховски, акад. РАН Э.С. Горкунов).
2. XXVIII молодежная школа «Не разрушающий контроль структуры и физико-механических свойств материалов» (научные руководители: доц., д-р Й. Иванова, д-р Й. Мирчев).
3. Болгаро-русский семинар «Диагностика электроэнергетических систем» (научные руководители: доц., д-р Хр. Драганчев, проф., д-р техн. наук А. Назарычев (СПЭИПК)).
4. Семинар «Современные методы и технологии неразрушающего контроля» (научные руководители: доц., д-р И. Георгиев, ст. науч. сотрудник, д-р Ал. Скордев).
5. Семинар «Задачи и проблемы неразрушающего контроля элементов железнодорожного транспорта» (научные руководители: ст. науч. сотрудник, д-р Ал. Скордев, А. Туцова).
6. Круглый стол «Порошковая металлургия» (научные руководители: проф., д-р М. Суловски, проф., д-р техн. наук В. Ковтун (Беларусь)).
7. Семинар «Проблемы бизнеса» (научные руководители: Р. Димитров, Ю. Данев).

8. Круглый стол «Аккредитация лабораторий и органов контроля» (научные руководители: Ирена Борислава (ИА «БСА»), Ю. Данев, Р. Димитров).
10. Выставка оборудования и услуг фирм, занимающихся НК (приняли участие 10 фирм).
11. Стендовая сессия.

Были представлены 65 пленарных и секционных, а также 53 стендовых докладов. Все доклады после рецензирования будут опубликованы в очередном номере издания «Известия НТСМ» и на сайте NDT net.

В работе Дней НК приняли участие более 150 специалистов из Болгарии, России, Польши, Израиля, Украины, Беларуси, Германии, Латвии, Турции, Румынии, Алжира, Македонии, Сербии, Хорватии, Молдовы.

Во время заседаний участникам Дней НК были представлены три книги, подготовленные специалистами – членами обществ НК Болгарии, России и Беларуси. Ал. Скордев, почетный председатель ННТДД, подготовил «Летопись неразрушающего контроля в Болгарии. 1962 – 2010 гг.».

*Президент ННТДД (BG S NDT),  
профессор, д-р техн. наук  
М. Миховски*

## ОБ ОРГАНИЗАЦИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО КОМИТЕТА ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ 371 «НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ»

Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) № 1339 от 19.06.2017 года выполнение функций секретариата технического комитета (ТК) 371 «Не разрушающий контроль» возложено на Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева». Председателем ТК назначен заместитель директора ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» Константин Владимирович Чекирда, замести-

телем председателя – генеральный директор ООО «Константа» Владимир Александрович Сясько.

17 июля в Росстандарте состоялась вводная встреча членов и руководителей подкомитетов ТК 371 с новым руководством комитета, на которой были озвучены задачи и план работ на ближайшую перспективу. Протокол встречи, план работ и актуализированный состав подкомитетов будут опубликованы на сайте [www.ronktd.ru](http://www.ronktd.ru).

*Дирекция РОНКТД*

# ИТОГИ МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ «СВАРКА: СТАНДАРТИЗАЦИЯ И ОЦЕНКА СООТВЕТСТВИЯ»



19–20 апреля 2017 г. Комитет Российского союза промышленников и предпринимателей (РСПП) по техническому регулированию, стандартизации и оценке соответствия совместно с Российским научно-техническим сварочным обществом (РНТСО) провели в Москве Международную конференцию «Сварка: стандартизация и оценка соответствия».

Мероприятие было организовано при непосредственной поддержке Минпромторга России, Росстандарта, Международного института сварки (IIW) и Европейской федерации по сварке (EWF).

Конференция вызвала большой

интерес, в ней приняли участие свыше 140 человек, среди них представители Международного института сварки, Европейской федерации по сварке, федеральных и региональных органов власти, руководители и технические специалисты ведущих международных и российских компаний.

Приветствие организаторам и участникам конференции направил президент РСПП А.Н. Шохин.

В ходе конференции были рассмотрены вопросы:

- техническое регулирование и стандартизация в области сварки и смежных технологических процессов в России и странах ЕАЭС;

- практика применения технических регламентов Таможенного союза, Федерального закона «О стандартизации» и федеральных норм промышленной безопасности в сварочном производстве;
- практическое проведение оценки соответствия (сертификации) составляющих элементов сварочного производства: системы качества, сварочного оборудования и материалов, технологии, персонала;
- международный опыт проведения оценки соответствия в сварочной отрасли (ISO, IIW, EWF, API, ASME, ICNDT);



- участие российских специалистов в разработке международных стандартов в области сварки и неразрушающего контроля;
- практика разработки и применения национальных и межгосударственных стандартов для решения вопросов импортозамещения;
- подготовка сварщиков в системе среднего профессионального образования РФ.

Всего на конференции было сделано свыше 40 докладов, затрагивающих самые актуальные аспекты стандартизации и оценки соответствия в области сварки.

Участники конференции получили уникальную возможность ознакомиться с опытом ведущих

российских и зарубежных компаний по разработке и применению международных, межгосударственных и национальных стандартов в области сварки и неразрушающего контроля.

В проекте резолюции, одобренном участниками конференции, содержится целый ряд конкретных предложений, направленных на совершенствование системы стандартизации и оценки соответствия в сварочном производстве.

В частности, признано необходимым определить в качестве одной из приоритетных задач в области сварочного производства на ближайшую перспективу участие экспертов от промышленности в разработке технических рег-

ламентов Евразийского экономического союза (ЕАЭС), определяющих требования к оборудованию, при производстве которого сварочные процессы являются одним из основных технических разделов.

Большой интерес, который вызвала конференция, авторитетный состав ее российских и зарубежных участников наглядно продемонстрировали актуальность предложенных к обсуждению вопросов, готовность представителей промышленности принимать самое непосредственное участие в их решении.

*Вице-президент РОНКТД  
А.В. Муллин,  
НУЦ «Контроль и диагностика»,  
Москва*

## КОНФЕРЕНЦИЯ «СОСТОЯНИЕ И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕХИМИЧЕСКОЙ И НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН»



26 апреля 2017 г. в г. Астане в рамках ежегодной Международной выставки NDT Kazakhstan (Itesa Kazakhstan) прошла конференция «Состояние и направления развития технической диагностики объектов нефтехимической и нефтеперерабатывающей про-

мышленности Республики Казахстан», организованная СРО КАЗАХСТАНСКИЙ РЕГИСТР совместно с ТОО «ПЕРГАМ-КАЗАХСТАН».

На конференцию были приглашены представители: государственного уполномоченного органа

МИР РК; нефтеперерабатывающих предприятий АО «КазМунайГаз»; АО «АрселорМиттал Темиртау»; инвестиционных проектов НСОС и ТШО; подрядных организаций (казахстанское содержание) инвестиционных проектов в Республике Казахстан; экспертных организа-

ций; производителей оборудования и технологий.

Большой интерес у собравшихся вызвало выступление Н.У. Нурғалиева, руководителя Управления государственного надзора в нефтехимической, нефтеперерабатывающей промышленности и за магистральными трубопроводами Комитета по инвестициям и промышленной безопасности МИР РК, «Анализ деятельности в области промышленной безопасности объектов нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности, условия увеличения срока обследования опасных производственных объектов».

Проблема увеличения сроков обследования опасных производственных объектов является основной для всех действующих предприятий не только в Республике Казахстан, но и в Российской Федерации. Опытом решения данной проблемы поделился эксперт в области промышленной безопасности, основатель и руководитель Уральского центра промышленной безопасности Д.В. Чуклин.

Но наибольший интерес у собравшихся, конечно, вызвали оборудование и технологии, которые предлагают ведущие мировые производители, представленные в Казахстане компанией «ПЕРГАМ». В первую очередь это:

- 1) импульсный вихретоковый дефектоскоп LYFT (Eddyfi, Канада), способный выявлять и характеризовать коррозионные повреждения без снятия изоляции;
- 2) ультразвуковые и магнитные (MFL) сканеры производства Silverwing (Великобритания) для контроля стен и днищ резервуаров;
- 3) система комплексной оценки трубопроводов Wavemaker G4 (GUL, Великобритания).

По итогам конференции участниками совместно были выработаны предложения государственному уполномоченному органу в области промышленной безопасности:

1. Сформировать на общественных началах республиканский Технический совет в области промышленной безопасности при Комитете по инвестициям и промышленной безопасности МИР РК.
2. Наполнить документами законодательной и нормативной баз официальный сайт Комитета по инвестициям и промышленной безопасности МИР РК.
3. Провести анализ действующей нормативно-правовой и нормативно-технической документации в области ПБ на предмет выявления пробелов и необхо-

димости проведения ее актуализации в соответствии с требованиями принятых технических регламентов.

4. Создать институт экспертов в области промышленной безопасности по объектам.
5. Разработать и принять «Требования промышленной безопасности. Требования к лабораториям неразрушающего контроля и стационарным мониторинговым системам технического диагностирования».
6. Информировать профессиональное сообщество о планах на год по проведению мероприятий (выставок, конференций, семинаров, круглых столов, встреч) по вопросам промышленной безопасности, организуемых за счет средств бюджета и совместных проектов.

#### Организатор конференции



ӨРҰ ЗТБ  
ҚАЗАҚСТАНДЫҚ  
РЕГИСТР

СРО ОЮЛ  
КАЗАХСТАНСКИЙ  
РЕГИСТР

SOCIETY OF SRO  
KAZAKHSTANI  
REGISTER

## WCCM. Новый проект BINDT

WCCM. Новый проект BINDT

С 13 по 16 июня в Лондоне прошел 1-й Всемирный конгресс по мониторингу состояния (WCCM). Надо отдать должное организаторам WCCM, Британскому институту неразрушающего контроля (BINDT), что программа конференции получилась обширная: 4 дня по 7 секций. Об уровне их технического содержания не берусь рассуждать, но то что было достаточно посетителей, готовых заплатить 520 фунтов за участие в день, подтверждаю. Параллельная выставка, хоть не внушительных размеров, но все-таки была и собрала немало посетителей, особенно из русскоговорящих стран.

Самостоятельное, отдельное от неразрушающего контроля, направление по организации конференций и выставок в области мониторинга состояния и технической диагностики (condition monitoring/CM) уже не ново. Параллельно в данной тематике вот уже много лет проводят конференции французы International Conference on Condition Monitoring of Machinery. В этом же тренде движутся корейцы с International Conference on 'Condition Monitoring and Diagnosis, румыны с International Conference on Condition Monitoring, Diagnosis and Maintenance и многие другие национальные профессиональные сообщества. Соз-

даются отдельные от NDT сообщества, как, например, в Индии Condition Monitoring Society of India (CMSI), 12 лет существует World Congress on Engineering Asset Management (WCEAM), но только британцы решили использовать опыт ICNDT на полную мощь.

Прежде всего нужно отметить организационную структуру нового объединения — это некоммерческая организация, так называемое charity, которое формально объединяет ученых, национальных представителей и крупный бизнес, заинтересованный в услугах CM или прямо его представляющий. Организаторы проекта на первой

генеральной ассамблее ICCM, прошедшей 14 июня 2017 г., официально уведомили национальных представителей о том, что они предполагают работать с компаниями напрямую, минуя национальные общества, рассчитывая на коммерческий успех такой модели организации.

Конференции, выставки, журнал International Journal of Condition Monitoring (ISSN 2047-6426), членские взносы и спонсорская помощь, весь потенциал и опыт британской машины направлены на популяризацию СМ как тренда

в развитии научно-технической мысли и практическом применении. Можно ожидать, что следующим шагом будет систематизация методов и подходов СМ для формирования системы стандартов и разрешений, их глобализация через ISO, несмотря на действующий ТК 108 или его трансформацию.

На самом деле все, что является предметом СМ или охватывает область применения, давно систематизировано в национальных отраслевых требованиях и стандартах. Это хорошо нам всем извест-

ная промышленная безопасность, которая с разной степенью интенсивности по странам ЕАЭС проходит серьезную трансформацию через систему технического регулирования. Но только вот за 20 последних лет никто не придумал ничего лучшего взамен ГОСТ 20911-89 «Техническая диагностика Термины и определения».

Так пожелаем успеха в начинаниях нашим британским коллегам!

*С.А. Заитова,  
СРО КАЗАХСТАНСКИЙ РЕГИСТР,  
Казахстан*

# МФ-ЭЧТМ

## УНИВЕРСАЛЬНЫЙ МАГНИТОМЕТР

Универсальный магнитометр МФ-34ФМ «МАГНОСКАН» предназначен для измерения магнитного поля ферромагнитных изделий и является незаменимым средством контроля качества намагничивания и размагничивания изделий при проведении сварочных работ с использованием технологии электронной и электродуговой сварки, а также деталей при проведении магнитного неразрушающего контроля. Кроме того, может применяться при контроле методом «магнитной памяти» для выявления участков спонтанной намагниченности.

Прибор имеет функции измерения:

- Напряженности (индукции) постоянного магнитного поля;
- Пикового значения напряженности (индукции) переменного магнитного поля;
- Среднеквадратичного значения напряженности (индукции) переменного магнитного поля;
- Пикового значения напряженности (индукции) однократного импульса магнитного поля;
- Градиента напряженности (индукции) постоянного магнитного поля.



**WWW.AKA-SCAN.RU**  
**+7 (495) 964-04-84**





## ПАРТНЕРСКОЕ ОТКРЫТИЕ



# «ТЕХИНКОМ» УЖЕ ЧЕТВЕРТЬ ВЕКА АКТИВНО УЧАСТВУЕТ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В КРУПНЕЙШИХ МЕЖДУНАРОДНЫХ ПРОЕКТАХ



**ИЗМАЙЛОВА Ольга Васильевна**  
Заместитель генерального директора,  
директор по экономике и развитию бизнеса,  
ООО ИКЦ «ТЕХИНКОМ», г. Южно-Сахалинск



**ВЫРЕЛКИН Сергей Анатольевич**  
Заместитель генерального директора,  
директор по техническому развитию,  
ООО ИКЦ «ТЕХИНКОМ», г. Южно-Сахалинск

ООО «Инженерно-консультативный центр (ИКЦ) «ТЕХИНКОМ» за 25 лет своей деятельности заработал репутацию надежного партнера российских и иностранных компаний, осуществляющих строительство и эксплуатацию опасных производственных объектов в Сахалинской области. Вместе с ними ИКЦ «ТЕХИНКОМ» выполняет задачу обеспечения безопасности в промышленности.

Товарищество с ограниченной ответственностью «Инженерно-консультативный центр «ТЕХИНКОМ» было зарегистрировано постановлением мэра Южно-Сахалинска И.П. Фархутдинова от 18.05.92 № 1092.

С февраля 1993 г. его неизменным руководителем является Яков Александрович Измайлов, начавший свой путь в качестве инженера в 1980 г. на Магаданской ТЭЦ. Тогда это было одно из образцовых предприятий Советского Союза, с высокой культурой производства и профессиональным подходом к вопросам безопасности эксплуатации промышленного оборудования.

Сегодня «ТЕХИНКОМ» – одна из ведущих организаций в России, выполняющих работы и предоставляющих услуги в сфере промышленной безопасности строящихся и эксплуатируемых опасных производственных объектов. Наши квалифицированные и обладающие профессиональным опытом специалисты используют современные методы неразрушающего контроля для обследования, испытаний и подтверждения соответствия, оценки конструктивной целостности и безопасности эксплуатации производственных зданий и сооружений, применения промышленного оборудования. С начала своего становления «ТЕХ-

ИНКОМ» работает практически во всех отраслях экономики.

С подписанием Соглашений о разделе продукции в 1994 г. предприятие активно участвует в нефтегазовых проектах «Сахалин-1» и «Сахалин-2» как при строительстве и изготовлении сооружений, технологических линий и модулей, морских стационарных платформ на территории Сахалинской области и Хабаровского края, так и в странах Юго-Восточной Азии, включая Корею, Китай, Индонезию, Японию, а также Европы.

Участие «ТЕХИНКОМа» в проектах заложило хорошую основу для эффективного сотрудничества с компаниями – операторами проектов, для получения международного опыта работы с многочисленными организациями.

Знание требований российского законодательства, особенностей строительства и эксплуатации опасных производственных промышленных объектов на территории Российской Федерации, готовность оказать необходимую поддержку при решении инженерных задач делает «ТЕХИНКОМ» привлекательным партнером для многих компаний.

Сегодня нас одинаково хорошо знают не только в странах Азиатско-Тихоокеанского региона, но и в Арктике.

Заложив фундамент знаний и навыков работы на сахалинских проектах, «ТЕХИНКОМ» успешно применяет их на таком крупнейшем проекте, как Ямал СПГ при строительстве завода по сжижению природного газа в Ямало-Ненецком автономном округе.

С 2014 г. специалисты «ТЕХИНКОМа» оказывают услуги по обеспечению и контролю качества процесса производства технологических модулей для завода Ямал СПГ в соответствии с требованиями проекта и технических регламентов.

При строительстве модулей специалисты ИКЦ работают на площадках в Китае, Индонезии, на Филиппинах.

География деятельности центра за 25 лет охватывает всю карту мира. Компанию отличает мобильность, умение решать вопросы и находить выходы из сложных ситуаций.

В настоящее время специалисты «ТЕХИНКОМа» выполняют работы и оказывают услуги традиционно на международных нефтегазовых проектах Сахалина и новом проекте по строительству завода по сжижению природного газа Ямал СПГ.

Новой вехой в деятельности ИКЦ «ТЕХИНКОМ» является предоставление услуг компа-





ниям, реализующим проект «Строительство судостроительной верфи «Звезда-ДСМЕ», включая китайскую компанию Nantong COSCO Heavy Industry Co., Ltd, как на территории России, так и на территории компаний – участников строительства.

«Несмотря на кризисы, «ТЕХИНКОМ» всегда работал стабильно, добросовестно выполняя свои обязательства перед государством и персоналом компании», – отмечает Ольга Измайлова, директор по экономике и развитию предприятия.

Сегодня в экономике страны ощущается острый дефицит инженерных кадров. А ведь еще недавно Россия была инженерной страной. Сегодня, по данным статистики, доля специалистов инженерного профиля не превышает 8 %. На этом фоне выделяется компания «ТЕХИНКОМ», которая на протяжении многих лет занимается предоставлением инжиниринговых услуг и принимает на работу лиц с образованием инженера. Для получения должности соискателям приходится проходить двойной отбор – сахалинской компании и иностранных заказчиков. В «ТЕХИНКОМе» специалисты получают интересную работу и уникальный опыт. Немало сотрудников «ТЕХИНКОМа» при-

ехали на Сахалин из других регионов, благодаря чему в коллективе происходит обмен знаниями, опытом и культурой.

Предприятие активно инвестирует собственные средства в развитие и обновление производства, приобретение современного оборудования.

Инженерно-консультативный центр «ТЕХИНКОМ» – одна из немногих организаций в России, активно развивающихся в направлении практического применения новейших методов неразрушающего контроля целостности оборудования.

Как отмечает заместитель генерального директора по техническому развитию Сергей Вырелкин: «Новейшие методы позволяют проводить контроль на объектах по добыче нефти и газа, когда традиционные пути неэффективны».

В своей работе «ТЕХИНКОМ» использует такие методы, как ультразвуковой контроль с применением технологии фазированных решеток, контроль сварных швов времяпролетным методом, или методом дифракции, ультразвуковое сканирование сосудов под давлением с использованием дронов на магнитных колесах, внутритрубные инспекции трубок теплообменников с помощью ультразвука и электромагнитной индукции, цифровая и компьютерная радиография с применением высокоточных детекторов и сканеров, радиография крупногабаритного оборудования с использованием индукционных ускорителей частиц, контроль газовых утечек цифровыми термокамерами. Для обеспечения высококачественного контроля нефтегазового оборудования центр использует лучшую инспекционную технику компаний с мировым именем Olympus, Silverwing, General Electric и Durr.

Наиболее сложные услуги по контролю целостности были выполнены при внутритрубных инспекциях трубок теплообменников, а также при инспекциях с применением веревочного доступа. Уникальна инспекция сосуда под давлением с использованием циклического индукционного ускорителя частиц.

Сотрудничество с крупнейшими отечественными и иностранными компаниями, представленными на дальневосточном рынке, доскональное знание особенностей российского и международного законодательства, а также собственная и во многом уникальная материально-техническая база предприятия делает его выгодной площадкой для реализации на территории островного региона России и за ее пределами перспективных инвестиционных проектов.



# 20 лет

**В ноябре 2017 г. исполняется 20 лет Научно-промышленной компании «ЛУЧ».**

За 20 лет компания проделала большой путь, став одним из ведущих предприятий на российском рынке по производству средств неразрушающего контроля качества.

НПК «ЛУЧ» производит различные виды дефектоскопов, толщиномеров, твердомеров, установки для магнитопорошкового контроля, а также большой ассортимент расходных материалов к ним. Тысячи приборов производства НПК «ЛУЧ» успешно эксплуатируются во всех отраслях промышленности нашей страны, на предприятиях таких известных фирм, как ОАО «РЖД», ОАО «Газпром», ОАО «Красный котельщик», ОАО «Северсталь», ОАО «Уралвагонзавод», ОАО «Иркут», ОАО «Транснефть», Московский метрополитен и др.

За эти годы компания создала большой кадровый и научный потенциал. В компании работают высококвалифицированные специалисты, среди них доктор наук, три кандидата наук, пять специалистов III уровня по различным методам контроля.

Специалистами компании разработан ГОСТ Р 55614–2013 «Контроль неразрушающий. Толщиномеры ультразвуковые. Общие технические требования», а также большое количество нормативной документации для различных предприятий.

*Поздравляем коллектив НПК «ЛУЧ» с юбилеем и желаем процветания, новых творческих и производственных достижений!!!*



## **ФОРУМ «СВАРКА И ДИАГНОСТИКА НА ТРАНСПОРТЕ» XVII СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА-КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ «СВАРКА. КОНТРОЛЬ И ДИАГНОСТИКА. МЕТАЛЛООБРАБОТКА»**

**14 – 16 ноября 2017 г.**

**Международный выставочный центр «Екатеринбург-ЭКСПО»**

### **СВАРКА:**

сварка; наплавка и газотермическое напыление; резка и пайка металлов; лазерная обработка; производство сварочных материалов; вспомогательное сварочное оборудование; автоматизация, механизация, роботизация сварочных процессов; механическая обработка сварных соединений; защита от вредных воздействий.

### **КОНТРОЛЬ и ДИАГНОСТИКА:**

акустический контроль; вибродиагностика; вихретоковый контроль; оптический и визуальный контроль; радиационный контроль; тепловой контроль; капиллярный контроль; электромагнитный контроль.

### **МЕТАЛЛООБРАБОТКА:**

металлообрабатывающее оборудование; система автоматического проектирования; программные продукты для организации и управления производством; лазерное оборудование; пневматика и гидравлика; смазки и СОЖ; комплектующие изделия и материалы; техоснастка.

### **Контакты:**

- ХХХ Уральская конференция «Физические методы неразрушающего контроля (Янусовские чтения)» • Сташков Алексей Николаевич  
Тел.: +7 (343) 378-36-18 • stashkov@imp.uran.ru
- XVII региональная конференция «Сварка и родственные технологии» • Шалимов Михаил Петрович • Тел.: +7 (343) 375-95-69 • shalimovmp@gmail.com
- Семинар Национального агентства контроля сварки (НАКС) • Смородинский Яков Гаврилович • Тел.: +7 (343) 264-90-10 • sm@naks-ural.ru
- Выставочный оператор • Выставочное общество «Уральские выставки» • Рушенцева Галина Александровна  
Тел.: +7 (343) 385-35-35 • rushentseva@uv66.ru

[www.weld-metal.ru](http://www.weld-metal.ru)

# V МЕЖДУНАРОДНЫЙ ПРОМЫШЛЕННЫЙ ФОРУМ

НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ  
ИСПЫТАНИЯ • ДИАГНОСТИКА



100  
ЭКСПОНЕНТОВ



3000  
ПОСЕТИТЕЛЕЙ



МАСШТАБНЫЙ  
ИНФОРМАЦИОННЫЙ  
ОХВАТ



БОЛЕЕ  
20 КРУГЛЫХ  
СТОЛОВ



ПЛОЩАДЬ  
2500 м<sup>2</sup>



ВЫГОДНАЯ  
СИСТЕМА  
СКИДОК



ОРГАНИЗАТОР:  
РОССИЙСКОЕ ОБЩЕСТВО ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ  
КОНТРОЛЮ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКЕ



**27 ФЕВРАЛЯ • 1 МАРТА 2018**  
**МОСКВА • ЦВК ЭКСПОЦЕНТР**

Диагностика технического состояния является важнейшим этапом обеспечения эффективной эксплуатации промышленных конструкций и узлов, зданий, сооружений и объектов транспорта. Проведение своевременного и качественного обследования позволяет минимизировать затраты на обслуживание и ремонт и в конечном счете продлить ресурс безаварийного функционирования объекта.

**КЛЮЧЕВАЯ ЗАДАЧА ФОРУМА**  
**- ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОЧЕК РОСТА И РАЗВИТИЯ НАПРАВЛЕНИЙ:**

<b>НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ</b>	<b>МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ</b>
<b>ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ</b>	<b>ТЕХНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА</b>
<b>ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РЕСУРСА</b>	

**В ОБСУЖДЕНИИ И РЕШЕНИИ ВОПРОСОВ ФОРУМА**  
**ПРИМУТ УЧАСТИЕ СПЕЦИАЛИСТЫ ОТРАСЛЕЙ:**

- АВИАЦИЯ И КОСМОС
- МЕТАЛЛУРГИЯ И МАШИНОСТРОЕНИЕ
- АТОМНАЯ, ТЕПЛОВАЯ И ГИДРОЭНЕРГЕТИКА
- НЕФТЕГАЗОВЫЙ КОМПЛЕКС
- СТРОИТЕЛЬСТВО
- СТАНДАРТИЗАЦИЯ И МЕТРОЛОГИЯ
- ОБУЧЕНИЕ, АТТЕСТАЦИЯ, СЕРТИФИКАЦИЯ
- ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ И АВТОМОБИЛЬНЫЙ ТРАНСПОРТ
- ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННЫЙ КОМПЛЕКС

**ЗАБРОНИРУЙТЕ СТЕНД НА САЙТЕ:**  
**WWW.EXPO.RONKTD.RU**



# ДЕЛОВАЯ ПРОГРАММА ФОРУМА «ТЕРРИТОРИЯ NDT 2017» – ОТЧЕТЫ ПО КРУГЛЫМ СТОЛАМ



## НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ В КОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ И ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

**Модератор:**

**ПРОХОРОВИЧ Владимир Евгеньевич**

Д-р техн. наук, профессор,  
НИЦ технологий контроля качества РКТ  
Университета ИТМО, Санкт-Петербург

В рамках форума «Территория NDT 2017» (28 февраля–2 марта 2017 г., Москва, Экспоцентр на Красной Пресне) 1 марта 2017 г. был организован круглый стол «Неразрушающий контроль в космической отрасли и оборонно-промышленном комплексе», модератором которого выступил президент РОНКТД, директор НИЦ ТКК РКТ Университета ИТМО, д-р техн. наук, профессор В.Е. Прохорович. Целью проведения круглого стола являлся обмен научно-практическими знаниями между специалистами российских и зарубежных производственных предприятий и научных организаций по решению следующих проблемных вопросов:

- 1) неразрушающий контроль изделий и конструкций из композиционных материалов (КМ);
- 2) неразрушающий контроль конструкций и изделий, созданных по аддитивным технологиям;
- 3) перспективные методы и средства неразрушающего контроля для космической отрасли и оборонно-промышленного комплекса (ОПК).

В работе круглого стола приняли участие представители предприятий авиационной, космической, судостроительной и атомной промышленности, разработчиков методов и средств неразрушающего контроля (НК), высших учебных заведений: ОАО «Композит», ОАО «УНИИКМ», АО «Климов», ФГУП «ЦАГИ», ФГУП «ВИАМ», НИЦ «Курчатовский институт» – ЦНИИ КМ «Прометей», ИПФ НАН Беларуси, ООО «НТЦ «Эталон», АО

«ИФТП», НИТУ «МИСиС», Университет ИТМО, Горный университет, Томский политехнический университет.

Открыл заседание круглого стола д-р техн. наук, профессор В.Е. Прохорович. Он осветил основную цель данного круглого стола, перечислил подлежащие обсуждению темы, представил основных участников, ознакомил с порядком работы и призвал всех к конструктивному обсуждению вопросов.

Представители ФГУП «ЦАГИ» И.Н. Качарава и Т.Б. Рыжова выступили с докладами «Задачи неразрушающего контроля в металлокомпозитных соединениях авиационных конструкций» и «Неразрушающий контроль углепластиков методами акустической микроскопии», касающиеся проблемы неразрушающего контроля изделий и конструкций из композиционных материалов.

В докладе были рассмотрены вопросы прочности композиционных материалов (И.Н. Качарава) и возможности исследования структур углепластиков на микроуровне методом акустической микроскопии (Т.Б. Рыжова). По данному докладу было задано множество конструктивных вопросов, на большинство из которых были получены исчерпывающие ответы.

Д-р физ.-мат. наук, профессор А.А. Карабутов (НИТУ «МИСиС») сделал доклад «Автоматизированный лазерно-ультразвуковой контроль конструкций из полимерных композиционных материалов» по результатам применения контактной лазерно-ультразвуковой микроскопии, позволяющей визуализировать укладку и нарушения структуры полимерных композиционных материалов (ПКМ). При обсуждении доклада было отмечено, что задача контроля пор, пористости, расслоений и других дефектов ПКМ продолжает оставаться актуальной.

Заведующий лабораторией «Тепловых методов контроля» Томского политехнического университета, д-р техн. наук, профессор В.П. Вавилов в своем докладе «Возможности теплового контроля самолетных панелей из углепластика на стадии производства» отметил преимущества теплового метода при контроле панелей из КМ, в частности углепластиковых панелей самолетов на стадии производства и при их эксплуатации. Особый интерес вызвали данные по ультразвуковой инфракрасной термографии, позволяющей выявлять «слипнутые» (с малым раскрытием, менее 1 мкм) дефекты.

В продолжение обсуждения вопроса неразрушающего контроля и диагностики ПКМ и конструкций из них главный научный сотрудник ФГУП «ВИАМ», д-р техн. наук В.В. Мурашов (доклад «Контроль и диагностика деталей



*Выступает президент РОНКТД, д-р техн. наук, профессор В.Е. Прохорович*

и конструкций из полимерных композиционных материалов акустическими методами») поделился своим опытом и рассказал о типах ПКМ и видах дефектов, характерных для таких материалов. Докладывая об использовании методов и средств НК ПКМ, В.В. Мурашов уделил особое внимание акустическим методам контроля.

Доклады по вопросу НК конструкций и изделий, созданных по аддитивным технологиям, вызвали заметный интерес, в частности результаты исследования дефектов в деталях, сложнопрофильных заготовках и изделиях, полученных методами аддитивных технологий инженера ОАО «Комполит» В.М. Сафроновой



*Живая дискуссия: д-р техн. наук В.В. Мурашов, д-р техн. наук, профессор Е.Б. Черепецкая*



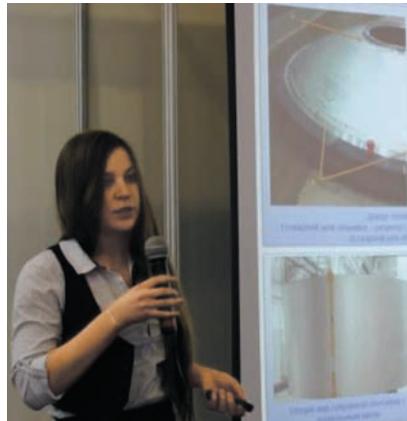
*Доклад д-ра техн. наук, вице-президента РОНКТД В.П. Вавилова*

(доклад «Исследование дефектов в деталях, полученных методами аддитивных технологий»).

Заместитель директора по НИОКР ООО «НТЦ «Эталон», канд. техн. наук В.А. Быченко, отвечая на вопросы участников конференции по докладу В.М. Сафроновой в части НК, плавно подошел к теме своего доклада «Результаты экспериментальных исследований ультразвуковых методов контроля качества сложнопрофильных заготовок и изделий, полученных селективным лазерным сплавлением» и изложил результаты экспериментальных исследований. Доклад В.А. Быченка также вызвал повышенный интерес у присутствующих.

А.И. Быкова, представитель АО «ЦНИИСМ», отметила такую малоизученную особенность структуры материалов, получен-





Доклады круглого стола: аспиранты Университета ИТМО И.В. Беркутов и К.А. Степанова

ных с использованием аддитивных технологий, как пористость.

Участники круглого стола обосновали необходимость проведения исследований по оценке допустимости пористости в новых материалах. По результатам исследований должны быть получены нормы дефектности для новых и перспективных технологий производства. В целом в ходе дискуссии было отмечено, что ультразвуковой метод контроля позволит в дальнейшем измерять пористость и определять внутренние дефекты при изготовлении изделий методами аддитивных технологий.

Далее рассматривались перспективные методы и средства НК для космической отрасли и ОПК. Здесь были представлены результаты экспериментальных исследований остаточных напряжений в сварных соединениях толстостенных конструкций с использованием ультразвукового метода. Указанный метод показал качественно достоверные результаты оценки изменения остаточных напряжений в объектах контроля при различных внешних воздействиях.

Аспирант Университета ИТМО К.А. Степанова (доклад «Результаты экспериментальных исследований применимости метода акустической эмиссии при контроле соединений, выполненных

сваркой трением с перемешиванием») изложила результаты экспериментальных исследований применимости метода акустической эмиссии (АЭ) при контроле соединений, выполненных сваркой трением с перемешиванием (СТП). В.Е. Прохоровичем была отмечена актуальность вопросов, связанных с НК сварных соединений, получаемых методом СТП, и акцентировано внимание на необходимости дальнейших исследований в данном направлении. Канд. техн. наук В.Г. Шипша обратил внимание докладчика на необходимость экспериментального доказательства выявления непровара в корне шва методом АЭ непосредственно в процессе сварки.

Канд. техн. наук А.Е. Ивкин и аспирант Горного университета А.В. Кондратьев выступили с докладами «Метрологическое обеспечение динамического метода измерения твердости по Либу» и «Обеспечение достоверности результатов измерения твердости функциональных покрытий в нано- и микрометровом диапазоне с использованием метода инструментального индентирования», касающимися достоверности результатов и метрологического обеспечения измерений твердости с использованием метода инструментального инден-

тирования. Ими предложены технические решения, которые могут быть положены в основу разработки эталона твердости по Либу и эффективных решений обеспечения единства измерений механических свойств методом инструментального индентирования.

Таким образом, в рамках круглого стола было обсуждено множество вопросов, связанных с разработкой и внедрением технологий в производство перспективных изделий в космической отрасли и оборонно-промышленном комплексе РФ и НК. Развернутые и содержательные дискуссии позволили определить круг нерешенных задач и перспективных направлений работ. Прозвучало множество интересных вопросов к докладчикам и конструктивной критики, которые были восприняты как направление для дальнейших работ и более глубоких исследований в области неразрушающего контроля.

В целом заседание круглого стола позволило представителям ведущих научных, конструкторских и производственных организаций ракетно-космической и оборонно-промышленной отраслей совместно с разработчиками и исследователями методов и средств неразрушающего контроля обсудить множество важных тем и обменяться мнениями, что, несомненно, даст толчок к решению представленных проблемных вопросов.

**Отчет предоставили:**  
**ШИПША Владимир Григорьевич,**  
*начальник исследовательской лаборатории неразрушающего контроля Учреждения науки ИКЦ СЭКТ, Санкт-Петербург*  
**ФЕДОРОВ Алексей Владимирович,**  
*директор Учреждения науки ИКЦ СЭКТ, профессор Университета ИТМО, Санкт-Петербург*

## РИСК-ОРИЕНТИРОВАННОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ ДИАГНОСТИРОВАНИЕ

### Модераторы:

**МАХУТОВ Николай Андреевич,**

член-кор. РАН,

Институт машиноведения им. А.А. Благонравова, Москва

**ИВАНОВ Валерий Иванович,**

д-р техн. наук,

НИИИМ МНПО «Спектр», Москва

Повышение требований в области техногенной безопасности, развитие научно-технических представлений и разработок, обеспечивающих безопасность технических систем, неизбежно привело к необходимости использования количественных показателей техногенной безопасности (ТгБ). Комплексной и универсальной мерой ТгБ является величина риска аварии. В пользу этого вывода говорит повышенное внимание вопросам оценки риска и созданию документов разного уровня, обеспечивающих внедрение риск-ориентированных подходов в практику обеспечения техногенной безопасности. Количественной оценкой ТгБ является величина риска аварии. Начиная с 2013 г., после принятия новой редакции закона о промышленной безопасности от 2 июля 2013 г., в Ростехнадзоре была создана система НТД, которая обеспечивает легитимацию риск-ориентированных подходов при оценке промышленной безопасности.

В существующих методах оценки риска аварии в подавляющем большинстве случаев отсутствует учет технического состояния объекта, риск аварии которого требуется определить. Таким образом, исключается возможность и необходимость использования результатов технического диагностирования (ТД) при оценке риска аварии, что суще-

ственно усложняет получение количественных показателей риска. В этой связи было принято решение о проведении в рамках форума «Территория NDT 2017» круглого стола на тему «Риск-ориентированное техническое диагностирование». Его программу составляли 5 докладов, в которых были проанализированы основные проблемы, связанные с рассмотрением возможностей, проблем и задач, обеспечивающих реальное использование методов и средств НК-ТД для оценки риска аварии.

В докладе чл.-кора РАН Н.А. Махутова «Оценка рисков при создании и функционировании объектов» рассмотрены вопросы, связанные с оценкой рисков при создании и функционировании объектов. Приведены национальные приоритеты и стратегические цели развития страны. Показано, что одной из базовых стратегических задач является обеспечение промышленной безопасности. Для решения данной задачи сформулированы критерии безопасности и развития, которые включают в себя качественные и процедурные требования, критерии индивидуальных рисков и критерии экономических рисков. Показано, что удовлетворение указанных критериев обеспечивается корпусом законов РФ, включающим ФЗ «О безопасности» от 28 декабря 2010 г. № 390-ФЗ, ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ (в ред. от 2 июля 2013 г.), ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений» от 21 июля 1997 г. № 117-ФЗ (в редакции от 12 марта 2014 г.) и ряд других законов.



Член-кор. РАН Н.А. Махутов



Д-р техн. наук В.И.Иванов

Рассмотрены классы ОПО (критически и стратегически важные объекты) с позиции влияющих факторов на безопасность предприятий, включая природные, техногенные и человеческие факторы. Перечислены методы оценки показателей безопасности в их историческом развитии: прочности, ресурса, надежности, живучести, безопасности, риска, защищенности. Аварии и катастрофы классифицированы на: локальные, объектовые, местные, региональные, национальные, глобальные, планетарные. Для этих классов определены величины ущерба и вероятности этих событий. В соответствии с данной классификацией предложено строить стратегию, тактику и методики защиты от катастроф. Сформулированы определяющие соот-

ношения для рисков, включающие в себя условия безопасности, вероятности опасных процессов, ущерба от опасных процессов, риски опасных процессов. При оценке рисков принимается во внимание фактический расчетный риск  $R(t)$ , критический (неприемлемый) риск  $R_c(t)$ , приемлемый риск  $[R(t)]$ , затраты на снижение риска  $Z(t)$ , запасы по рискам  $n_R(n_R=2-5)$ , коэффициент эффективности затрат  $m_Z$ .

Предложена общая структура обеспечения технических устройств в соответствии с этапами и годами, базовые требования и критерии безопасности. Последовательно перечислены базовые требования, критерии и годы начала использования этих критериев: Прочность → Неразрушимость (1920), Жесткость, Устойчивость → Сохранение размеров и формы (1940), Ресурс → Долговечность (1960), Надежность → Отказоустойчивость (1970), Живучесть → Трещиностойкость (1980), Безопасность → Управление безопасностью (1990), Риск → Приемлемые риски (2010), Защищенность → Обеспечение защищенности (2020).

В докладе д-ра техн. наук, профессора А.Ф. Гетмана «Оценка вероятности разрушения технических устройств с использованием методов механики разрушения» рассмотрены количественные связи показателей надежности по критериям разрушения, течи или выявления дефекта в эксплуатации с результатами неразрушающего контроля.

В первую очередь докладчик показал влияние качества изготовления на надежность объекта. В частности, исследованы наиболее опасные дефекты – трещины (продольные и поперечные) в сварном шве и околошовной зоне. Для исследования этих трещин в лаборатории ВНИИАЭС в период 1986–1996 гг. был изготовлен уникальный комплект

полномасштабных тест-образцов, имитирующих дефекты в различных элементах первого контура АЭС, включая: коллектор парогенератора реактора ВВЭР-1000, тройник из стали типа 0X18H10T Ду500, Ду200 ГЦТ РУ ВВЭР440; трубопровод Ду500 ГЦТ РУ ВВЭР440; трубопровод Ду800 КМПЦ РУ РБМК-1000; элемент корпуса реактора ВВЭР440 и в других элементах.

С использованием этих образцов был проведен большой объем работ, в которых получены основные показатели неразрушающего контроля. В частности, выведены зависимости выявляемости дефектов от их площади  $S$ . Получены кривые, сравнивающие результаты четырех операторов НК. Исследованы зависимости выявляемости дефектов, обнаруженных при контроле с помощью различных методик, от размеров (протяженности) дефекта. Были использованы две методики. В контроле принимали участие операторы различной квалификации. Контроль проводили как в лабораторных условиях, так и на АЭС. Результаты имели большой разброс выявляемости 15–95%. Исследованы зависимости выявляемости дефектов для различных методов НК, включая радиографию, УЗК.

Важным показателем качества объекта является остаточная дефектность, которую можно определить, имея информацию об исходной дефектности и функции распределения выявляемых в результате контроля дефектов. Для уменьшения величины остаточной дефектности полезно проведение повторных контролей.

Показано, что вероятность разрушения  $P_p$  равна вероятности существования в элементе конструкции дефекта с размерами, которые обеспечивают выполнение условия  $P_p = P_a(a \geq a_{crit})$ , где  $a_{crit}$  равно либо толщине стенки объекта (критерий течь перед разрушением),

либо критическому размеру трещины, приводящей к разрушению. Приведены вероятности возникновения течей или разрушений ГЦТ энергоблока № 3 АЭС «Моховце» в рамках концепции ТПП:

- 1) вероятность возникновения течи через сквозной дефект не превышает величины  $1 \cdot 10^{-5}$ ;
- 2) вероятность разрушения трубопровода после возникновения течи в связи с высокой циклической вязкостью разрушения конструкционной стали менее  $1 \cdot 10^{-7}$ ;
- 3) вероятность разрушения трубопровода по механизму «разрушение без течи» для большинства рассмотренных критических зон трубопровода равна 0, а для нескольких зон  $P_p \ll 1 \cdot 10^{-7}$ .

Вероятность разрушения зависит от качества изготовления, разброса характеристик трещиностойкости, разброса нагрузки и качества контроля.

В настоящее время созданы программные продукты, обеспечивающие расчеты вероятностей разрушения с использованием информации о конструкции, свойствах материала, данных по напряжениям и дефектности материала. Применение методов механики разрушения (МР) и НК позволяет определить показатели безотказности изделия по критериям дефектности, течи или разрушения до начала эксплуатации без предварительных испытаний или без предварительной эксплуатации изделия, только по результатам неразрушающего контроля изделия, характеристикам достоверности использованного метода НК и скорости роста вероятных дефектов за время эксплуатации  $t$ .

В докладе д-ра техн. наук, профессора В.И. Иванова «Проблемы ТД и НК при оценке риска аварии» формулируется вопрос: как измерить промышленную безопасность? Старые под-

ходы основаны на подсчете человеческих жертв, материальных и финансовых потерь. Однако постулируется, что универсальной системной мерой является величина риска аварии. Оценку риска аварии  $R$  предложено выполнять с использованием выражения  $R=A \cap P_f(t) \cap E \cap L$ , где  $A$  – априорная информация (идентификация опасностей);  $P_f(t)$  – вероятность разрушения;  $E$  – развитие процесса аварии (Escalation);  $L$  – величина потерь; символ  $\cap$  означает логическое умножение разнородных классов событий.

В настоящее время разработано и применяется более 40 методик оценки риска, включая построение деревьев событий, деревьев отказов и т.д. Отмечено, что в действующих методических документах по оценке риска как в системе Росстандарта и Ростехнадзора, так и в зарубежных документах, как правило, при оценке риска используют не вероятность аварии, а статистические показатели или экспертные оценки. Это приводит к большому разбросу оценок, достигающих нескольких порядков величины.

Показано, что определить вероятность аварии можно только при выполнении технического диагностирования и неразрушающего контроля. При этом необходимо иметь информацию о техническом состоянии объекта, риск аварии которого находят. Поэтому техническое диагностирование формулируем как определение технического состояния объекта в целях оценки промышленной безопасности посредством определения вероятности аварии. Основная проблема ТД заключается в обеспечении реальной связи между составляющими ТД + использование результатов ТД при оценке риска аварии.

Развитие подходов в оценке опасности дефектов связано с

переходом от нормирования дефектов к расчету влияния дефектов на безопасность объекта, что предопределяет переход от дефектоскопии к дефектометрии. Для этого требуются значительные объединенные усилия многих организаций и специалистов, а также специальное финансирование работ и организация программ исследований, подобных программам PISC (I–II–III, 1975–1995 гг.). Потребуются разработка комплекса НТД и стандартов по оценке риска с использованием методов технического диагностирования, создание методик оценки вероятности аварии. Целесообразна разработка системы подготовки и аттестации специалистов в области ТД.

Доклад генерального директора ГИАП-ДИСТцентр В.В. Мусатова «Риск-ориентированная оценка состояния технических устройств» посвящен рассмотрению конкретных вопросов использования методов ТД для оценки вероятности аварий производственных объектов. При этом основными целями внедрения риск-ориентированного (РО) ТД должны являться: систематизация подходов по контролю технических устройств (ТУ), обеспечение повышения уровня промышленной безопасности, минимизация числа отказов, выработка единых требований к процессу ТД и анализу фактического состояния ТУ, оптимизация процесса ТД, определение объема ремонтных работ ТУ, перечня заменяемых узлов и деталей и, наконец, определение возможности дальнейшей эксплуатации ТУ и прогноз остаточного ресурса ТУ.

В докладе отмечено, что существенными проблемами анализа риска является излишнее число необоснованных подходов и методик анализа, что приводит к неопределенности результатов и большому разбросу оценок

риска, достигающему 2–4 порядков величины. В этом отношении зарубежные стандарты ISO, API и других организаций не решают отмеченных проблем, поскольку в них отсутствуют оценки вероятности отказа. В докладе указано, что при выполнении вероятностного анализа отказа должны учитываться следующие характеристики: распределение механических свойств металла, начальная дефектность, режимы нагружения зон контроля (НП-084–2015 от 7 декабря 2015 г.), погрешности измерения параметров дефектов, вероятность обнаружения дефектов методами НК.

Приведен алгоритм риск-ориентированного ТД, включающий: составление технического задания, постановку задачи, анализ документации и натурное диагностирование с применением дефектометрических средств и методик, оформление результатов с обоснованными предложениями по дальнейшей эксплуатации объекта, указанием сроков и вероятностей отказов.

В докладе также приведены: предложения по этапам внедрения риск-ориентированного ТД на ОПО; принципиальная схема выполнения риск-ориентированного ТД; алгоритм ТД в рамках риск-ориентированного подхода; схема основных дефектов и их зависимость от механизмов деградации и влияющих факторов; пример эффективности программ технического диагностирования; дерево склонности к механизму повреждения (питтинговая коррозия); выявляемость дефектов ТУ в зависимости от методов контроля.

Приведены предложения ЗАО «ГИАП-ДИСТцентр» по этапам эволюции риск-ориентированного ТД, включающие:

**Этап 1.** Переход от ППР к созданию систем, основывающихся на качественной экспертной оценке состояния ТУ (по оценкам ЗАО



«ГИАП-ДИСТцентр», время перехода от двух лет);

**Этап 2.** Переход к созданию систем, основывающихся на количественных методах анализа риска (по оценкам ЗАО «ГИАП-ДИСТцентр», время перехода может составить до пяти лет после окончания этапа 1).

Сформулированы ближайшие задачи риск-ориентированного ТД, включающие: разработку НТД в области технического диагностирования, организацию подготовки и подготовку специалистов в области коррозии и технического диагностирования.

В докладе генерального директора ООО «НУЦ «Качество» С.Г. Копытова «Подготовка и ат-

тестация специалистов по техническому диагностированию и оценке риска аварий» сообщается, что ООО «НУЦ «Качество» проводило сертификацию специалистов по ТД в рамках СДСПНК РОНКТД в соответствии с аккредитацией, дающей право на проведение данных работ. Решением наблюдательного совета Единой системы оценки соответствия (ЕС ОС) № 78-БНС от 6 сентября 2015 г. внесены изменения в систему документов по аккредитации (СДА), касающиеся аттестации экспертов, и дополнения в Перечень областей аккредитации НОА, регламентирующие проведение аттестации специалистов по техническому диаг-

нострированию, обследованию и освидетельствованию в ЕС ОС.

Программа подготовки специалистов рассчитана на 80 ч и включает следующие основные разделы:

1. Промышленная безопасность. Техническое диагностирование и освидетельствование. Общие положения.
2. Требования по техническому диагностированию и техническому освидетельствованию объектов, поднадзорных Ростехнадзору.
3. Промышленная безопасность и охрана труда при эксплуатации и техническом диагностировании.
4. Актуальные вопросы развития нормативно-технической базы по техническому диагностированию.

В докладе приведен перечень экзаменов, которые проводятся при аттестации специалистов в области ТД, требования к содержанию реферата, подготавливаемого претендентом на аттестацию в области ТД.

*Отчет предоставил:  
ИВАНОВ Валерий Иванович,  
д-р техн. наук, НИИИИ МНПО  
«Спектр», Москва*

## ОБУЧЕНИЕ, СЕРТИФИКАЦИЯ, АТТЕСТАЦИЯ В НК

**Модераторы:**

**КОНОВАЛОВ Николай Николаевич,**  
д-р техн. наук,  
НТЦ «Промышленная безопасность»,  
Москва

**КОПЫТОВ Сергей Георгиевич,**  
НУЦ «Качество», Москва

**МУЛЛИН Александр Васильевич,**  
НУЦ «Контроль и диагностика», Москва

Заседание круглого стола «Обучение, аттестация и сертификация в области НК» в рамках форума «Территория NDT 2017» прошло 28 февраля 2017 г. Вел

работу круглого стола заместитель генерального директора ОАО «НТЦ «Промышленная безопасность», д-р техн. наук Н.Н. Коновалов. Участниками были заслушаны шесть докладов, в которых рассматривались вопросы обучения, аттестации и сертификации специалистов неразрушающего контроля в различных отраслях промышленности, в энергетике и на транспорте, включая новые методы неразрушающего контроля, а также новые подходы в области подтвер-

ждения компетентности персонала в этой области с учетом положительного отечественного и международного опыта.

Работа круглого стола началась с доклада «Сертификация персонала неразрушающего контроля для проведения работ в соответствии с требованиями DS-1 и ASME», с которым выступил канд. техн. наук Г.П. Батов (ООО «НУЦ «Качество», Москва). Было отмечено, что за последний год существенно возросла заинтересованность

российских компаний в сертификации своей продукции и услуг на соответствие американским стандартам, таким как ASME (стандарт для оборудования, работающего под давлением) и DS-1 (стандарт для буровых труб и оборудования).

На фоне падения прибыльности добычи нефти и газа зарубежные компании пытаются отказать от своих сервисных компаний и найти им замену среди российских сервисных компаний. Для того чтобы продукция или предоставляемые услуги соответствовали требованиям ASME и DS-1, персонал служб неразрушающего контроля организации должен проходить сертификацию по стандарту SNT-TC-1A, а оборудование и технологии контроля должны соответствовать требованиям стандарта.

Сертификация персонала по SNT-TC-1A – это сертификация персонала работодателем, и работодатель несет всю ответственность за последующую работу этого персонала. Существенной проблемой является требование к ответственному специалисту уровня III (руководителю органа по сертификации). Он должен быть «сертифицирован соответствующим образом». Под этим подразумевается сертификация специалиста в ASNT (Американском обществе неразрушающего контроля).

В настоящее время таких специалистов в России мало, поэтому в основном приглашаются зарубежные специалисты. Специалисты ООО «НУЦ «Качество» смогли пройти сертификацию в ASNT и к настоящему моменту успели получить достаточный опыт работ в создании и внедрении процедур сертификации персонала в соответствии с требованиями SNT-TC-1A и подготовке предприятий к прохождению аудита. Докладчик считает, что сертификация



*Д-р техн. наук Н. Н. Коновалов*

продукции и услуг в соответствии с американскими стандартами является не повышением технологической зависимости, а наоборот, ценным способом перенять опыт и заместить в России зарубежных поставщиков продукции и услуг.

С докладом «Подготовка персонала неразрушающего контроля в НОАП НК ООО «Энергодиагностика» (С.М. Колокольников, А.А. Дубов, ООО «Энергодиагностика», Москва) выступил С.М. Колокольников. Он считает, что для предотвращения внезапных отказов промышленного оборудования недостаточно применения только методов дефектоскопии, поскольку традиционные методы дефектоскопии направлены на выявление макродефектов в металле оборудования.

Для предотвращения внезапных усталостных повреждений прежде всего необходимы методы, позволяющие оценить напряженно-деформированное состояние (НДС) опасных объектов и выявить наиболее опасные участки (зоны) концентрации напряжений. Зоны концентрации напряжений (ЗКН), сформировавшиеся на этапах изготовления и эксплуатации оборудования, являются главными источниками интенсив-



*Канд. техн. наук Г.П. Батов*

ного развития коррозионных и усталостных повреждений и, как следствие, главной причиной отказа (аварии). Для новых изделий машиностроения ЗКН обусловлены структурной неоднородностью и технологией изготовления, в условиях эксплуатации – действием рабочих нагрузок. НОАП НК ООО «Энергодиагностика» является ведущим центром подготовки специалистов неразрушающего контроля по методу магнитной памяти металла (МПМ), который позволяет выявлять ЗКН на опасном промышленном оборудовании.

В докладе рассмотрен опыт НОАП НК ООО «Энергодиагностика» при подготовке специалистов II и III уровня квалификации, когда специально анализируются вопросы проведения комплексной диагностики оборудования на основе взаимодополняющих возможностей метода МПМ, методов традиционного неразрушающего контроля, а также средств оценки качества металла (замера твердости, металлографии и др.). Представлен опыт по формированию специальной программы подготовки и проведения аттестации персонала по методу МПМ и основанной на нем бесконтактной магнитомет-



Выступает Н.А. Тимошина

рической диагностики (БМД) подземных трубопроводов.

Доклад «Особенности подготовки специалистов по анализу дефектоскопической информации» (А.А. Марков, С.Л. Молотков, Е.А. Максимова, ОАО «Радиоавионика», Санкт-Петербург), с которым выступил А.А. Марков, был посвящен профессионализму и компетентности оператора как значительному звену в комплексе «дефектоскоп – оператор – среда», определяющему надежность неразрушающего контроля. Специалист по неразрушающему контролю должен быть хорошо обучен и обладать высокой квалификацией. Если процесс выполнения неразрушающего контроля сопровождается регистрацией и сохранением дефектоскопической информации, то ее анализ может быть выполнен как оперативно (т.е. непосредственно при проведении контроля объекта), так и в отложенном режиме (с использованием ранее записанных дефектограмм).

При фиксации признака дефекта необходимо его подтверждение. В ряде случаев пере- проверка может быть выполнена вслед за основным неразрушающим контролем – с принятием решения о наличии или отсутствии дефекта. Если неразрушающий контроль выполняется на большой скорости, то на первом этапе возможна лишь

фиксация очень крупных дефектов. При необходимости также выполняется перепроверка ранее зафиксированных дефектов путем реализации вторичного (натурного) осмотра с некоторой задержкой во времени. Таким образом, процедура анализа дефектограмм обуславливает двух – трехэтапный контроль объектов, который должен выполняться с большой ответственностью.

Для обеспечения высокой достоверности контроля, максимально исключая перебраковку и недобраковку, хорошо обученный оператор (расшифровщик) должен знать все нюансы процесса контроля. Анализ дефектоскопической информации (и соответственно, процесс обучения) усложняется также тем, что для выявления дефектов используются различные схемы прозвучивания, методы и параметры контроля. Для успешного решения названных проблем учебным центром разработана серия обучающих компьютерных программ, предназначенных для повышения эффективности подготовки следующих специалистов в области неразрушающего контроля рельсов:

- операторов-дефектоскопов;
- специалистов по контролю сварных стыков,
- расшифровщиков дефектоскопической информации.

Разработаны обучающие программы по материалам курсов лекций, а также на основе учебных фильмов и выдаваемых слушателям учебных пособий по дефектоскопии собственной разработки. Они содержат общую теоретическую часть (физические основы), компьютерное моделирование процессов ультразвукового контроля и содержат фрагменты реальных сигналов, полученных в процессе контроля. Компьютерное тестирование позволяет объектив-

но оценить качество теоретической подготовки специалиста и его практические навыки по обнаружению сигналов различными методами на фоне помех. После прохождения теста учащийся может подробно проанализировать свои ошибки в ответах на вопросы.

Обучающие программы позволяют изучить:

- процессы формирования сигналов ультразвукового и магнитного контроля на различных типах разверток;
- подлежащие обнаружению дефекты;
- измерение характеристик дефектов (в том числе и оценка реальных размеров);
- дефектоскопы и дефектоскопические комплексы различных производителей (в том числе и самые последние новинки);
- нормативные документы на контроль.

Докладчик отметил, что важное место в процессе обучения занимает обмен опытом в вопросах проведения дефектоскопии и расшифровки дефектограмм. По результатам интересных выступлений наиболее подготовленных учеников опубликовано более 35 статей в различных журналах. На занятиях передовым опытом делятся приглашенные специалисты различных предприятий. На примере Центра подготовки «Радиоавионика» были показаны особенности подготовки слушателей в области железнодорожного транспорта. На сегодняшний день обучение в центре прошло более 3500 специалистов по неразрушающему контролю рельсов.

В докладе А.В. Муллина, В.М. Стрижакова (НУЦ «Контроль и диагностика») «ISO 9712:2012: инспекционный контроль и процедура продления сертификации. Как соответствовать стандарту ISO/IEC 17024:2012?»

(выступил А.В. Муллин) указано, что стандарт ISO 9712:2012 «Не разрушающий контроль – Квалификация и сертификация персонала неразрушающего контроля» определяет процедуру продления сертификации как обязательное звено в цепочке сертификационного процесса. При этом основными условиями для продления сертификации являются отсутствие значительного перерыва в работе сертифицированного специалиста в период действия сертификата и соответствующее состояние зрения. Подтверждение соответствия данным критериям является основанием для заключения, что сертифицированный специалист имеет «непрерывную компетентность». В стандарте дано определение «значительного перерыва в работе», которое противоречит понятию «непрерывная компетентность». В докладе дан анализ процедуры продления и приведены доводы в пользу замены этого процесса на процедуру ресертификации. Более того, как отметил докладчик, в стандарте ISO/IEC 17024:2012 «Оценка соответствия – Общие требования к органам, проводящим сертификацию персонала» отсутствует такое понятие, как «продление», но есть понятие «инспекционный контроль», который должен проводиться органами по сертификации в период действия сертификата. В докладе проведен анализ требований и процедур проведения инспекционного контроля.

В докладе «Опыт взаимодействия органа по сертификации персонала с экзаменационными центрами и уполномоченными органами по квалификации» (А.В. Муллин, В.М. Стрижаков, НУЦ «Контроль и диагностика», Москва), с которым выступил В.М. Стрижаков, рассмотрен опыт взаимодействия органа по сертификации персонала (ОСП) «НУЦ «Контроль и диагности-



ка» с экзаменационными центрами (ЭЦ) и уполномоченными органами по квалификации (УКО), накопленный за более чем 20-летний период работы в области аттестации/сертификации персонала неразрушающего контроля.

Согласно ISO 9712:2012 и ПБ 03-440-02 ОСП (НОАП) может организовывать ЭЦ. Требования к региональным и отраслевым ЭЦ также приведены в СДА-13-2009. Для ЭЦ в НУЦ «Контроль и диагностика» разработаны и утверждены «Требования и порядок признания экзаменационных центров». Перечень требований к ЭЦ в процедурах по ISO 9712:2012 и ПБ 03-440-02 примерно одинаков и включает в себя требования: к составу экзаменаторов, нормативно-техническому обеспечению, процедурам проведения квалификационных экзаменов, каталогам экзаменационных вопросов и экзаменационных образцов, системе ведения документов, системе менеджмента качества, безопасности и конфиденциальности.

Порядок признания ЭЦ включает в себя: подачу заявки, первичное и периодическое обследование (аудит), оформление договора и выдачу свидетельства, а в приложениях к

процедуре приведены специальные требования к ЭЦ по конкретным методам НК и формы основных документов. В настоящее время в состав ОСП (НОАП) «НУЦ «Контроль и диагностика» входят семь региональных экзаменационных центров.

В соответствии с ISO 9712:2012 ОСП может делегировать под свою непосредственную ответственность подробное управление процедурой квалификации УКО, который является независимым от работодателя и к которому предъявляется ряд существенных требований.

В «НУЦ «Контроль и диагностика» разработана и утверждена специальная процедура «Требования и порядок признания Уполномоченных органов по квалификации», конкретизирующая требования к персоналу, помещениям, оборудованию и вспомогательным средствам, экзаменационным вопросам и экзаменационным образцам, стандартам и нормативным документам, безопасности и конфиденциальности. Отдельно приведены требования к документированным процедурам, управлению документами и данными, к кандидатам и их идентификации, проведению экзаменов, оценке результатов

экзаменов, обзору менеджмента и внутреннему аудиту. Порядок признания УКО, описанный в данной процедуре, включает подачу заявки, первичное и периодическое обследование (аудит), оформление договора и выдачу свидетельства, а в приложениях к процедуре приведены рекомендации по оборудованию для конкретных методов НК и формы основных документов.

В настоящее время в составе ОСП «НУЦ «Контроль и диагностика» успешно работают три международных УКО: в г. Харьков (Украина), г. Багдад (Ирак) и г. Ченнай (Индия) с экзаменационными центрами в г. Дубай (ОАЭ) и г. Батам (Индонезия). Основной целью взаимодействия с ЭЦ и УКО, признанными органом по сертификации персонала, является обеспечение единообразия требований к персоналу, технической и методической базе, процедурам проведения и оценки результатов квалификационных экзаменов. Опыт работы ОСП «НУЦ «Контроль и диагностика» с ЭЦ и УКО показывает, чем тщательнее проводится первичное обследование, качественнее устраняются выявленные несоответствия, тем меньше замечаний к их работе в дальнейшем. Поддержание соответствия единым требованиям обеспечивается проведением как ежегодных совместных семинаров, так и на соответствующем уровне аудитов. Это подтверждается и результатами инспекционных аудитов, проводимых аккредитующими организациями.

С докладом «Роль квалификации персонала при прохождении аудита процессов НМК по международной программе Nadcap» выступили З. Завадил (ATG s.r.o., Прага, Чехия) и Н.А. Тимошина (ООО «АктивТест-Груп», Санкт-Петербург, Россия). Они сообщили, что Nad-

сар – это универсальная программа аккредитации предприятий на основе результатов аудита специальных процессов на производствах в аэрокосмической отрасли. К специальным процессам в том числе относится неразрушающий контроль. Процедура аудита призвана проверять, насколько фактическое выполнение процессов неразрушающего контроля на производстве поставщика соответствует требованиям заказчиков, которые, в свою очередь, являются участниками программы Nadcap.

Программа Nadcap включает:

- 1) контроль качества в аэрокосмической промышленности, который придерживается стандартом качества AS/EN/JISQ 9100 и AS/EN9110. В дополнение Nadcap признает стандарт ISO 17025 для лабораторий по тестированию, включая лаборатории по неразрушающим исследованиям;
- 2) квалификацию персонала, оборудование и используемые материалы для выполнения специального процесса неразрушающего контроля;
- 3) качество и объем выполнения всех процедур специального процесса неразрушающего контроля.

Указано, что ключевым фактором для подготовки и прохождения аудита является наличие специалиста уровня 3 (RL3) по неразрушающему контролю – внутреннего или внешнего. Специалист данного уровня должен обладать необходимым опытом и квалификацией, чтобы контролировать соблюдение всех обязательных требований при выполнении процессов неразрушающего контроля – от подготовки персонала лаборатории неразрушающего контроля до мониторинга всех средств неразрушающего контроля. Необходим подготовленный квалифицированный персонал с дей-

ствительными сертификатами в соответствии с практическим руководством предприятия по обучению и квалификации персонала на основе EN ISO9712 или EN4179/NAS410.

Дефектоскописты не только должны строго выполнять все процедуры согласно письменным рабочим инструкциям (written instructions, WI), составленным на основе письменных процедур (written procedures, WP), но и понимать собственно процесс. Также требуются: система менеджмента качества специального процесса, соответствующее требованиям оборудование и все сопутствующие материалы, образцы и пр. Квалификация персонала рассматривается как важнейшее условие для аккредитации предприятия по Nadcap, что, в свою очередь, содействует получению заказов от крупных иностранных заказчиков в авиакосмической отрасли, обеспечивает полноценную международную кооперацию и способствует развитию новых компетенций.

В ходе ответов на вопросы к докладчикам и дискуссий, продолживших выступления докладчиков, были даны разъяснения по возникшим у участников круглого стола вопросам. Подводя итоги работы, участники отметили необходимость совершенствования взаимосвязи обучения и аттестации (сертификации) персонала и внедрения новых подходов в области подтверждения компетентности специалистов с учетом положительного отечественного и международного опыта.

*Отчет предоставил:*

**КОНОВАЛОВ**

*Николай Николаевич,*

*д-р техн. наук,*

*ОАО «НТЦ «Промышленная безопасность», Москва*





## АКУСТИЧЕСКИЕ КОНТРОЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

Приборы для неразрушающего  
контроля металлов, пластмасс  
и бетона

115598, МОСКВА, УЛ. ЗАГОРЬЕВСКАЯ, Д. 10, КОРП. 4  
ТЕЛ./ФАКС: +7 (495) 984-74-62 (МНОГОКАНАЛЬНЫЙ)  
WWW.ACSYS.RU | MARKET@ACSYS.RU

# A1270



**ПЕРВЫЙ В МИРЕ ЭМА ТОЛЩИНОМЕР  
С ТЕХНОЛОГИЕЙ ИМПУЛЬСНОГО  
ПОДМАГНИЧИВАНИЯ**



### УДОБСТВО В РАБОТЕ

- **БЕЗ ЖИДКОСТИ**
- **БЕЗ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ  
ПОВЕРХНОСТИ ОБЪЕКТА КОНТРОЛЯ**
- **БЕЗ ПРИТЯЖЕНИЯ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ  
К ПОВЕРХНОСТИ ОБЪЕКТОВ ИЗ СТАЛЕЙ**
- **БЕЗ РЕЗКОГО УДАРА ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ  
О ПОВЕРХНОСТЬ ОБЪЕКТА КОНТРОЛЯ**
- **БЕЗ НАЛИПАНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ  
СТРУЖКИ НА ПРОТЕКТОР  
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ**

### ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Диапазон измеряемых толщин: преобразователем S3850 5.0A0D8ES	0,5 – 50 мм
Диапазон частот преобразователя	2,5 – 5,0 МГц
Основная погрешность измерений толщины X, мм, не более:	$\pm(0,01X+0,1)$
Диапазон настройки скорости ультразвука	1 000 – 9 999 м/с
Размер и тип дисплея	3,5" TFT, антибликовый цветной
Количество запоминаемых результатов	50 000 измерений 4 000 A-Сканов
Номинальное значение напряжения аккумулятора	13,2 В
Время непрерывной работы от аккумулятора, не менее	9 ч
Интерфейс для связи с компьютером	USB
Габаритные размеры электронного блока, мм	190 x 87 x 40
Масса электронного блока, не более	900 г
Диапазон рабочих температур	от – 30 до +50 °С



## ЕВРОПЕЙСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «СЕРТИФИКАЦИЯ 2017»



### **МУЛЛИН Александр Васильевич**

Вице-президент РОНКТД,  
руководитель направления  
«Международная деятельность»  
РОНКТД, НУЦ «Контроль и диагностика»,  
Москва

6–7 июня 2017 г. в г. Вена, Австрия, состоялась 8-я Европейская конференция «Сертификация 2017», организованная Австрийским обществом по неразрушающему контролю при поддержке Европейской федерации по неразрушающему контролю (EFNDT). Конференция прошла под девизом «5 лет ISO 9712:2012 – что дальше?»

В конференции приняли участие более 80 участников из 29 стран мира. Кроме европейских стран в конференции приняли участие такие страны, как Австралия, Япония, Сингапур, Китай, Южная Корея, ЮАР, США, Канада, Бразилия.

Россию представляли пять специалистов из НУЦ «Контроль и диагностика» и два специалиста из НУЦ «Качество». На конференции было представлено 28 докладов, в том числе два доклада НУЦ «Контроль и диагностика» А.В. Муллина и Н.С. Маковчук.

Открыл конференцию председатель оргкомитета, вице-президент и исполнительный директор Австрийского общества по неразрушающему контролю господин Герхард Ауфрихт. В своей приветственной речи он подчеркнул, что ISO 9712:2012 сыграл важную роль в процессе объединения двух стандартов EN 473 и ISO 9712. Однако спустя 5 лет встал вопрос об улучшении стандарта и продвижении вперед в области гармонизации процессов сертификации. Председатель CEN TC 138 «Неразрушающий контроль» господин Роберт Леви проинформировал о работе технических комитетов ISO и CEN по стандартизации в области сертификации персонала неразрушающего контроля. Веду-



*Участники конференции*



*Председатель оргкомитета, вице-президент и исполнительный директор Австрийского общества по неразрушающему контролю господин Герхард Ауфрихт*



*Председатель CEN TC 138 «Неразрушающий контроль» господин Роберт Леви*

шие специалисты в области сертификации персонала неразрушающего контроля поделились опытом применения стандарта ISO 9712:2012 в своих странах, акцентировали внимание на тех положениях стандарта, которые могут неоднозначно интерпретироваться, высказали идеи по улучшению стандарта. Было отмечено, что в настоящее время стандарт ISO 9712:2012 находится в стадии периодического контроля, и не позднее 4 сентября 2017 г. должно быть принято решение о необходимости его пересмотра.

В ходе конференции состоялось вручение сертификатов о признании ICNDT органов по сертификации персонала. От России такой сертификат получил НУЦ «Контроль и диагностика».

Основными выводами конференции являются следующие положения:

- стандарт ISO 9712:2012 должен быть пересмотрен в соответствии с действующими процедурами ISO;
- ответственность работодателей должна быть более четко определена и усилена. В частности, работодатель должен нести ответственность за достаточный производственный опыт персонала неразрушающего контроля;
- вместо процедуры продления должна проводиться ресертификация по упрощенной схеме;
- ресертификация специалистов III уровня должна проводиться без практического экзамена;
- должна быть увеличена продолжительность предварительной подготовки специалистов по ультразвуковому и радиографическому методам контроля;
- должны быть уточнены функции органа по сертификации, уполномоченных органов по квалификации и экзаменационных центров;



*Вручение сертификата*

- должен быть уточнен порядок оценки результатов практического экзамена.
- Итоги конференции очень важны в практическом плане и могут быть использованы ISO TC 135 «Неразрушающий контроль» в случае принятия решения о необходимости пересмотра ISO 9712:2012.
- Презентации участников конференции можно скачать на сайте Австрийского общества по неразрушающему контролю <http://www.oegfzp.at/>

ВЫСТАВКИ, СЕМИНАРЫ, КОНФЕРЕНЦИИ



## КВЕСТ «НК. ПОГРУЖЕНИЕ»

С 28 февраля по 2 марта 2017 г. в ЦВК «Экспоцентр» на Красной Пресне проходил **ежегодный Всероссийский форум по неразрушающему контролю «Территория NDT 2017»**. В рамках форума ежедневно проводился профессиональный квест, подготовленный компанией ООО «ИКБ «Градиент» по теме «НК. Погружение».

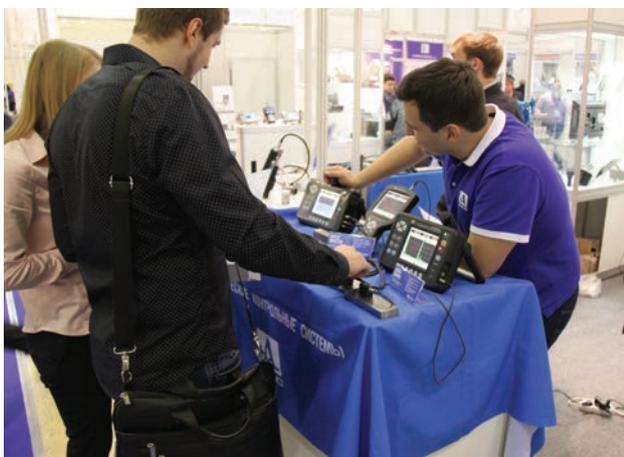
Организационную и техническую поддержку в осуществлении данного мероприятия любезно согласились оказать следующие компании: РОНКТД, ООО «АКС», ООО «Ньюком-НДТ», ООО «НТЦ «Эксперт», ООО «НПЦ «ЭХО+».

Участники квеста получили уникальную возможность поработать на оборудовании, представленном на стендах партнеров ООО «ИКБ Градиент» и погрузиться в увлекательное путешествие по миру НК.

Из линейки производимой продукции специалисты ООО «АКС» выбрали наиболее понятный и интуитивно доступный для работы прибор – де-

фектоскоп-томограф A1550 IntroVisor, позволяющий по результатам ультразвукового контроля максимально возможную информацию об объекте. Большинство участников соревнования без труда справились с заданием, которое состояло в поиске образца с дефектом, и получили верный ответ. По мнению генерального директора ООО «АКС» В. А. Суворова, игроки выполняли задания с неподдельным азартом, а сам выставочный процесс стал более динамичным и интересным.

На стенде ООО «НПЦ «ЭХО+» с помощью портативного ультразвукового дефектоскопа Gekko (компания M2M, Франция) и сканера «Хамелеон» (ООО «НПЦ «ЭХО+»), реализующего алгоритм толщинометрии методом ФАР, участники определяли минимальную остаточную толщину плоского объекта. После минимального инструктажа по эксплуатации оборудования даже неподготовленные участники справились с выполнением поставленной задачи. Такой результат, по мнению заместите-



На стенде ООО «АКС»



Дефектоскоп-томограф A1550 IntroVisor



Портативный ультразвуковой дефектоскоп Gekko

ля начальника системного отдела ООО «НПЦ «ЭХО+» С. А. Коколева, обусловлен простым интерфейсом дефектоскопа, что позволило минимизировать вероятность ошибки при настройке и проведении контроля.

При выполнении задания на стенде ООО «НТЦ «Эксперт» участникам необходимо было воспользоваться полным набором шаблонов сварщика и фотоаппаратом-микроскопом X-Loire G20. Однако не все игроки смогли правильно измерить геометрические размеры предложенных сварных соединений и найти в них подходящий дефект. Только самые упорные получили правильный ответ. По мнению директора по развитию ООО «НТЦ «Эксперт» М.А. Полковникова, это связано с тем, что азартность в борьбе за главный приз подвела некоторых участников и не позволила продемонстрировать возможности данного оборудования, поскольку для его использования необходимо тщательное изучение инструкций,



На стенде ООО «НТЦ «Эксперт»



На стенде ООО «НПЦ «ЭХО+»

аккуратность и внимательность при проведении измерений.

Сотрудники ООО «Ньюком-НДТ» предоставили для квеста сканер рентгеновских снимков Vidar NDT и программное обеспечение X-Vizor, так как провести радиационный контроль, применяя систему компьютерной радиографии на площадях выставки, невозможно, а оцифровку уже про-

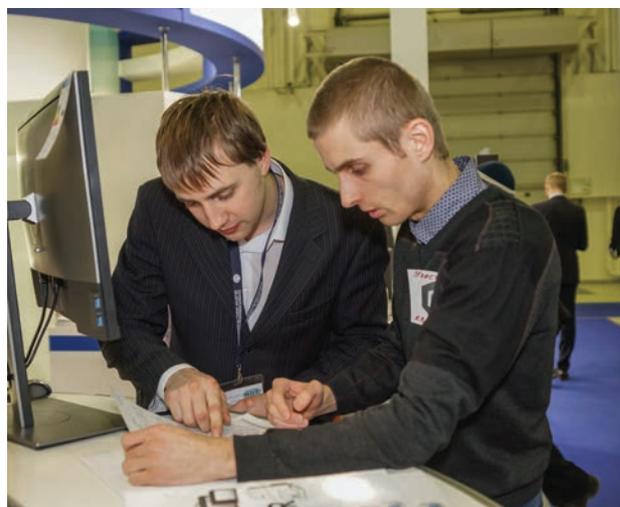




Сканер рентгеновских снимков Vidar NDT

экспонированных пленок вполне реально. Поэтому было решено задействовать именно это оборудование. Благодаря тому что использовалось программное обеспечение на русском языке, участники без проблем получили верный ответ. По мнению технического директора ООО «Ньюком-НДТ» К.А. Багаева, идея проведения таких нестандартных мероприятий оказалась эффективной – внесла разнообразие в мероприятия форума и привлекла на стенды потенциальных клиентов.

При выполнении заданий на стенде организаторов квеста ООО «ИКБ Градиент» специалисты смогли познакомиться с новыми сервисами компа-



На стенде ООО «Ньюком-НДТ»

нии: «Выбор параметров УК» и «Программой для определения параметров радиографического контроля». Все участники успешно и без особых усилий выполнили, на первый взгляд, не очень простые задания, требующие сложных расчетов при отсутствии разработанного программного обеспечения.

При правильном выполнении всех заданий участники получали код от сейфа, в котором лежал сертификат на исполнение одного из желаний. И каждому набравшему верную комбинацию чисел представилась возможность выбрать приз.

Победители квеста поделились впечатлениями о своем участии в таком нестандартном мероприятии.



**Победитель первого дня квеста 28 февраля 2017 г. – ведущий инженер ОТН ООО «СИБУР Тобольск» Азамат Саидадбарович КАРИМОВ**

В период с 28 февраля по 2 марта 2017 г. я принимал участие в XXI Всероссийской конференции по неразрушающему контролю и технической диагностике, проходившей на форуме «Территория NDT». В рамках программы форума компания «ИКБ Градиент» проводила квест по неразрушающему контролю. Я с интересом принял участие в этом новом мероприятии. Всем

участникам необходимо было выполнить ряд заданий в области НК. Победители получили шифр от сейфа, в котором лежал подарочный сертификат на исполнение одного желания.

Моим призом оказался билет на экскурсию в музей «Бункер-42» на Таганке, который я посетил с большим интересом.

Выражаю свою благодарность сотрудникам «ИКБ Градиент» за организацию очень увлекательного и полезного квеста. Проведение таких мероприятий повышает интерес к НК и привлекает молодых специалистов в нашу профессию. Спасибо большое!



**Победитель второго дня  
1 марта 2017 г. –  
руководитель департамента  
промышленной безопасности  
ООО «ПрофЭксп»  
Григорий Павлович КИШ**

Хочу поделиться впечатлениями о замечательном мероприятии, которое я посетил по счастливой случайности в начале марта этого года, чему несказанно рад. В рамках своей профессии я постоянно ищу новые веяния в нашей профессиональной области. В последнее время я часто посещаю различного рода технические выставки, на которых можно не только узнать о современных трендах в отраслях разной направленности, но и найти партнеров и прямых поставщиков. Так как в ряду профессиональных услуг нашей организации внушительную часть занимает экспертиза промышленной безопасности, что, в частности, напрямую связано с неразрушающим контролем, я решил посетить выставку «Территория NDT».

Бродя по стендам выставки, я увидел много интересного оборудования, предназначенного для самых различных и сложных вариантов обследований в практически любой промышленной отрасли. В процессе знакомства с экспонатами захотелось приложить руку непосредственно к выполнению работ и попробовать себя в качестве специалиста.

Как известно, мысль материальна, и буквально в течение ближайшего получаса симпатичные девушки, представляющие компанию ООО «ИКБ «Градиент», предложили мне поучаствовать в квесте с интересными призами и возможностью, о которой я только начал мечтать. Сначала я засомневался, полагая, что потребуются знания и навыки специалиста, коими на тот момент я не обладал, но меня уверили, что стоит попробовать.

За время выполнения заданий я познакомился с рядом компаний и их замечательными представителями. Мне была предоставлена отличная возможность не только ознакомиться с оборудованием, с которым работают наши технические специалисты, но и почувствовать себя таким специалистом прямо на стендах, работая с образцами. Было множество интересных заданий и расчетов, по итогам которых я решил задачу и побежал на стенд организаторов за призом, но не тут то было! На финише выяснилось, что все это было только частью задания и мне выдали следующее... В конце концов практически в последние минуты квеста я подобрал заветный код от сейфа. Он открылся, я победил!!!

Призы были действительно достойными и интересными.

Итогом посещения выставки стали для меня новые знания и отличное настроение, порожденное азартом игры и, конечно, вкусом победы. Кроме того, я нашел новых бизнес-партнеров и поставщиков. Хочу выразить огромную благодарность организаторам квеста – компании ООО «ИКБ «Градиент» и организаторам выставки «Территория NDT 2017»! Обязательно приду на выставку в следующем году и вам советую!



**Победителем третьего дня  
2 марта 2017 г. стал Евгений Михайлович АГЕЕВ (НОАП НУЦ «Качество»)**

Организация квеста была бы невозможна без участия Российского общества по неразрушающему контролю и технической диагностике. Все перечисленные в данной статье организации и специалисты выражают благодарность сотрудникам РОНКТД за поддержку, доброжелательность и творческий подход в популяризации НК!

*ООО «ИКБ «Градиент», Москва*

### Ответы на кроссворд, опубликованный в №2 (апрель – июнь), 2017

**По горизонтали:** 3. Трещина. 6. Риска. 7. Обнаружение. 10. Регистрация. 12. Ус. 15. Кратер. 16. Отбел. 18. Плена. 20. Флокен. 22. Непровар. 24. Дефект. 26. Вмятина. 27. Заков. 28. Зазубрина.

**По вертикали:** 1. Прожог. 2. Царапина. 4. Включение. 5. Подрез. 8. Оценка. 9. Закат. 11. Расслоение. 13. Брак. 14. Вогнутость. 17. Брызги. 19. Цепочка. 21. Пора. 23. Рыхлота. 25. Свищ.



WCNDT  
2020  
SEOUL

# WCNDT 2020 SEOUL

## 20<sup>th</sup> World Conference on Non-Destructive Testing

*8~12 June 2020*  
*Coex, Seoul, Korea*



### Invitation

Dear Friends and Colleagues of the world NDT community,

It is our great honor for us to invite you to attend the 20<sup>th</sup> World Conference on Non-Destructive Testing (WCNDT 2020) hosted by the Korean Society for Nondestructive Testing (KSNT) to be held in Seoul, South Korea in June 2020 in association with ICNDT.

The Organizing Committee will provide a dynamic technical program which will be highly informative for every participant. The conference will be the place to interchange and integrate of professional colleagues from all around the world with an interest in this field.

We are so confident that the 20<sup>th</sup> WCNDT will turn to be one of the most successful platform for networking people and inspiring new technical ideas with the support from all of you.

Seoul is the capital of South Korea as well as the nation's symbolic icon providing the opportunity for visitors to experience mixed atmosphere of ancient Asian culture and world class city life.

We look forward to meeting you all in Seoul, South Korea in June 2020.  
"Welcome! 환영합니다(Hwan-Young-Hab-Ni-Da)!"

Sincerely yours,



**Dr. Manyong Choi**  
President of KSNT



**Prof. Yoonho Cho**  
President of the 20<sup>th</sup> WCNDT



## About KSNT

The Korean Society for Nondestructive Testing was established in March, 1980, for the purpose of facilitating academic research and promoting practical applications of the nondestructive testing techniques. The Society was recognized as an incorporated body by the Korean Ministry of Science and Technology in June, 1981. As of March, 2013, the Society has 2,471 members, 184 student members, and 131 corporate members.

### International Activities

**Regular member of ICNDT(International Committee for NDT)**

**International conference organized/ sponsored by KSNT**

- 1st, 4th, 7th FENDT(Far East Conference on NDT) 1991, 1997, 2006
- 1st and 2nd ANDE(International Conference of the Advances in NDE) 2005, 2007
- 11th APCNDT(Asia-Pacific Conference on NDT) 2003
- 20th WCNDT(World Conference on NDT) 2020

### Publications

**Journal of the Korean Society for Nondestructive Testing Bi-monthly including two issues in English**

## Seoul, a Metropolitan City with Tradition and History

Seoul, located to the west of the central region of the Korean Peninsula, has over the centuries assumed great strategic importance in the nation's politics, economy, society and culture. With more than 600 years of history as the nation's capital, Seoul has become both a metropolitan city with a population of over 10 million people and a vibrant city full of tradition and history.

Seoul provides all the possible conveniences and world-class facilities of an international megalopolis that it is today, and 1,400 flights scheduled every week from major cities will make your visit to Seoul, Korea more convenient and easy.



## COEX, a Global Leader of the MICE industry



The 20th World Conference on Non-Destructive Testing (WCNDT 2020) will be held at the COEX (Convention and Exhibition Center), one of the largest convention and exhibition centers in South Korea. COEX has provided a global exchange platform through exhibitions and international conferences and has become the MICE business hub of Asia and the greatest exhibition venue and tourist attraction with a range of infrastructures for global business.

### Contacts

The Korean Society for Nondestructive Testing

E-mail [ksnt@ksnt.or.kr](mailto:ksnt@ksnt.or.kr) Tel +82-2-563-7564 Fax +82-2-582-2743

Website [www.wcndt2020.com](http://www.wcndt2020.com)

KOFST Center Suite 903, 22, 7 Gil, Teheran-ro, Gangnam-gu, Seoul 135-703, South Korea

### Sponsored by



# МЕЖДУНАРОДНЫЕ ВЫСТАВКИ ЭЛЕКТРО-2017 И SEMIEXPO RUSSIA



**МАТВЕЕВ Владимир Иванович**  
Канд. техн. наук,  
ЗАО «НИИИИ МНПО «Спектр», Москва

Международная выставка «Электро» (Москва) проводится с 1972 г. и является крупнейшим выставочным проектом в России и странах СНГ в электротехнической индустрии. Эта выставка проходит с широким международным участием – ежегодно не менее 25 стран принимают в ней участие, традиционно производители из Германии, Испании, Китая, Словакии, Чехии, Индии в составе национальных экспозиций.



Тематика выставки: электроэнергетика, электротехника, промышленная светотехника, кабель, провода, арматура, авто-

матизация зданий и сооружений, энергосбережение и инновации.

Здесь можно было ознакомиться с дизельными электрогенераторами, трансформаторами на напряжение до 35 кВ мощностью от 10 до 17000 кВ·А, кабельной продукцией широкой номенклатуры, электроизмерительной аппаратурой и т.д.

Хотелось бы отметить и аппаратуру другого назначения. Так, компания «ТЕХНО-АС» представила приборы для диагностики высоковольтного оборудования, в частности: установки для высоковольтного испытания изоляции (АИД-70/50, АИП-70М и др.), установки для испытания трансформаторного масла, установки прожига, генераторы высоковольтных импульсов, портативные и передвижные электротехнические лаборатории. Кроме того, можно было ознакомиться с большим перечнем оборудования неразрушающего контроля, поисково-досмотровой техникой и контрольно-измерительными приборами.

Известная компания «ПРИСТ» демонстрировала большую номенклатуру портативных измерительных приборов: электроизмерительные клещи, цифровые мультиметры, измерители параметров RLC, карманные детекторы напряжения, калибраторы и многое другое.

Оригинальные высотометры КС-СНМ-600Е показала компания «К-С». Высотометр посылает короткие ультразвуковые сигналы с помощью конусообразного излучателя и принимает обратно сигналы, отраженные от проводов. Микроконтроллер рассчитывает расстояние до проводов по времени между излученным и

принятым сигналом. Результат измерения отображается на ЖК-индикаторе в метрах. Диапазон измерений 3–18 м, относительная погрешность  $\pm 1,5\%$ . Высотометр КС-СНМ-600Е измеряет одновременно высоту шести проводов воздушных линий различного назначения.

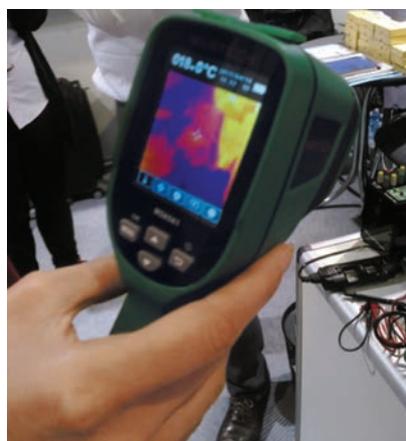
Серию датчиков угла типа «Редуктосин» представил НИУ МЭИ, это электромагнитный датчик угла, синусно-косинусный бесконтактный вращающийся трансформатор, применяемый в станкостроении, автомобилестроении, горной, газовой и нефтяной промышленности.



*Современные высоковольтные трансформаторы*



Электротехнические приборы



Тепловизоры TAIWAN Corp



Японские газоанализаторы



Мониторинг коррозии



Высотомер  
КС-СНМ-600Е



Трансформаторы «ТРАНСВИТ»

Линейку измерительных приборов (анализаторов, шумомеров, тахометров, расходомеров, виброметров, вибростендов, пирометров, трибометров, яркомеров) продемонстрировала японская компания «ТАЙРИКУ ТРЕЙДИНГ КО., Лтд.». Определенный интерес вызвал портативный тепловизор серии TP(TP-S), позволяющий осуществлять контроль температуры объектов не только на производстве, но и во многих бытовых ситуациях. Так, например, можно оценить герметичность установленных оконных систем, нагрев электрических элементов в щитке, серверной комнате или температуру в холодильнике.

Японская компания RIKEN KEIKI показала линейку газоанализаторов для экспертных решений в области промышленной безопасности и охраны труда. Га-

зоанализаторы компании предназначены для измерения концентрации широкого перечня горючих и токсичных газов. В зависимости от целей измерения в приборах используются различные сенсорные технологии: термокаталитические, термоиндуктивные, электрохимические, оптические, фотоионизационные, колориметрические и др.

Оригинальную систему мониторинга коррозии в реальном времени демонстрировала компания «АРКТЕХ-УЛЬТРАКС». Элементы системы могут перемещаться с одного места на другое благодаря простому способу их крепления к трубе хомутом. Использование клея или сварки не требуется. В каждый комплект «АРКТЕХ-УЛЬТРАКС» входит несколько датчиков, соединенных по матричной схеме, которые обеспечивают точное изме-

рение толщины стенки в выбранных местах трубопровода. Для измерения используется хорошо зарекомендовавший себя метод регистрации отраженных импульсов. Группы датчиков можно легко снять и поставить на другое место.

АО «Российская электроника» государственной корпорации «Ростех» показала возможности радиолокационных станций, в том числе электрооборудования, работающего в условиях Крайнего Севера.

Выставка показала высокий уровень изделий электротехнической отрасли, в том числе российских организаций.



7–8 июня 2017 г. в Москве, в «Экспоцентре» прошла очередная Международная выставка SEMIEXPO RUSSIA – ведущий форум индустрии микроэлектроники и полупроводников в России. В рамках данного форума также демонстрировалось оборудование систем,

компонентов и технологий машинного зрения. Производители электроники и технологий из 12 стран демонстрировали продукцию более 50 отечественных и зарубежных компаний, среди которых фирмы мирового уровня из Японии, Германии, США, Великобритании, Франции, Нидерландов, Дании, Чехии и других стран.

С современными технологиями микроэлектроники и наноиндустрии можно было ознакомиться на стендах компаний «МИНАТЕХ» (Россия), FATH (Германия), «ДИПОЛЬ» (Россия), FRAUNHOFER IZM (Германия), ION BEAM SERVICES (Великобритания), S3 Alliance GmbH (Германия), DELTA Microelectronics (Дания), «Интек Аналитика» (Россия), НПП «ЭСТО» (Россия), SpeedFam (Япония), «ОПТЭК» (Россия), SEMPA SYSTEMS GmbH (Германия), КБТЭМ-ОМО (Россия), «Евроинтех» (Россия) и др. Так, в качестве современного решения для производства электроники фирма «Евроинтех» предложила полуавтоматическую установку NDS NANO 150G для дисковой резки пластин из различных материалов с размерами до 150 мм. Визуальный контроль состояния диска позволяет исключить повреждение пластины. Установка сочетает в себе высокоскоростное автоматическое совмещение и прецизионное позиционирование режущего диска. В комплект установки входит стереомикроскоп.

Многочисленные технологические процессы вакуумного напыления, осаждения графена и углеродных нанотрубок, реактивно-ионного травления, шлифовки и полировки пластин, электронно-лучевой литографии, очистки пластин и фотошаблонов выполняются с помощью технологического оборудования, представленного компанией «МИНАТЕХ». Здесь же было показано и контрольно-измерительное оборудование в виде лазерных эллипсометров и рефлектометров, оптических бесконтактных 3D-профилометров, измерителей поверхностного сопротивления и толщины тонких проводящих пленок, инспекционных и измерительных микроскопов, растровых электронных микроскопов, рентгенофлуоресцентных толщиномеров гальванических и многослойных покрытий, определителей геометрии подложек и т.п.

Литографическое оборудование было представлено рядом компаний (SEMPA SYSTEMS, «ОПТЭК», GenISys и др.). В частности, фирма «ЭСТО» представила установку УАРЭС-32 аэрозольного нанесения фоторезиста толщиной 0,5–5,0 мкм методом распыления азотом или воздухом на подложки с развитой топографией.

Вызвали интерес системы лучевой и плазменно-иммерсионной имплантации компании ION BEAM SERVICES. Так, установка PULSION плазменно-иммерсионной ионной имплантации позволяет легировать многими элементами в микроэлектронике: ультрамелкие переходы 45–32–22 нм и боковые стенки, поликремний в технологии создания флэш-памяти, солнечные батареи, плоские панели, элементы силовой электроники, а также создавать наноструктуры для современных модулей памяти и оптоэлектроники на основе кремния.



Стенд компании GURVIN, демонстрировавшей оптические микроскопы ZEISS



Оптические микроскопы  
ESTO GROUP

Компания КБТЭМ-ОМО предложила оптико-механическое оборудование для формирования и контроля топологических структур на полупроводниковых пластинах, подложках и фотошаблонах, так, например, прецизионные генераторы изображений, формирующие элементы топологии с высокой точностью и с коррекцией оптической близости. Время формирования изображения зависит только от размера кристалла и не зависит от сложности топологии слоя. Уровень технологии 7-го поколения составляет 90 нм.

Широкий спектр технологического оборудования для фотолитографии, вакуумного напыления, шлифовки, полировки и дисковой резки был также представлен на стенде компании «ДИПОЛЬ». Контрольно-измерительное оборудование компа-

нии позволяет осуществлять измерительные операции в широком диапазоне физических параметров контролируемых изделий микроэлектроники. Измерение удельного сопротивления поверхностных слоев полупроводниковых пластин и керамических подложек обеспечивает высокоточная система четырехточечного зондового измерения. Для обеспечения вольтамперных измерений на пластинах с кристаллами, одиночных кристаллах и печатных платах используются специальные многофункциональные зондовые станции EB-6/EB-8. Сканирующий акустический микроскоп KSI V8 осуществляет неразрушающий контроль внутренней структуры образцов (наличие трещин, пустот, расслоений, пористости). Спектральные эллипсометры SE-1000/SE-2000 измеряют толщину и показатель преломления одиночных и многослойных структур толщиной от 1 нм до 100 мкм на кремнии, стекле, пленочном носителе в спектральном диапазоне длин волн от 190 нм до 25 мкм.

Значительное развитие в полупроводниковой промышленности получила конфокальная сканирующая микроскопия. Так, новая модель ZEISS Smartproof 5 позволяет проводить контроль качества и анализ поверхности, контроль качества морфологии структур на всех технологических этапах, выявление дефектов микро- и наноструктур с пространственным разрешением до 0,6 нм.

Зеленоградский технологический центр предложил свои новые передовые разработки в нано- и микроэлектронике при создании сложных вертикально интегрированных систем с обеспечением контроля и измерений электрических и функциональных размеров. Здесь также можно было ознакомиться с линейкой кремниевых чувствительных



Стенд Фраунгоферовского института электронных наносистем

элементов и датчиками физических величин на их основе: для визуализации магнитных полей, электронные модули преобразования рентгеновского излучения, микросенсорные системы, датчики давления и высотомеры на их основе и многое другое.

Существенный интерес был проявлен к наукоемкому программному обеспечению в области компьютерного зрения и обработки изображений, показанного на стенде компании CVISIONLAB (г. Таганрог). Данные решения применяют: в интеллектуальных охранных системах и системах интеллектуального видеонаблюдения с автоматическим распознаванием пола, возраста и эмоций на фото и видео, в системах обработки результатов медицинских исследований и анализа рентгеновских снимков, в системах анализа спутниковых снимков, в системах контроля качества на производстве, при анализе потока покупателей в торговых центрах, мониторинге парковочного пространства, при локализации особых точек и т.п.

Выставка продемонстрировала высокий уровень технологического оборудования для производства и контроля современной полупроводниковой продукции на уровне микро- и наноэлектроники, для чего оптические методы и средства неразрушающего контроля являются основными. ■



## РАБОТАЙТЕ В ЛЮБОЙ ОБЛАСТИ 45 ЛЕТ, И ВЫ ОКАЖЕТЕСЬ НА ПЕРЕДНЕМ КРАЕ

### **ВАВИЛОВ Владимир Платонович**

Д-р техн. наук, профессор,  
заслуженный деятель науки РФ,  
вице-президент РОНКТД,  
заведующий лабораторией теплового контроля,  
Национальный исследовательский  
томский политехнический университет (НИ ТПУ),  
Томск

*Расскажите о себе. Как давно Вы работаете в области теплового неразрушающего контроля?*

Свое научное направление — тепловой неразрушающий контроль — я выбрал, будучи студентом-дипломником Томского политехнического университета (1972 г.) и никогда ему не изменял, равно как и своей альма-матер. Поэтому моя карьера складывалась однонаправленно: студенчество, аспирантура, заведующий лабораторией, докторская диссертация, заведующий кафедрой, проректор по научной работе, заведующий лабораторией.

Путевку в науку я получил от тогдашнего директора Томского НИИ электронной интроскопии профессора В.И. Горбунова, который был другом и коллегой основателя российского неразрушающего контроля П.К. Ощепкова.

*Расскажите о вашей лаборатории.*

Наверное, не будет преувеличением сказать, что лаборатория теплового контроля, которой я руковожу, разрабатывает тепловой метод в целом. Лаборатория была открыта в 1975 г. и с тех пор никогда не прекращала исследований, даже в убийственные для российской науки 1990-е годы.

Нашей сильной стороной всегда была разработка теории и методологии теплового контроля. В последние годы, будучи вдохновленными соответствующими зарубежными разработками, мы серьезно занялись аппаратурной реализацией.

Не один десяток лет мы разрабатываем пакет программного обеспечения для теплового контроля. Наверное, это тот случай, когда удалось создать

нечто такое, что не имеет мировых аналогов. Во всяком случае среди наших заказчиков — корпорации Boeing и Airbus, космическое агентство США NASA, фирма Intel, университеты Великобритании, Китая, Японии, Малайзии.

*Можете ли Вы охарактеризовать своих клиентов: каковы их нужды, требования?*

Мы — университет, а не производственная фирма. Мы на равных проводим научные исследования по тепловому контролю композитов совместно со специалистами из ведущих стран: США, Франции, Италии, Великобритании, Канады. Заказчики из стран, если можно так выразиться, второго эшелона — Китая, Индии, Польши, ОАЭ — покупают наше программное обеспечение, когда хотят сделать стартовый рывок в новом для них методе контроля.

*Какова ваша основная целевая аудитория?*

Научно-исследовательские организации, университеты, заводы — изготовители авиационной техники.

*Какое ваше решение можно назвать флагманским, в чем его особенность?*

Мы всегда старались подстроиться под запросы рынка. Для зарубежных заказчиков — это софт и теория, где отечественный уровень всегда был высок. Для российских заказчиков — это тепловизионная техническая диагностика энергообъектов в промышленности в течение многих лет, а сейчас выход в авиационную промышленность.

*Расскажите о новых продуктах, их функциях, возможностях и применении?*

Как я упоминал, это софт, включающий программы для моделирования и обработки данных теплового контроля. Мы его непрерывно совершенствуем, стараясь отслеживать, анализировать и при необходимости включать последние мировые достижения.

*Какие регионы наиболее привлекательны для вас с точки зрения количества потенциальных заказчиков?*

Азия: Китай, Индия, Малайзия, Южная Корея.

*Как часто Вам приходится сталкиваться с иностранными специалистами?*

Для меня даже вопрос поставлен неточно. Я с ними не сталкиваюсь, я с ними сотрудничаю с 1989 г., без преувеличения — ежедневно. За прошедшие годы я провел более пяти лет, работая в различных странах, включая США, Италию, Финляндию, Корею, Камерун, Колумбию, Японию. Фактически я ощущаю себя частью того, что называется world community (мировым сообществом).

*Что произошло на рынке НК за последние 5–10 лет?*

Я могу говорить о рынке тепловизоров. Однозначно произошли кардинальные изменения как в части цены, так и технических параметров. К сожалению, отставание отечественных разработок в этой области весьма существенно, и лично я пока не вижу «света в конце тоннеля». Прежде всего речь идет о неохлаждаемых инфракрасных матрицах большого формата.

*Какие наиболее интересные события (изменения) в области НК за последние 10 лет Вы можете отметить?*

Для меня это взрывообразный рост интереса к активному тепловому контролю, прежде всего в авиакосмических отраслях промышленности. Во время полета челнока Discovery 12 июля 2006 г. американский астронавт Mike Fossum вышел в открытый космос и проинспектировал кромку крыла, изготовленную из углерод-углеродного композита. Тепловая стимуляция композита была осуществлена при перелете корабля с солнечной стороны в тень, для чего NASA выполнила соответствующее моделирование. Это фантастика! Еще большая фантастика то, что для этой работы фирма FLIR Systems модифицировала стандартную модель тепловизора и, по признанию NASA, это был единственный контракт между NASA и сторонней организацией, который был выполнен в срок и за первоначально заявленные деньги.

*С какими трудностями Вам пришлось столкнуться за период своей деятельности?*

Многие годы мы работали только по контрактам с промышленностью. Поддержка «чистой» науке шла из-за рубежа. Это напрягает. Хотелось бы иметь поддержку российского государства. Такая поддержка очень нужна науке. Средства в стране есть. Распределяются они не всегда правильно.

*Ваш прогноз относительно изменений на рынке НК в ближайшее время.*

Однозначно будет расти число фирм, поставляющих тепловые дефектоскопы. Появится определенная номенклатура таких приборов.

*Какие технологии НК будут востребованы через 5, 10, 15 лет?*

Интегральные сенсоры, встроенная цифровая обработка данных, беспроводная связь с центром, комбинация различных физических принципов контроля, бесконтактность и наглядность результатов контроля.

*Каковы, по-Вашему, самые многообещающие проекты в области НК, направления развития НК?*

Буду неоригинален. Это активная и пассивная инфракрасная термография и тепловой контроль.

*Что может стать стимулом развития новых технологий на рынке НК?*

Реальная забота о человеке и его безопасности в широком смысле.

*Какие основные цели и важные задачи стоят сейчас перед производителями средств НК? Перед разработчиками средств НК? Перед специалистами по сертификации персонала в сфере НК?*

Необходимо разрабатывать два типа средств контроля — для «рядового» дефектоскописта и для «продвинутых» исследователей. Сертификация в области теплового контроля требует базы стандартных образцов с разнообразными и близкими к реальным дефектами.

*Российская сфера неразрушающего контроля является одной из самых передовых и успешных в мире. Как наши достижения науки в области НК представлены сегодня за рубежом?*

Смею надеяться, что благодаря исследованиям ряда российских ученых, включая и наши работы, Россия всегда будет попадать в рейтинг передовых стран в области теплового контроля. Однако чтобы стать однозначными лидерами, необходимо создать отечественное тепловизоростроение мирового уровня.

*Какие решения, на Ваш взгляд, необходимы для повышения эффективности приборов НК?*

Внедрение автоматизированных и полуавтоматизированных алгоритмов встроенной цифровой обработки данных, которые доказали свою эффективность на практике (в основном я имею в виду тепловой контроль).

*Как вам за 45 лет удалось стать специалистом международного уровня и одним из лидеров?*

Ответ в вопросе. Работайте в любой области 45 лет, и вы окажетесь на переднем крае.

*Если бы Вы могли начать все заново, имея накопленный опыт, выбрали бы вновь то же направление или пошли бы по другому пути?*

Однозначно – да! То же самое направление.

*Напутствие и пожелания своим коллегам на будущее.*

Не хотелось бы, чтобы наша научная группа была группой одного человека. Нужно начинать передавать эстафету молодым!



**Спектр**  
Издательский дом

**Вавилов В.П.**

## **ТЕПЛОВИДЕНИЕ И ТЕПЛОМОНИТОРИНГ ДЛЯ ИНЖЕНЕРОВ**



ISBN 978-5-4442-0131-2. Формат - 60x88 1/8, 72 страницы.  
Год издания - 2017, издание 1-е.

В брошюре основы теории теплового излучения и физика тепловидения приведены в объеме, достаточном для последующего практического использования теплового неразрушающего контроля и тепловизионной технической диагностики на практике. Описаны новейшие модели российских и зарубежных инфракрасных тепловизоров, а также приемы работы с тепловизорами при контроле реальных физических объектов. Кратко рассмотрены основные области применения тепловидения и теплового контроля.

Для специалистов промышленности, студентов и аспирантов соответствующих специальностей, слушателей курсов по аттестации в области неразрушающего контроля, а также всех, кто интересуется современным тепловидением.

**390 руб.**

119048, г. Москва, ул. Усачева, д. 35, стр. 1. 000 «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

www.idspektr.ru



**ВОПИЛКИН Алексей Харитонович**  
Д-р техн. наук, профессор,  
вице-президент РОНКТД,  
генеральный директор, НПЦ «ЭХО+»,  
Москва

*Как развивалась Ваша карьера?*

Вся моя профессиональная деятельность (а я уже около полувека в профессии) связана с ультразвуковым неразрушающим контролем. В Московском горном институте, который я закончил в 1968 г., нам читал лекции выдающийся ученый Игорь Николаевич Ермолов. Он настолько увлек меня физикой ультразвукового контроля, что я после окончания института последовал за ним в НПО ЦНИИТМАШ, где 22 года проработал под его руководством. Это были, без сомнения, лучшие годы моей жизни. В стенах этого могучего института я состоялся как ученый, защитил кандидатскую и докторскую диссертации, опубликовал основные свои труды по дифракции ультразвуковых волн в металлах, стал автором большого количества патентов и изобретений.

*Кого бы Вы назвали своими учителями?*

Моими учителями были ученые с мировым именем: профессора Игорь Николаевич Ермолов, под руководством которого я проработал все годы в ЦНИИТМАШ, и Анатолий Константинович Гурвич, а также многие ведущие специалисты ЦНИИТМАШ. В общем, именно в ЦНИИТМАШ я набирался опыта – теоретического, практического, организационного.

## ВЧЕРА, СЕГОДНЯ, ЗАВТРА НПЦ «ЭХО+»

*Какие события повлияли на Вас в профессиональном плане?*

В 1980-х гг. – на волне перестройки в стране начался подъем творческой и предпринимательской деятельности. Создавались малые предприятия, кооперативы, НТТМ. Многим захотелось проверить свои силы, посмотреть, на что ты способен. Вот и я, при активном участии моего друга, зав. кафедрой МГТУ им. Н.Э. Баумана, академика РАН Николая Павловича Алешина, в апреле 1990 г. основал компанию «ЭХО+». Целых 5 лет ушло на создание новой технологии и аппаратуры автоматизированного голографического контроля.

К началу 1996 г. мы были практически полностью готовы к началу работ по внедрению наших разработок на промышленно опасных объектах. На созданную нами систему «Авгур 4.2» был получен метрологический сертификат и изготовлено несколько комплектов системы. Кстати, слово «авгур» в Древнем Риме означало касту жрецов, которые по полету и поведению птиц предсказывали будущее. Очень созвучно с тем, чем мы занимаемся. Название системы стало нашим брендом и товарным знаком.

Первый реальный контракт на применение новой технологии и аппаратуры с визуализацией и измерением реальных размеров дефектов был заключен с Смоленской АЭС. Я рассказал о наших разработках директору АЭС Евгению Михайловичу Сафрыгину, и уже на следующий день мы прямо у него в кабинете демонстрировали свою систему «Авгур 4.2». Результаты демонстрации произвели столь сильное впечатление на Евгения Михайловича, что он тут же приказал начальнику лаборатории металлов заключить договор на контроль сварных швов главного циркуляционного трубопровода. И оба они сетовали, что десять лет назад, когда пускался третий энергоблок, такой технологии не было. Тогда из-за невозможности измерять дефекты пришлось провести огромное количество ненужных ремонтов, чтобы соответствовать требованиям нормативных документов. А через несколько дней столь же успешную демонстрацию мы провели на Ленинградской АЭС.

*Почему именно в атомную энергетику пошло внедрение ультразвуковой когерентной дефектометрии?*

Создавая компанию, мы понимали, что при эксплуатационном контроле нормы браковки, основанные на эквивалентных и условных размерах, не позволяют определить вид дефекта, оценить, насколько он опасен, понять с какими дефектами возможна эксплуатация объекта. А ведь специалистами

по прочности давно было доказано, что нормы на эксплуатационный контроль должны быть значительно мягче, чем на контроль при производстве. Это позволило сократить объем ненужного ремонта, а соответственно, и потери от незапланированного простоя энергоблока (потери за одни сутки невыработки электроэнергии составляют 1 млн евро). Повысить безопасность эксплуатации АЭС можно, научившись определять тип и размеры дефектов.

В качестве примера эффективности голографического контроля расскажу об одном случае его применения в 1997 г. На одном из блоков реактора типа РБМК в 1996 г. стали наблюдаться случаи выхода из строя аустенитных швов по трещинам. А на этих реакторах сварных соединений диаметром 325 мм большое количество (примерно 1700 на каждом блоке). Но контроль таких швов тогда отсутствовал из-за крупнозернистой структуры. В результате невозможности контроля и отсутствия картины дефектности швов пришлось ремонтировать практически все швы, блок простоял в ремонте целый год.

Поэтому наша технология выявления трещин и измерения их размеров оказалась очень кстати, и начиная с 1997 г. был внедрен контроль таких швов на всех станциях. Причем, основываясь на наших данных контроля и периодического мониторинга, были созданы эксплуатационные нормы оценки дефектов, в соответствии с которыми впервые объекты со сварными швами с трещинами допускаются к эксплуатации. Знание скорости роста трещины позволило заранее планировать ремонт того небольшого количества швов, в которых трещины достигли критического значения. Можно с уверенностью сказать, что экономический эффект от внедрения новых технологий в атомной энергетике составляет многие сотни миллионов рублей. Сегодня все сварные соединения этого типа подвергаются постоянному мониторингу нашими системами «Авгур», или на сленге специалистов станций — должны быть «проавгурены». На сегодня «проавгурено» более 120 000 сварных соединений.

В 2003 г. на смену «Авгур 4.2» пришла система нового поколения «Авгур 5.2», на десятилетие определившая наши внедренческие работы. С помощью этой системы стал возможен контроль сварных соединений реакторов ВВЭР-440 и ВВЭР-1000, многие швы сварных соединений которых вообще до этого не подвергались контролю, только некоторые швы обследовали ручными методиками. Швы эти оказались непростыми, как правило, аустенитными, большой толщины, разнородными, с ограниченной поверхностью ввода ультразвука, к тому же криволинейными. Такие швы считались неконтролепригодными. Контроль разнородных соединений на реакторе ВВЭР 440, отработавшем 30 лет, показал наличие огромной трещины, высо-

той 2/3 толщины шва и длиной в половину периметра. Специалисты станции не могли поверить, что такое возможно, но после вскрытия шва и металлографического исследования доверие к нашим разработкам возросло многократно. Однако с недоверием к результатам контроля мы сталкивались еще неоднократно, и каждый раз приходилось доказывать свою правоту практически.

За период с 2003 по 2016 гг. нами разработано примерно 25 руководящих документов, охватывающих контроль основных сварных соединений реакторов ВВЭР. Выпущено и внедрено в промышленность 140 комплектов оборудования, опубликовано около 250 научных статей.

За разработку и внедрение новых технологий и оборудования на опасных промышленных объектах трое ученых компании в составе авторского коллектива нескольких организаций удостоены Премии Правительства России за 2006 г. «За создание и промышленное внедрение технологий комплексной диагностики, методов и импортозамещающих приборов с целью снижения аварийных ситуаций на потенциально опасных объектах».



Один из многочисленной линейки сканеров

*Какое наиболее интересное событие в мире неразрушающего контроля за последнее десятилетие Вы бы могли отметить особо?*

Двухтысячные годы в мире неразрушающего контроля ознаменовались быстрым развитием направления НК, связанного с применением фазированных антенных решеток (ФАР). Однако поначалу мои ведущие специалисты считали, что наша система «Авгур» — более мощное средство, чем ФАР. И все же в 2007 г. мы приобрели прибор X-32 компании «Харфанг». Это стало эпохальной, поворотной вехой развития компании. Изучив технологию ФАР, мы поняли, что у нее есть два преимущества по сравнению с системой «Авгур». Первое преимущество: за счет качания луча по глубине отпадает необходимость сканирования по одной координате, тем самым повышается производительность контроля. Второе преимущество — мгновенная обработка и вывод результатов сразу на экран, что

также повышает производительность. Но обнаружилось и множество недостатков и проблем применения ФАР: ограничение применения для толщин свыше 50 мм, фокусировка изображения только по одной линии, наличие ложных изображений, усложняющих расшифровку, проблемы встраивания приборов в автоматические системы и ряд других проблем. К тому же в России не было разработано ни одной методики, регламентирующей применение ФАР. А стоили приборы больше ста тысяч долларов. Все это тормозило применение, в общем-то, прогрессивной технологии ФАР, несмотря на то что на все АЭС централизованно было поставлено по два прибора «Омнискан».

Поэтому мы разработали автоматизированную систему «Авгур-Арт». Именно в автоматизированном режиме в полной мере проявляются все преимущества технологии «Цифровая Фокусировка Антенны» (ЦФА).



Система «Авгур-Арт»

#### *В чем преимущества технологии ЦФА?*

Во-первых, формируется такое акустическое поле в изделии, узкий слабо расходящийся луч шириной менее 1 мм, что обеспечивает высокую разрешающую способность – вдвое более высокую, чем при голографии. Чувствительность контроля повысилась примерно в 10 раз, появилась возможность контролировать изделия большой толщины 300 мм и более с возможностью измерения размеров дефектов от 1 мм. Во-вторых, с помощью технологии ЦФА решается проблема ложных изображений (фантомов), наличие которых связано с другими модами волн, неизбежно возникающих на дефекте, затрудняющих анализ результатов и препятствующих автоматизации этого самого процесса анализа. Технология ЦФА предоставляет возможность эти самые фантомы превратить в благо, а именно проанализировать отдельно все моды изображений и когерентно сложить их. Тогда все изображения дефектов, каким бы ходом лучей они ни были получены, превратятся в единственное изображение без фантомов. Имея такое изображение, уже можно автоматизировать и процесс анализа, и получение протокола контроля. Еще одно преимущество связано с тем, что при формировании пра-

вильного изображения большую роль играет профиль внутренней поверхности справа и слева от сварного шва, который далеко не всегда совпадает с чертежом и заранее неизвестен. Это приводит к размыванию изображения и увеличению погрешности измерения размеров дефектов, а технология ЦФА позволяет при размещении АР с двух сторон шва восстановить профиль внутренней поверхности и получить новое изображение, в котором эта ошибка будет сведена к нулю. Эта возможность использована в предложенной нами технологии измерения толщины и профиля внутренней поверхности по всему периметру сварного соединения, что дает дополнительную информацию о его качестве. К другим преимуществам технологии ЦФА относятся, например, высокое отношение сигнал/шум при контроле аустенитных сварных швов, безэталонное и одновременное измерение толщины и скорости продольных и поперечных волн. Все эти преимущества и реализованы в новой системе «Авгур-Арт».

*Как вы можете охарактеризовать свою компанию сегодня?*

За 27 лет развития компании накоплен огромный научный и практический опыт создания и применения автоматизированных комплексов. Были взлеты, были падения, несколько раз мы были на грани краха, но каждый раз, с божьей помощью, восставали как птица Феникс из пепла еще более окрепшими, еще более уверенными в правоте того дела, которому посвятили жизнь. Нам удалось собрать очень мощную творческую команду, состоящую из умных, талантливых профессионалов, которым по плечу решение многих задач ультразвукового автоматизированного контроля.

*Что у вас в перспективе?*

Будущее фирмы мы связываем с созданием систем с полным циклом автоматизации, включаем: поиск дефектов в объекте, обработку, анализ изображений, очищение их от ложных изображений, измерение реальных параметров дефектов, расчет ресурса работы объектов с найденными дефектами и формирование заключения. И большую часть пути в этом направлении мы уже прошли. Мы приложим все усилия, чтобы наши новые идеи и разработки как можно шире проникали в различные отрасли промышленности и приносили пользу.

В заключение я хочу поблагодарить весь наш дружный коллектив за их вклад в развитие компании и пожелать творческих успехов и благополучия. Кстати, тем, кто заинтересуется, недавно вышла моя книга воспоминаний «Без истории нет будущего», которую можно скачать на нашем сайте.

# MR CHEMIE GMBH ИСТОРИЯ, РАЗВИТИЕ И ФИЛОСОФИЯ РАЗРАБОТЧИКА И ПРОИЗВОДИТЕЛЯ РАСХОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ, СНИЖАЮЩИХ ХИМИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ПЕРСОНАЛ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ КАПИЛЛЯРНОЙ И МАГНИТОПОРШКОВОЙ ДЕФЕКТΟΣКОПИИ



**Ханс-Юрген БРАНДТ**  
Генеральный менеджер  
MR® Chemie GmbH, Унна, Германия



**ЕФИМОВ Александр Павлович**  
Директор ООО «Севмортех»,  
Санкт-Петербург, Россия

Мы, компания **MR Chemie GmbH** – производитель и разработчик расходных материалов и оборудования для капиллярной и магнито-порошковой дефектоскопии (КД и МПД) под маркой **MR Chemie**, а также представитель **MR Chemie GmbH** в России и Казахстане **ООО «Севмортех»**, искренне рады рассказать о себе читателям столь авторитетного специализированного издания.

Нашей основной специализацией с момента основания компании в 1971 г. в городе Унна (Германия) было и есть производство дефектоскопических материалов для КД и МПД. Стратегическое расположение компании в индустриальном бассейне Рур, земли Северный Рейн-Вестфалия послужило значимым фактором развития компании. В начале 80-х гг. прошлого века компания наращивает производственные мощности, запускает первую автоматизированную линию по наполнению аэрозольных баллонов, а также определяет вектор дальнейшей экспансии в соседние европейские страны.

В середине 1980-х **MR Chemie GmbH** строит новое помещение для исследовательской лаборатории компании. **Приоритет на разработку собственных рецептов дефектоскопических жидкостей** позволил нашей компании тонко и точно «настраивать» определенные характеристики продуктов **в соответствии с требованиями и пожеланиями заказчиков**. Благодаря этому мы расширили продуктовую линейку предлагаемых дефектоскопических материалов и значительно увеличили базу наших благодарных клиентов.

В 2006 г. запущено производство оборудования для НК: **УФ-облучателей** для флуоресцентных методов контроля, а также портативных намагничивающих устройств – **ярмовых магнитов** для МПД.

В 2013 г. построен и введен в эксплуатацию новый логистический центр в Унне, предназначенный для своевременного снабжения продукцией **MR Chemie GmbH** наших дистрибьюторов, расположенных в **более чем 50 странах мира**, в то же время для освоения рынков Азии наша компания учредила совместное производственное предприятие в Индии.

За последние 10 лет (2005—2015 гг.) оборот компании MR Chemie GmbH вырос вдвое, а количество дистрибьюторов в странах, где продукция MR Chemie не была представлена ранее, — на 65%! В то же время постоянно расширяется база новых клиентов в Германии — за последние 5 лет она выросла на 14%. Новые клиенты принесли компании дополнительно 24% оборота в 2015 г. к общему обороту MR Chemie GmbH в Германии.

**Снижение влияния дефектоскопической жидкости на персонал и окружающую среду — наша философия при разработке новых материалов.** Мы не применяем AZO-пигменты в пенетрантах. Большинство пенетрантов признаны биоразлагаемыми. С помощью регулярных исследований и поисков новых неопасных субстанций нам удалось не только **снизить концентрации наиболее опасных компонентов без потери чувствительности и технологичности** дефектоскопических жидкостей, но и разработать ряд материалов, **не содержащих опасных компонентов** согласно последней редакции REACH Регулирования (редакция от 1.07.2015). Данные продукты имеют маркировку ECO LINE, при этом пиктограммы и фразы об опасности полностью отсутствуют на упаковке этих продуктов. Дефектоскопические материалы ECO LINE:

- не являются опасными для здоровья (отсутствует даже пиктограмма «раздражающий»);
- не являются огнеопасными (в том числе материалы, поставляемые в аэрозольной упаковке);
- не содержат летучих органических соединений;
- пенетранты и магнитные суспензии обладают повышенной удаляемостью и повышенной смачивающей способностью.

Несмотря на некоторые особенности в технике нанесения новых продуктов, большинство дефектоскопистов приветствуют

данные изменения в пользу более **безопасного обращения.**

При разработке УФ-облучателей мы также следуем принципам **снижения факторов риска для персонала.** Еще в 2009 г. мы стали применять в наших УФ-облучателях ультрафиолетовые светодиоды вместо металлгалогенных источников, тем самым исключив из генерируемого УФ-спектра наиболее опасный UVB-диапазон (ультрафиолет В, средневолновой).

Учитывая сложные условия и повышенную интенсивность проведения работ, мы разрабатываем оборудование с **высокой степенью эксплуатационной надежности.** Высокий класс защиты (IP64, IP65) позволяет **полностью исключить проникновение дефектоскопических жидкостей в корпус** портативных ярмовых магнитов и УФ-облучателей, а алюминиевый гофрированный корпус УФ-облучателей **обеспечивает необходимый отвод тепла от светодиодов:** это делает наши приборы чрезвычайно надежными и удобными в эксплуатации. **Безупречная стабильность и равномерность распределения УФ-спектра** в процессе интерпретации результатов контроля облучателями серии Smart Line и Quattro Line подтверждена **соответствием спецификации Rolls Royce в авиационной отрасли и**



*Маркировка продуктов MR Chemie, не содержащих опасных компонентов согласно REACH*

**наиболее требовательного стандарта ASTM E 3022-15.**

Мы гордимся нашими высококвалифицированными сотрудниками. Более половины специалистов по продажам и сотрудников отдела по обслуживанию клиентов имеют квалификацию I или II уровня по КД и МПД согласно EN ISO 9712. **Квалифицированная техническая поддержка и рекомендация оптимальных решений** — вот что получают наши партнеры, выбирающие дефектоскопические материалы и оборудование марки MR® Chemie.

Интересы компании MR Chemie GmbH в России и Казахстане с 2009 г. успешно представляет ООО «Севмортех» (Санкт-Петербург).

Компания ООО «Севмортех» является **уполномоченным эксклюзивным представителем MR**



*Новое здание логистического центра, построенное в 2013 г.*



Коллектив компании MR Chemie GmbH

**Chemie GmbH** в странах Таможенного союза (ТС). В компетенции компании входят: импорт материалов и оборудования **MR Chemie** в Россию, получение сертификатов одобрения и аттестаций в российских отраслевых институтах («Прометей», НИКИМТ и т.д.), построение сети дистрибуции в России и Казахстане, обеспечение потребителей в странах ТС широким спектром расходных материалов и оборудования **MR Chemie**, а также консультационной и технологической поддержкой.

**ООО «Севмортех»** имеет в Санкт-Петербурге склад готовой продукции **MR Chemie**, на котором всегда содержится обновляемый запас основных расходных материалов для КД и МПД. Из Санкт-Петербурга заказы отправляются в любую точку России, Казахстана и других стран ТС автомобильным и/или железнодорожным транспортом.

Кратко основные преимущества **ООО «Севмортех»**, обеспечивающие ежегодный (несмотря на кризис) рост объема заказов и числа новых заказчиков расходных материалов **MR Che-**

**mie** на рынке стран Таможенного союза, включают в себя:

- высокое качество продукции **MR Chemie**;
- лучшее в России соотношение цена/качество для расходников для КД;
- стабильное наличие расходных материалов на складе в Санкт-Петербурге;
- оперативность поставок в регионы России и Казахстана;
- консультационная поддержка заказчиков.

Наши постоянные заказчики – ведущие промышленные предприятия, в том числе:

- заводы тяжелого энергетического машиностроения;
- трубные заводы;
- судостроительные верфи;
- предприятия химического машиностроения;
- предприятия автомобильной промышленности;

- энергетические генерирующие предприятия (станции).

Кроме того, специалисты **ООО «Севмортех»** выполняют работу по взаимодействию с заказчиками, желающими установить на производстве промышленную линию капиллярного или магнитопорошкового контроля, используя проектные разработки и оборудование **MR Chemie**.

**ООО «Севмортех»** строит дистрибуторскую сеть в странах ТС, обеспечивая дилеров рекламной поддержкой, информационными материалами и консультациями, а также предоставляя систему разнообразных скидок с учетом географического расположения дилера и промышленной ситуации в его регионе.

Также мы имеем в своем составе аттестованную лабораторию **НК**, что дает возможность получить собственный опыт использования материалов и оборудования **MR Chemie** на действующих промышленных объектах.

На сайте [www.mr-chemie.ru](http://www.mr-chemie.ru) представлена достаточно полная информация о продукции марки **MR Chemie**, в том числе технические характеристики и описание способов применения материалов и назначения оборудования на русском языке. Перейдя на сайт [www.mr-chemie.de](http://www.mr-chemie.de), Вы получите информацию на немецком и английском языках.

Мы приглашаем к сотрудничеству специалистов отделов качества, ЦЗЛ и ЛНК и будем рады помочь в решении ваших производственных задач!

**ООО «Севмортех»** приглашает торговые компании стать дилерами по поставкам продукции марки **MR Chemie** в России и Казахстане.

**MR® Chemie GmbH**  
Nordstr. 61-63;  
D-59423 Unna Germany  
[www.mr-chemie.de](http://www.mr-chemie.de)

**ООО «Севмортех»**  
198097. Россия, Санкт-Петербург,  
пр. Стачек, 47, оф. 458-460.  
Тел. +7(812)33-22-700  
e-mail: [post@sevmor.com](mailto:post@sevmor.com)  
[www.mr-chemie.ru](http://www.mr-chemie.ru)



# Ультразвуковой дефектоскоп **УД9812 «УРАЛЕЦ»**



ООО «Инженерный Центр  
Физприбор»

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

620075, Екатеринбург, ул. Восточная, 54

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

# ПОДДЕРЖАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОДЗЕМНЫХ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ



## ТРОИЦКИЙ Владимир Александрович

Д-р техн. наук, профессор,  
президент УО НКТД, академик  
Международной академии по НК,  
Институт электросварки им. Е.О. Патона  
НАН Украины, Киев

Известно, что трубопроводы внешней прокладки живут дольше, чем подземные трубопроводы. Знаменитый Аляскинский нефтепровод, перекачивающий агрессивную нефть, работает уже более 60 лет и будет работать еще многие годы. Срок службы подземных нефтегазопроводных магистралей может быть приближен к времени существования наземных трубопроводов, если им обеспечить равные условия ухода за каждой трубой. Для этого они должны иметь свои номера, информация о которых должна быть выведена на поверхность магистрали.

Для подземных магистральных нефтегазопроводных магистралей [1–3] разработано много различных видов диагностики, число которых непрерывно увеличивается. Наиболее распространенными из них являются:

- внутритрубная [1, 3] магнитная (акустическая);
- низкочастотная [2] ультразвуковая;
- электрометрическая [4, 5] диагностика изоляции;

*Многолетняя безаварийная эксплуатация магистральных трубопроводов зависит от мониторинга их технического состояния, уровня обслуживания, реализации физических методов их диагностики. Рассмотрены применяемые виды разметки магистральных трубопроводов, которые должны быть заменены на персональные штрих- и точечные коды труб. Это позволяет объединить информационные возможности различных систем диагностик, ремонтов, осмотров, вести персональную многолетнюю историю каждой трубы.*

- коэрцитивно-метрическая;
- акустоэмиссионная;
- термографическая [2, 3], визуально-оптическая и пр.

Каждый из этих восьми типов испытаний дает свою специфическую информацию о подземных трубопроводах, которая воспринимается ремонтниками только после ее подтверждения другими видами диагностики, ручными средствами дефектоскопии. Для этого в определенном месте проводится шурфление, вскрытие трубы. В настоящее время по дефектограммам любой из перечисленных видов диагностики нельзя указать конкретную трубу, в которой имеются опасные дефекты, поскольку трубы, составляющие подземные трубопроводы, обезличены, т.е. не имеют своих номеров (кодов).

Все перечисленные физические методы технической диагностики имеют собственные точки начала и средства отсчета координат, правила и средства привязки результатов преимущественно к поверхности магистрали, включая устройства систем космической навигации GPS. Поэтому трудно сравнивать результаты разных видов диагностики, они должны дополнять друг друга. Для каждого вида испытаний всегда остро стоит вопрос ошибок первого (перебор, лишнее забраковано) и второго (недобор, пропуск дефектов) ро-

да при сравнении результатов с другими видами диагностики. Из-за обезличенности труб больше всех страдают ремонтные службы. Опишем некоторые виды диагностики, уточнить и объединить результаты которых может только кодирование труб.

На рис. 1 показана схема мониторинга состояния изоляции за счет измерения поляризационного потенциала трубопровода [4, 5], который используют для изучения влияния агрессивной среды грунта, что приводит к разрушению изоляции и металла трубопроводов. Для защиты металла применяют противокоррозионную защиту и ее периодически проверяют. Подземные трубопроводы защищают от коррозии изоляционным покрытием и катодной поляризацией. Основным критерием состояния изоляции [4, 5] считают разницу потенциалов между металлом и средой, называемую поляризационным потенциалом. Превышение поляризационного потенциала служит причиной потерь электроэнергии и материала анодов. При этом на поверхности металла выделяется водород, который предопределяет отслоение защитных покрытий изоляции и водородное растрескивание стали. В электропроводной среде потенциал следует контролировать и поддерживать в определенном диапазоне, не допуская ошибок

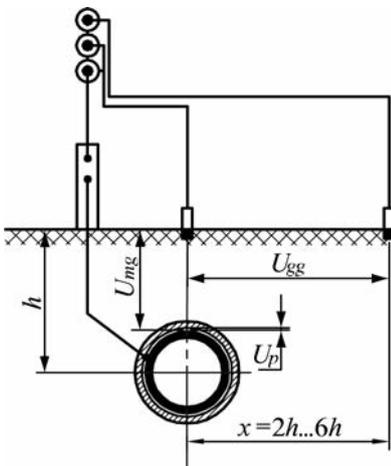


Рис. 1. Схема оценки качества изоляции трубопровода по результатам измерений поляризационного потенциала  $U_p$ :

$U_{mg}$  – напряжение между трубой и электродом;  $U_{gg}$  – то же на  $x$ -расстоянии от оси;  $h$  – глубина залегания трубопровода

первого и второго рода. Для этого существует соответствующая точная аппаратура, позволяющая следить за поддержанием поляризационного потенциала.

Такое обследование подземных трубопроводов электрометрическими методами (электродами) с поверхности земли могут быть контактными (см. рис. 1) и бесконтактными. Последние существенно повышают оперативность, но не дают уверенной информации. В этом виде диагностики имеется много оригиналь-

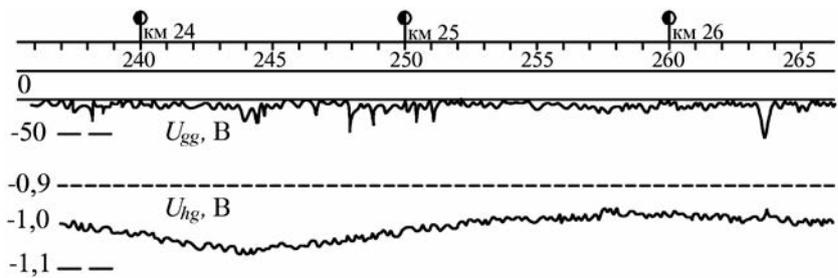


Рис. 2. Результаты измерений поляризационного потенциала  $U_p$ :  $U_{gg}$  – напряжение между трубой и электродом на  $x$ -расстоянии от оси;  $U_{hg}$  – дефектная зона

ных решений. На рис. 1 показана упрощенная схема измерения поляризационного потенциала [4, 5]. Здесь изображен пункт измерений, электрод, заглубляемый в грунт через 5–15 м по оси трубопровода, и дополнительный электрод, перемещаемый параллельно оси на расстоянии  $2h–6h$  (где  $h$  – глубина залегания трубопровода). В такой комплектации измерительного пункта на десятки и сотни метров вдоль трассы можно получать: распределение переходного сопротивления труба – земля, сопротивление изоляции, распределение потенциала земля – земля и  $U_p$  – поляризационного потенциала вдоль трубы (рис. 2), оценивать состояние изоляции трубопровода, необходимость его вскрытия и ремонта.

На рис. 3 и 4 приведены примеры реализации низкочастот-

ной [2, 11] ультразвуковой диагностики. Каждый из этих видов испытаний, как и внутритрубная диагностика [1, 3, 11], реализуется с помощью специализированных дефектоскопов. Их авторы стремятся привязать полученные результаты к телу трубопровода через собственные вспомогательные средства, начала отсчета и т.п.

На рис. 3 показан пример диагностики магистрального трубопровода с помощью низкочастотного (НЧ) [2, 11] ультразвукового контроля (УЗК). Здесь измерения, отсчет координат идут от места установки кольцевой антенны. Метод НЧ УЗК в ближайшие годы должен дать необычные технологические решения. Например, на новых трубопроводах может обеспечить получение информации о качестве кольцевых монтажных швов ма-



Рис. 3. Низкочастотная ультразвуковая диагностика



Рис. 4. Диаграмма распределения недопустимых дефектов (9 шт. – 2010 г., 263 шт. – 2011 г.)

гистрала на протяжении до нескольких километров. Так могут быть выявлены кольцевые швы с дефектами. Это важно делать перед опусканием трубопровода в траншею. Другое необычное решение заключается в возможности судить по глубине проникновения НЧ-колебаний в металл об износе его структуры. Дальнедействующий НЧ-контроль успешно применяется для диагностики технологических трубопроводов [1, 11].

Интересный опыт применения НЧ УЗК диагностики описан в работе [11], где этот метод был использован для диагностики 74 км технологических трубопроводов. С применением НЧ УЗК было обнаружено 1345 дефектов с утонением стенки трубы более 20%. Размер утонения уточнялся УЗ-толщиномерами. При этом было выделено 263 недопустимых дефекта с толщиной стенки меньше браковочного уровня и 230 дефектов с толщиной стенки, близкой к отбраковочному значению (плюс 0,5 мм). Первые (263) подлежали немедленному ремонту, вторая группа (230) отнесена к ближайшему плановому ремонту. За остальными  $1345 - 263 - 230 = 852$  пораженными (более 20% толщины) местами следует наблюдать на трассах, периодически их отыскивать и диагностировать. Очевидно, что каждые из  $852 + 230 = 1082$  мест на трубопроводах будет легче обнаруживать при наличии нумерации труб. Для наружных трасс это так и делается. Но нумерация труб особенно важна для подземных трубопроводов.

На рис. 4 представлена [11] диаграмма (2011 г.) распределения недопустимых дефектов по трубно. Отдельные трубы здесь имеют до 21 недопустимых дефектов. По семь недопустимых дефектов было у трех труб, а по одному – у 25 труб. Характерно, что в предыдущем году (2010 г.)

эта фирма без метода НЧ УЗК на 74,2 км трубопроводов нашла только 9 труб с недопустимыми дефектами. Как для наземных, так и для подземных трубопроводов отчетность должна быть по трубной (см. рис. 4). Потрубный учет состояния является основным отличительным признаком наземных трубопроводов, которые живут дольше, чем подземные.

В некоторых странах [9, 10] пытаются использовать трубопровод для отсчета координат и вводят различные маркеры. При этом трубы остаются обезличенными. Каждый из перечисленных видов диагностики получает свои результаты с привязкой к внешним (поверхностным) атрибутам трассы, но не к телу трубопровода, тем более не к конкретной трубе. Поэтому результаты разных видов диагностики трудно сопоставлять. Эта проблема может быть решена только в том случае, если выполнить нумерацию труб (монтажных швов) и вывести эту информацию на поверхность трассы. Тогда отдельные виды диагностики начнут дополнять друг друга, а ремонтники не будут оплачивать эту неопределенность. Например, по данным диагностики есть опасные дефекты, а ручной НК их не находит. Вскрыли не ту трубу. Ремонтировать нечего. Обвиняют обычно диагностов. Причина этой проблемы только в обезличенности труб. Дефектоскописты сейчас умеют определять как размеры и тип дефектов, так и точное место их расположения.

Все перечисленные виды диагностики дают собственные важные сведения об особенностях локальных мест магистрали. Далеко не все выявленные тем или иным видом диагностики места характеризуются как недопустимые для дальнейшей эксплуатации, в то время как эта же зона, обследованная другим методом, может получить оценку

как критичная, недопустимая без ремонта для дальнейшей эксплуатации. Поэтому важно сравнивать результаты разных видов диагностики. Все многочисленные виды наблюдений за состоянием магистрали станут сопоставимыми друг с другом, если у них будет единая система координат – собственно трубопровод с пронумерованными трубами (монтажными швами), каждая из которых имеет свою историю старения, ремонтов, развития дефектов.

Из всех перечисленных видов диагностики наиболее дорогой является внутритрубная. Внутритрубные дефектоскопы непрерывно совершенствуются, растут объемы получаемой от них информации. Неоднородности, утонения и другие отклонения от нормы по рекомендациям диагностов после расшифровки дефектограмм должны быть найдены и обсуждены на конкретной трубе. Сейчас интересующую трубу разыскивают по косвенным признакам, например по расстоянию от определенного репера, который визуализируется на дефектограмме и отмечен на поверхности трассы. Расстояние от репера до места шурфления может исчисляться сотнями метров. Поэтому вероятность допущения ошибки в определении места раскопа очень высока. На старых трубопроводах, кроме проблемы «ремонтировать нечего», часто возникает более опасная ситуация – проблема «избыточности». Это происходит, когда ручной дефектоскопией обнаружено намного больше дефектов, чем внутритрубным дефектоскопом. При этом нередко бывает, что отремонтированным оказывается не самое опасное место, которое не было раскопано. Из-за обезличенности труб, из-за неуверенности в точности раскопа приходится вскрывать большие участки трассы.

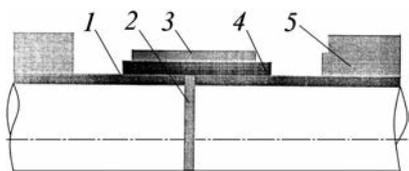


Рис. 5. Расположение маркерных пластин на трубопроводе:

1 – стенка трубы; 2 – кольцевой монтажный стык; 3 – хомут; 4 – маркерная пластина; 5 – бетон

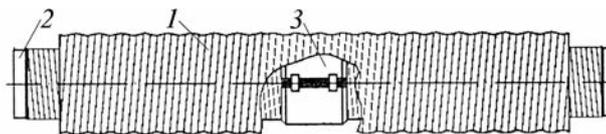
По этим и другим причинам для реконструируемых трубопроводов должна быть использована хорошо считываемая на дефектограмме и ручными средствами система кодирования труб. В настоящее время для разметки магистрали используют разные косвенные системы [9, 10], основанные на применении различных маркерных пластин (рис. 5), располагаемых на теле трубы, реперов, специальных маркерных труб (рис. 6) и т.п. Маркерные знаки на теле трубы не закрывают полностью неопределенности.

В работе [10] описана разметка с помощью накладных маркерных пластин (см. рис. 5), размещенных вдоль трубопровода на стыковых соединениях отдельных труб и соответствующих реперов на поверхности трассы. Последним достижением в этой серии разметок является разметка [10] на основе видимых на дефектограмме маркерных труб (см. рис. 6), изготавливаемых в заводских условиях, и располагаемых в магистрали через 1–2 км. Для того чтобы найти дефектную трубу, перемещаясь по поверхности трассы от репера маркерной трубы, надо отсчитать большие расстояния. Сложен перенос информации с дефектограммы, которая не учитывает особенности рельефа поверхности трассы, на реальный строго горизонтальный объект.

В качестве штрих-кодовых элементов в простейшем случае, например для труб малого диаметра, могут быть использованы

Рис. 6. Маркерная труба:

1 – балластное покрытие; 2 – тело трубы; 3 – маркер KD 13229.00.000



кодовые бандажы (рис. 7), располагаемые в зоне кольцевого монтажного шва. Для труб больших диаметров штрих-код может быть в виде панели с кодовыми элементами (рис. 8) или пластины с кодовыми отверстиями (рис. 9–13). Таким образом, существуют три конструктивные возможности формирования кода трубы. Для каждого монтажного шва может быть сформирован код (номер) из определенной комбинации кодовых элементов. Это могут быть бандажы, кодовые элементы панели или отверстия в пластине. Каждая из этих систем имеет свои особенности в изготовлении, считывании и в объемах информации.

Преимущество штрих-кодов на основе маркерных бандажей –

это пригодность для любых диаметров, абсолютная узнаваемость их внутритрубным дефектоскопом, поскольку кодовый бандаж – это заметное утолщение металла по всей образующей трубы, такой код пропустить нельзя.

Маркерные бандажы (см. рис. 7), располагаемые в зоне монтажного сварного шва перед его изоляцией, изготавливаются из элементов трубного металла и плотно прилегают к поверхности трубы. Они могут быть многоэлементными или ленточными.

В качестве информативных признаков штрих-кода могут выступать форма, конструкция элементов бандаж, расстояние его до монтажного шва, расстояние между отдельными элементами

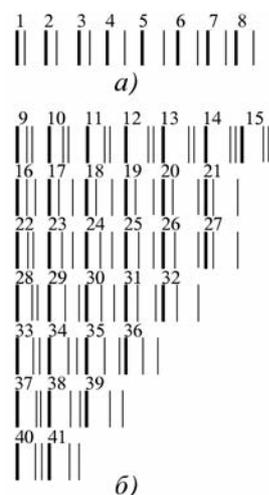


Рис. 7. Формирование штрих-кода за счет удаления одного (а) или двух (б) бандажей (тонкая линия) от монтажного шва (жирная линия)

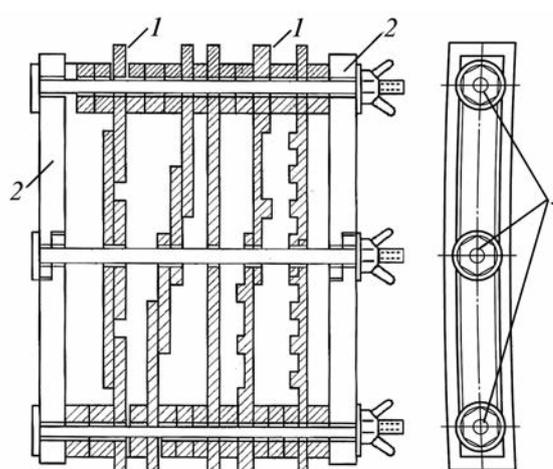


Рис. 8. Панель штрих-кодов, состоящая из пяти разных кодовых элементов, сочетание которых определяет номер трубы:

1 – кодовые элементы; 2 – щетка; 3 – стягивающие шпильки

### Соответствие номерам труб точечного кода в виде двух одинаковых отверстий на пластине с 15 возможными точками для отверстий

№ МШ	Ø $n_1 - n_2$												
1	1-2	16	2-4	31	3-7	46	4-11	61	6-7	76	7-14	91	10-11
2	1-3	17	2-5	32	3-8	47	4-12	62	6-8	77	7-15	92	10-12
3	1-4	18	2-6	33	3-9	48	4-13	63	6-9	78	8-9	93	10-13
5	1-6	20	2-8	35	3-11	50	4-15	65	6-11	80	8-11	95	10-15
6	1-7	21	2-9	36	3-12	51	5-6	66	6-12	81	8-12	96	11-12
7	1-8	22	2-10	37	3-13	52	5-7	67	6-13	82	8-13	97	11-13
8	1-9	23	2-11	38	3-14	53	5-8	68	6-14	83	8-14	98	11-14
9	1-10	24	2-12	39	3-15	54	5-9	69	6-15	84	8-15	99	11-15
10	1-11	25	2-13	40	4-5	55	5-10	70	7-8	85	9-10	100	12-13
11	1-12	26	2-14	41	4-6	56	5-11	71	7-9	86	9-11	101	12-14
12	1-13	27	2-15	42	4-7	57	5-12	72	7-10	87	9-12	102	12-15
13	1-14	28	3-4	43	4-8	58	5-13	73	7-11	88	9-13	103	13-14
14	1-15	29	3-5	44	4-9	59	5-14	74	7-12	89	9-14	104	13-15
15	2-3	30	3-6	45	4-10	60	5-15	75	7-13	90	9-15	105	14-15

бандажей (см. рис. 8). Используя эти признаки, можно обозначить многие сотни стыков.

Если такой штрих-код делать только на каждый пятый стык, т.е. через четыре трубы, то тогда для участка из 100 труб необходимо разметить только 20 стыков.

На рис. 7, а показано, как одиночный ленточный бандаж располагается около монтажного шва (МШ) на разных расстояниях. Здесь так обозначено восемь монтажных швов, выделенных на рисунке жирными линиями. Тонкая линия – это ленточный или сборный кодовый бандаж, расположенный справа от МШ. Набор штрих-кодов может быть сформирован при расположении подобных бандажей и слева от МШ, т.е. по ходу или против направления движения транспортируемого продукта.

На рис. 7, б показана разметка МШ, аналогичная разметке рис. 7, а, но с помощью уже двух бандажей. Здесь за счет расстояния между бандажами и МШ число обозначений существенно увеличено. На рис. 7, б их показано 33, а общее число штрих-кодов на рис. 7 составит 41. На

рис. 7 одноленточный и двухленточный бандажи находятся справа от МШ. Такое же их расположение может быть выполнено слева от МШ. Тогда общее число штрих-кодов возрастает до 82. Это при длине трубы 12 м позволит обозначить каждую трубу на 984 м трассы. Значительно больше возможностей в формировании штрих-кодов дают не ленточные, а многозвенные сборные бандажи. На рис. 7 исследовано только два признака – число труб (2) и расстояние. Если, кроме того, ввести учет вариантов конструктивного исполнения штрихового элемента (см. рис. 8), то число кодов возрастет на порядок.

Формирование штрих-кодов должно быть описано в технической документации, где должны быть указаны соответствующие друг другу коды и номера труб (МШ) в виде таблиц, подобных подготовленной для точечного штрих-кода с двумя отверстиями из 15 возможных.

Для труб большого диаметра рекомендуются штрих-кодовые панели (см. рис. 8), в которых короткие прямые кодовые эле-

менты являются аналогами бандажей.

Рассчитаем, сколько вариантов штрих-кода можно получить, когда имеется 5 и 10 вариантов конструкций элементов, которые могут располагаться вплотную к МШ или на некотором расстоянии (2 признака). Маркерные элементы (бандажи) могут располагаться до МШ или после МШ (2 признака).

Таким образом, в случае 5 вариантов конструкций элементов (бандажей) будет 9 отличительных варьируемых признаков, а в случае 10 вариантов таких признаков будет 14. Подсчитаем число комбинаций (число кодов) для этих случаев:

$$A_9^3 = 9 \cdot 8 \cdot 7 = 504;$$

$$A_{14}^3 = 14 \cdot 13 \cdot 12 = 2184.$$

Это приблизительно на протяжении 5 км и 22 км трассы даст всем трубам возможность иметь собственные неповторяющиеся коды.

Здесь для расчета комбинаций использована известная формула

$$A_m^n = m(m-1)(n-2)...[m-(n-1)],$$

где число размещений равно произведению  $n$  последователь-

ных целых чисел, из которых наибольшим является  $m$ .

Для больших диаметров труб штрих-коды могут быть выполнены в виде кодовых панелей, состоящих из коротких кодовых элементов различной геометрии. На рис. 8 приведен пример такой кодовой панели, состоящей из пяти кодовых элементов.

Панель на рис. 8 представляет собой набор кодовых элементов, собранных на шпильках с втулками, определяющими дистанцию между штриховыми элементами. Изменяя набор, конструкцию элементов и дистанцию между ними, формируются коды, подобные штрих-кодам из бандажей, изображенным на рис. 7. Система нумерации может начинаться с использования одного элемента, далее двух, трех однотипных, далее — разных штриховых элементов. Кодовую панель располагают в околошовной зоне монтажного шва перед ее изоляцией.

Штрих-кодовая панель на рис. 8 состоит из набора кодовых элементов и вспомогательных деталей: двух щек, втулок и трех стягивающих шпилек, которые для того, чтобы их не было видно на дефектограмме, должны быть выполнены из неферромагнитного металла, иметь толщину, диаметры и другие размеры меньше размеров штриховых кодовых элементов. При выполнении этих условий на дефектограмме будут четко видны только штрих-кодовые элементы без вспомогательных деталей.

В каждой группе информационных кодовых элементов должна быть иерархия применимости с учетом читабельности их на дефектограмме. Если прочтение штрих-кодов зависит от направления намагничивания, то для выявления точечных кодов направление намагничивания не имеет значения. Рассмотрим возможности точечных кодов.

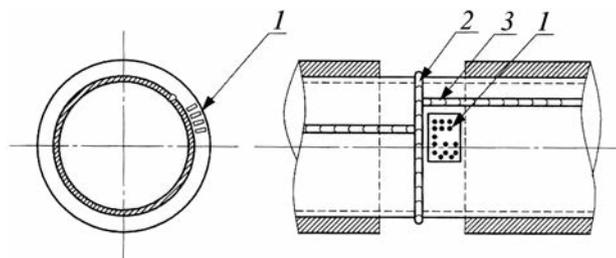


Рис. 9. Расположение кодовой пластины (1) в зоне пересечения продольного (3) и монтажного (2) швов

На рис. 9 показано расположение точечной кодовой пластины 1 в зоне пересечения кольцевого монтажного 2 и продольного 3 швов. Вариантов точечных кодов, их конструктивного и смыслового наполнения может быть очень много. Опишем четыре принципиально разные системы построения точечных кодовых обозначений. Все они предполагают наличие ферромагнитной пластины с отверстиями, располагаемой на теле трубы.

Формирование штрих-кодовых панелей по рис. 8 и их сборка на месте требуют определенных интеллектуальных усилий. Значительно проще изготавливать и понимать точечные кодовые панели (пластины) с отверстиями (см. рис. 10–13). Самый простой точечный код (см. рис. 10), когда количество отверстий в пластине равно номеру без каких-либо комбинаций. Сколько отверстий, такой и номер. Все просто. Это простейшая возможность получения (см. рис. 10) номеров. Более сложный вариант — с помощью отверстий написать цифровой номер так, как показано на рис. 11. Если в пластине, показанной на рис. 10, отверстия могут быть выполнены в произвольном порядке, то на маркерной пластине на рис. 11 изображен цифровой номер, который принадлежит трубе № 9175. И в первом (см. рис. 10) и во втором (см. рис. 11) вариантах надо иметь много отверстий.

Покажем, что, выполняя в пластине только 2–3 отвер-

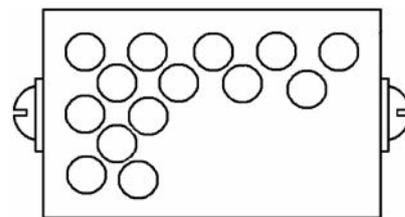


Рис. 10. Маркерная пластина с 14 произвольно расположенными отверстиями, число которых соответствует номеру монтажного шва (№ 14)

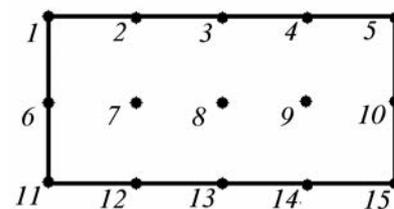


Рис. 11. Маркерная пластина, содержащая 55 точек, с форсированным номером из 31 отверстия для трубы № 9175

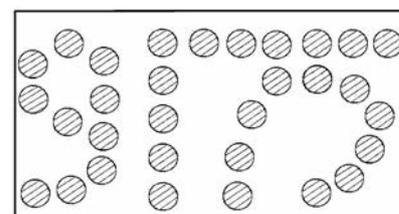


Рис. 12. Кодовая пластина на 15 возможных отверстий для 105 или 210 точечных кодов

стия, можно создавать огромное количество кодов (см. рис. 12, 13). Многочисленность точечных кодов достигается за счет комбинации нескольких отверстий относительно детерминированных точек их возможного расположения.

На рис. 12 представлена небольшая пластина, содержащая в 15 детерминированных точек, в

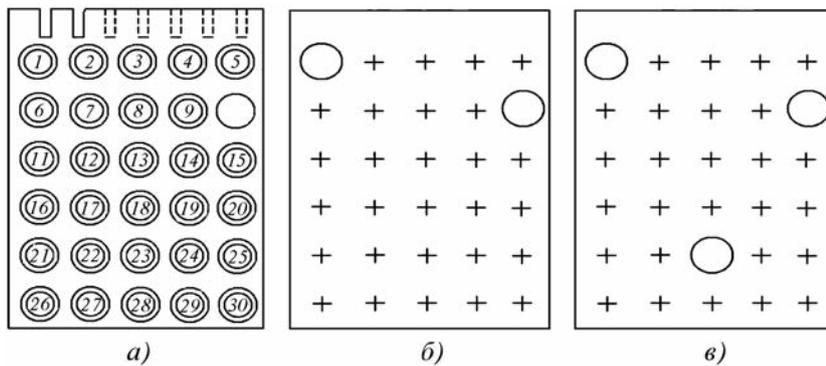


Рис. 13. Кодовая пластина:  
 а – с одним (10) открытым отверстием из 30 возможных и семью возможными прорезами по периферии; б, в – с двумя и в тремя открываемыми отверстиями соответственно

которых могут быть открыты отверстия. С помощью такой пластины, открывая в детерминированной точке по одному отверстию, можно получить 15 обозначений, а при открывании двух одинаковых отверстий можно получить уже 105 кодов, показанных в таблице. Если на этой кодовой пластине отверстия имеют собственные отличительные признаки, например одно из двух отверстий имеет другой диаметр, то число таких кодов удваивается и делается равным 210. Общее число вариантов из 15 по два подсчитывается по формуле

$$N = A_m^n = m(m-1) \dots A_{15}^2 = 210.$$

Здесь каждая пластина имеет два разных отверстия.

В том случае если оба отверстия одного диаметра, т.е. не имеют собственных отличительных признаков, то число кодов уменьшается в 2 раза и равно

$$N = \frac{A_m^n}{n} = 105.$$

Эти коды приведены в таблице. Например, для обозначения МШ, имеющего номер 47, согласно таблице, на кодовой панели должны быть открыты четвертое и двенадцатое отверстия и т.д.

На рис. 13 показана кодовая пластина в 2 раза большего раз-

мера, чем на рис. 12, в которой детерминированных точек для отверстий в 2 раза больше (30), чем в пластине на рис. 12. При этом отверстия могут быть разных и равных диаметров. Если в такой пластине открывать только по одному отверстию одного диаметра, то так можно обозначить только  $N_1^1 = 30$  МШ, а если их открывать по два отверстия (рис. 13, б) одного диаметра, то число кодов будет  $N = A_{30}^2 = 435$ . Если открывать два отверстия разного диаметра, то  $N_{30}^2 = A_{30}^2 = 870$ . Если аналогично открывать по три отверстия (рис. 13, в) разных диаметров, то число кодов будет  $N_{30}^3 = 24\,360$ . Это уже слишком много. Так можно обозначить все трубы в магистрали протяженностью  $24\,360 \times 12 = 292\,320 \text{ м} \approx 300 \text{ км}$ . Для облегчения понимания использования точечных кодов избыточность возможностей желательно уменьшить, например все отверстия делать одного диаметра. Тогда  $N_1 = 30$ ;  $N_2 = 435$ ;  $N_3 = 8120$  (~97 км).

Как видно из этих данных, система точечных кодов с количеством открываемых отверстий более трех для трубных задач уже избыточна. С расширением возможностей усложняется понимание точечных кодов. Лучше сделать акцент на периодической повторяемости простых кодов с

одним или двумя штриховыми элементами либо одним или двумя отверстиями после естественного артефакта магистрали.

Добавить информативности можно простыми вспомогательными возможностями, например введением прорезей, показанных на верхней кромке кодовой пластины (см. рис. 13, а), или изменением детерминированного места расположения кода, что также относится к легким для понимания отличительным признакам.

Таким образом, из трех рассмотренных систем простейшими являются точечные коды на основе отверстий в кодовой пластине, которые могут быть реализованы в следующих исполнениях:

- 1) произвольно расположенные отверстия (см. рис. 10, б), количество которых определяет номер;
- 2) цифровое изображение (см. рис. 11) в виде арабских (1, 2, 3, ...) или римских (I, II, III, ...) цифр;
- 3) комбинации двух или трех отверстий (см. рис. 13, б, в);
- 4) посредством одного кодового отверстия, местоположение которого определяет номер (см. рис. 13, а).

Пока нет стандартов, требующих применения потрубного кодирования, проектант имеет возможность разработки собственных систем нумерации. Он может выбрать одну из четырех перечисленных точечных кодовых систем с учетом особенностей ожидаемого строительства или реконструкции.

Самый упрощенный (см. рис. 13, а) способ предполагает открытие по одному отверстию разного диаметра и использование ряда прорезей на периферии пластины. На рис. 13, а показаны два возможных диаметра и семь прорезей по верхней периферии кодовой пластины. Боковые прорези, количество которых соот-

ветствует номеру участка трубопровода, являются вспомогательным информативным признаком и могут быть использованы для дополнительного обозначения огромного количества труб.

Потрубная разметка важна в зонах активных грунтов, включая тектонические разломы, горных местностей.

Требования к точности систем разметки подземных трубопроводов будут возрастать с ростом культуры эксплуатации. Потрубная разметка облегчит разрешение спорных ситуаций, возникающих периодически на подземных трубопроводах в течение многолетнего периода их эксплуатации, для которых практикуют различные виды диагностики (см. рис. 1–3). Так может быть обеспечено наблюдение за каждой трубой, которая уже была в ремонте или нуждается в нем.

Система кодирования труб, изложенная в технической документации, сократит эксплуатационные расходы, время для профилактики и ремонта, будет способствовать сокращению объемов земляных работ. Достаточное упрощенное кодирование может быть достигнуто с помощью всего двух или трех отверстий, двух или трех штрих-кодовых элементов. Трубы с отклонениями от нормы должны периодически наблюдаться различными средствами неразрушающего контроля без травмирования соседних полноценных труб. Точное место расположения проблемных труб должно быть выведено на поверхность в виде кода и номера. Номер легко читается обходчиками. Код читается приборами и специалистами, знающими техническую документацию и переводные таблицы. Для обходчиков, диагностов и остального персонала на поверхности должны быть указаны номера труб в виде цифр. Таким образом, будет стерто одно из основных отли-

чий в эксплуатации подземных и наземных магистралей, которые живут намного дольше подземных.

По данным [6, 12], наибольшая доля аварий (69%) на трубопроводах связана с внешними воздействиями на них, в том числе и несанкционированными врезками, для борьбы с которыми разрабатываются автоматизированные системы упреждающих действий. Любые быстрые действия могут быть только при точном указании места происхождения несанкционированных звуков.

Для вывода потрубной разметки на поверхность должно быть использовано все, что расположено вдоль трассы. Это устройства катодной защиты, километровые и промежуточные столбы, вехи, пересекающие трассу внешние коммуникации, включая ЛЭП и пр. Подземные, как и наземные, трубы должны быть «узнаваемы» без раскопов. Любой раскоп, любое шурфование – это травма. Принцип «не навреди» будет реализован только при максимальном учете всей истории жизни каждой трубы – ее диагностики, ремонтов, шурфовок и пр.

В настоящее время нет никакого потрубного учета. Обычно сообщается [12], что внутритрубная диагностика на некоторых нефтепродуктопроводах выявляет дефекты до 150–200 шт. на 1 км, глубина коррозии которых достигает 60% толщины стенки трубы, несмотря на наличие их электрохимической защиты, тогда как надо бы знать, сколько у одной трубы имеется, кроме утонения дополнительных причин концентраций напряжений. Этих причин много. Поэтому после ремонтов, различных дополнительных нагружений, влияний внешней среды в одном трубопроводе нельзя найти двух одинаковых труб. Все они разные и требуют разных действий. Поэтому надо заниматься отдельны-

ми трубами, у которых с возрастом накапливаются проблемы, приводящие к авариям.

Строительные организации, которые научатся кодировать трубы и размещать их номера вдоль трассы, будут более востребованы. Возрастет и авторитет диагностов, которые научатся в своих отчетах указывать номер (код) проблемной трубы. Уменьшение объемов раскопов, механических воздействий увеличит надежность подземных трубопроводов.

Наблюдение за каждой трубой с учетом ее происхождения, истории жизни, ремонтов, диагностика в течение многих десятилетий обеспечит долголетие всего трубопровода.

Эксплуатационники должны без раскопа по данным дефектограммы внутритрубного дефектоскопа научиться размечать на поверхности проблемные трубы по категориям (цвету) и очередности ремонта. Уменьшение объемов раскопов, механических воздействий увеличит надежность, срок службы подземных трубопроводов. Необходимо наблюдение за каждой трубой с учетом ее происхождения, истории жизни, ремонтов, диагностика в течение многих десятилетий. Только такой подход обеспечит долголетие подземных трубопроводов.

## Выводы

1. Естественные допустимые при изготовлении и приобретенные в процессе эксплуатации дефекты делают все трубы подземных трубопроводов по-разному опасными. Опасность с возрастом (деградацией) растет. Поэтому техническое состояние, учет результатов ремонтов, диагностик, расчетов на прочность, планирование мероприятий по поддержанию работоспособности должно вестись потрубно, а не покило-

метрово, т.е. конкретно и индивидуально. Для этого все трубы (секции) должны иметь свои номера (коды), читаемые внутритручными и ручными дефектоскопами.

2. Для индикации разнообразных дефектов, число которых может исчисляться сотнями на 1 км, для установления очередности ремонтов необходимо использовать принятое в мировой практике трехуровневое цветное ранжирование опасности дефектных зон, которая, если не принимать мер, не делать ремонт, переходит от серого к оранжевому и красному цвету.
3. Номера (коды) труб, места расположения ранжированных дефектных зон, их цвет (степень опасности) должны быть вынесены на поверхность трассы, что облегчит наблюдение за ними без шурфования и раскопов, т.е. почти как у наземных трубопроводов.
4. Для кодирования (нумерации) труб (секций), знаки которого считываются как внутритручными, так и ручными дефектоскопами, достаточно использовать комбинации двух-трех штриховых элементов или комбинаций двух-трех отверстий на кодовой пластине, располагаемой на теле трубы под изоляцией в детерминированном месте, например в оклошовной зоне на пересечении монтажного кольцевого и продольного швов.
5. Ранжирование дефектных зон требует определенной последовательности. Без оценки опасности (вскоре после расшифровки диагно-

стических дефектограмм) делается разметка дефектов. Это дает общую картину расположения дефектных зон по поверхности трассы. Далее по мере изучения данных о каждой дефектной трубе, выполнения прочностных и экспертных расчетов с учетом весовых коэффициентов, учитывающих размеры дефектов и других обстоятельств, устанавливается степень опасности (цвет) и очередность ремонта. При отсутствии ремонтов со временем ранжирование дефектных зон должно уточняться, так как уровень опасности с возрастом повышается.

#### Библиографический список

1. **Абакумов А.А., Абакумов А.А. (мл.)** Магнитная диагностика газонефтепроводов. М.: Энергоатомиздат, 2001. 440 с.
2. **Патон Б.Е., Троицкий В.А.** Основные направления работ ИЭС им. Е.О. Патона в совершенствовании неразрушающего контроля сварных соединений // *Материалы 8-й Национальной конференции УкрNDT-2016*. Киев, 2016. С. 8–28.
3. **Неразрушающий контроль:** справочник: в 8 т. / под общ. ред. В.В. Клюева. Т. 6. Кн. 1. Магнитные методы контроля / В.В. Клюев, В.Ф. Мужикский, Э.С. Горкунов, В.Е. Щербинин. 2-е изд., испр. М.: Машиностроение, 2006. 560 с.
4. **Цих В.С., Яворский А.В.** Электромагнитный контроль изоляции подземных трубопроводов с поверхности земли // *Материалы 8-й Национальной*

конференции УкрNDT-2016. Киев, 2016. С. 206–207.

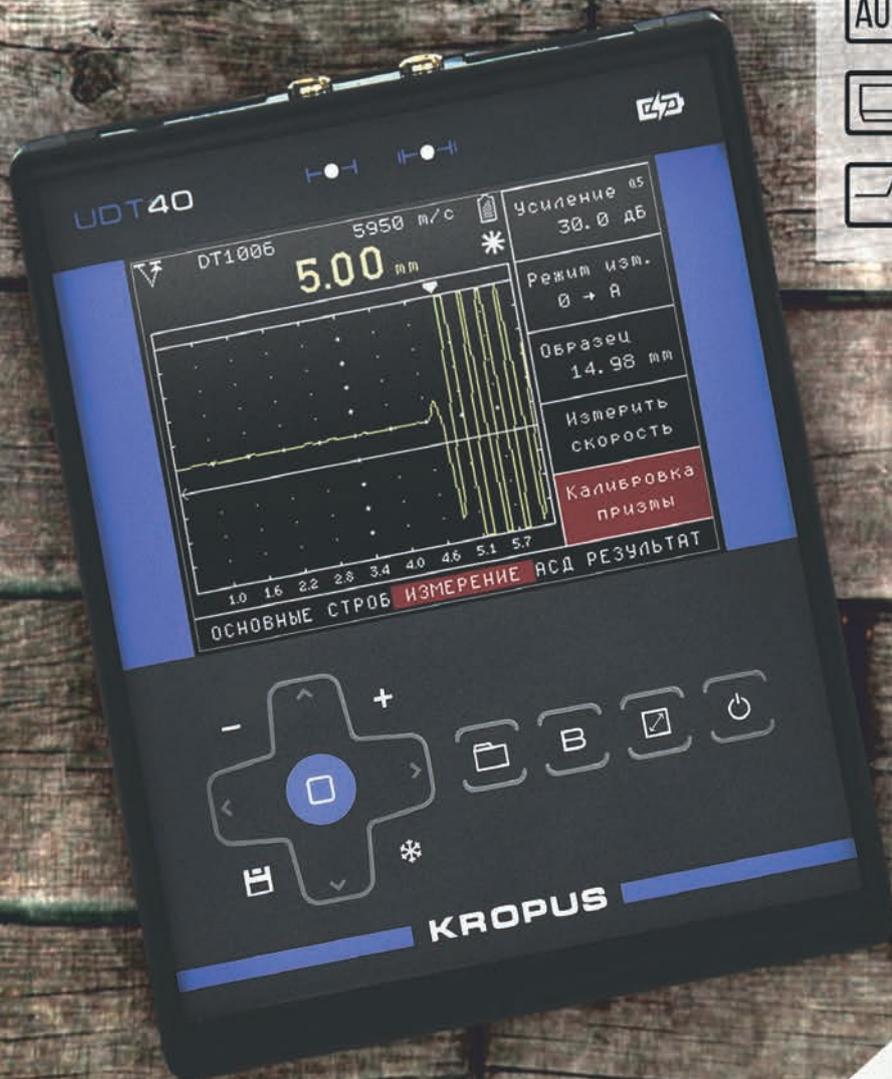
5. **Джала Р.М., Вербенець Б.Я., Мельник М.І.** Нові методи контролю ПКЗ підземних трубопроводів за вимірами струмів і потенціалів // *Материалы 8-й Национальной конференции УкрNDT-2016*. Киев, 2016. С. 236–239.
6. **Галютдинов А.А., Зубаилов Г.И., Хайрулдинов Ф.Ш., Шмаков В.А.** К вопросу о демонтаже трубопроводов // *Нефтегазовое дело*. 2007. № 1. URL: <http://www.ogbus.ru>.
7. **Чирсков В.Г., Березин В.Л., Телегин Л.Г. и др.** Строительство магистральных трубопроводов. М.: Недра, 1991. 475 с.
8. **Троицкий В.А.** Магнитопорошковый контроль сварных соединений и деталей машин. Киев: Феникс, 2002. 300 с.
9. **Пат. № 2511787 РФ, МПК9: F17D5/02.** Маркер для внутритручной диагностики / Е.Л. Карнавский, Р.В. Агинец, А.Ф. Пужайло, С.В. Савченков; патентообл. ОАО «Гипрогазцентр»; опублик. 10.04.2014.
10. **Коваленко А.Н.** Системы определения местоположения дефектов на трубопроводе // *Контроль и диагностика*. 2016. № 2. С. 27–35.
11. **Саража С.В.** Внедрение новой концепции диагностики технологических трубопроводов в ОАО «Самолторнефтегаз» // *Территория NDT*. 2013. № 4. С. 36–41.
12. **Галиулин Р.В., Башкин В.Н., Галиулина Р.А.** Проблема несанкционированных врезок в трубопроводы жидких углеводородов // *Журнал нефтегазового строительства*. 2013. № 4. С. 46–49. ■

УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ТОЛЩИНОМЕР

# UDT 40

ВСЕ ДЛЯ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО  
КОНТРОЛЯ И ИСПЫТАНИЙ

-  Толщиномер выполнен в форм-факторе планшета и его удобно держать одной рукой
-  Ударопрочный корпус обеспечивает надежную защиту в полевых условиях
-  Масса прибора – 870 грамм
-  Большой экран с возможностью смены цветовых схем
-  Морозоустойчивое (от -30°C) исполнение
-  Автоматическая настройка
-  Возможность подключения любых УЗ преобразователей
-  Богатые функциональные возможности и широкий круг решаемых задач



**КРОПУС**  
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦЕНТР

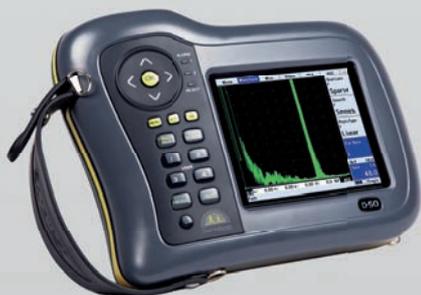
телефон/факс:  
(495) 229 42 96  
(800) 500 62 98

sales@kropus.ru  
www.kropus.ru

# УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ ДЕФЕКТОСКОПЫ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Контроль сварных швов, основного металла, поковок, отливок,  
составление карты коррозии, контроль композитов

## SONATEST 500M/D50



- Частоты 1–20 МГц
- Развертка 5–5 000 мм (сталь)
- Слежение за акустическим контактом
- Встроенное ПО: АРУ, АРД, ВРЧ, DAC, AWS, API, В-скан
- Сенсорное управление
- Работа при t от –20 до +70 °С До 16 ч автономной работы
- Исполнение IP67
- Масса 1,7 кг, включая батарею

## HARFANG PRISMA UT

*Ваша задача –  
наше решение!*



## SONATEST 700M/D70



- Частоты 0,5–35 МГц
- Развертка 1–20 000 мм (сталь)
- Слежение за акустическим контактом
- Встроенное ПО: АРУ, АРД, ВРЧ, DAC, AWS, API, В-скан
- DryScan для контроля композитов
- Работа с ЭМАП без контактной среды
- Амплитуда зондирующих импульсов до 450 В
- Работа при t от –20 до +70 °С До 16 ч автономной работы
- Масса 2,5 кг, включая батарею

Особенности:

- Работа с одноэлементным роликовым преобразователем
- Два независимых УЗ канала
- 3-D моделирование процесса контроля
- Запись всего объема полученных результатов в виде А-сканов
- Встроенное ПО для измерения размеров дефектов TOFD-методом
- Возможность работы с фазированными решетками в конфигурации 16:16, или 16:64
- Получение **A**, **B** и **C**-сканов в реальном времени
- Работа с ЭМАП на различных материалах (углеродистая и нержавеющая стали, алюминий, медь, титан)
- ПО УЗкарта для моделирования процесса контроля всех типов сварных соединений и проведения обучения
- Получение автоматического отчета о результатах контроля



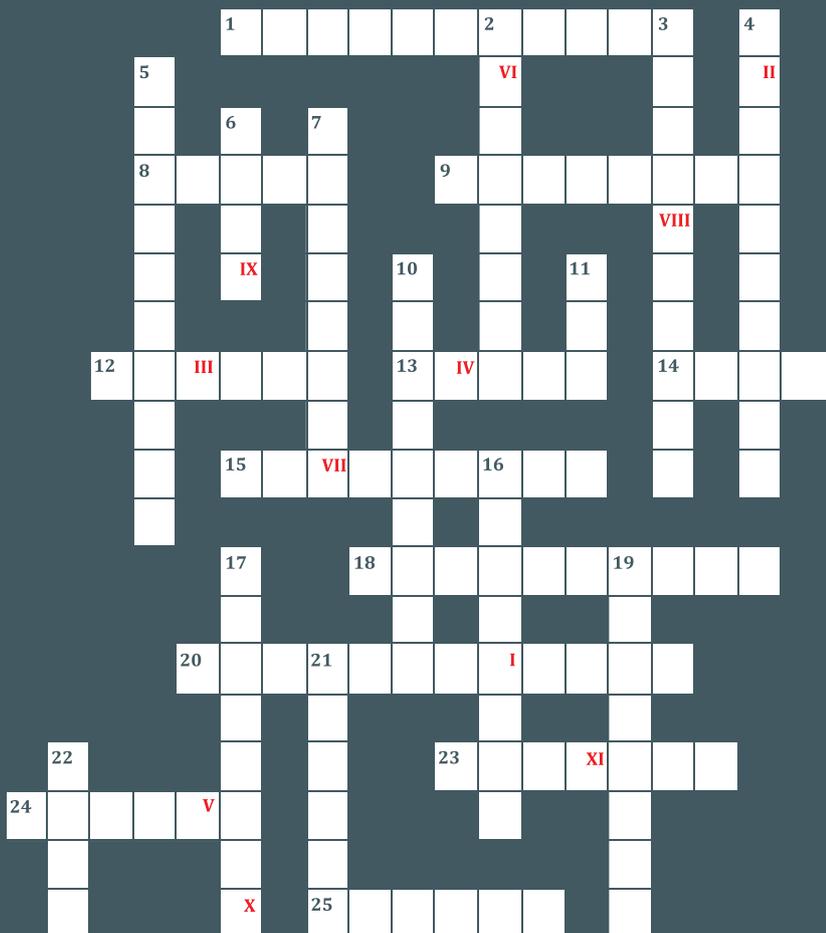
Официальный представитель  
Sonatest Ltd (Великобритания)  
на территории России

111024, Москва, ул. Авиамоторная, д. 12, оф. 405; (495) 789-37-48  
www.panatest.ru, www.sonatest.ru; mail@panatest.ru

# Общие термины и определения по НК



Контроль точечной, шовной, рельефной контактной сварки



## По горизонтали:

**1.** Область знаний, охватывающая теорию, методы и средства определения технического состояния объектов. **8.** Документ в виде таблицы, содержащий основные данные технологической инструкции. **9.** Повреждение технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте. **12.** Каждое отдельное несоответствие продукции требованиям, установленным нормативной документацией. **13.** Способ контроля, при котором не должна быть нарушена пригодность объекта к применению, основанный на том или ином физическом явлении. **14.** Совокупность процессов, составляющих законченный круг действия. **15.** Документ, устанавливающий объект, цели, виды, последовательность, объем проводимых испытаний. **18.** Положение, описывающее действие, которое должно быть выполнено. **20.** Положение, содержащее совет. **23.** Специалист, осуществляющий проведение экспертизы промышленной безопасности. **24.** Техническое устройство, подвергаемое неразрушающему контролю. **25.** Разрушение сооружений и (или) технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте.

## По вертикали:

**2.** Документ, в котором в целях добровольного многократного использования устанавливаются характеристики продукции, правила производства, эксплуатации, хранения. **3.** Процесс подтверждения независимым органом квалификации кандидата требованиям ПБ 03-440-02. **4.** Документ, удостоверяющий соответствие продукции конкретному стандарту. **5.** Документ, составленный по результатам неразрушающего контроля. **6.** Объект контроля, содержащий недопустимый дефект. **7.** Совокупность свойств и характеристик продукции, которые придают им способность удовлетворять предполагаемые потребности. **10.** Нахождение значения физической величины с помощью технических средств. **11.** Условная группировка методов неразрушающего контроля, объединенная общностью физических характеристик. **16.** Документ, включающий объекты, метод, средства и условия контроля, алгоритмы выполнения операций по определению характеристик объекта. **17.** Техническое устройство, предназначенное для измерений. **19.** Признак, на основании которого проводится оценка параметров. **21.** Определение параметров дефекта в сравнении с установленным уровнем. **22.** Однократный отказ, устраняемый незначительным вмешательством оператора.



Отгадайте слово, зашифрованное в кроссворде (римские цифры I – XI). Первым пятерым, отгадавшим слово и приславшим ответ на электронный адрес редакции [tndt@idspektr.ru](mailto:tndt@idspektr.ru) до 30 октября 2017 г., составителем будут высланы призы – многофункциональные лупы.

Российское общество по неразрушающему контролю и технической диагностике при поддержке Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору проводит

# XV ВСЕРОССИЙСКИЙ КОНКУРС СПЕЦИАЛИСТОВ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

по 9 методам неразрушающего контроля:

акустико-эмиссионному, вихретоковому (впервые), визуальному и измерительному, вибродиагностическому, магнитному, проникающими веществами (капиллярному), радиографическому, тепловому и ультразвуковому.

Общее руководство и координацию осуществляет  
ОАО «НТЦ «Промышленная безопасность» и ООО «НУЦ «Качество».

**Первый тур** - отборочный, пройдёт в Независимых органах по аттестации персонала НК в регионах России.

Срок проведения отборочного тура в регионах России: **22 января - 09 февраля 2018 г.**

**Второй тур** - финальный, пройдёт на базе ООО «НУЦ «Качество» с **26 февраля - 01 марта 2018 г.**, в период проведения форума «Территория NDT-2018» г. Москва, Экспоцентр на Красной Пресне.

**Всем организациям**, направившим своих специалистов на конкурс, вручается **свидетельство** участника XV Всероссийского конкурса специалистов неразрушающего контроля.

**Все участники** конкурса награждаются **грамотами** участника.

**Участникам отборочного тура**, занявшим **I, II и III места**, вручаются соответствующие дипломы, ценные призы, а также предоставляется возможность **продления срока действия квалификационных удостоверений без оплаты** (в НОАП НУЦ «Качество»).

**Участникам финального тура**, занявшим **I, II и III места**, вручаются соответствующие дипломы, ценные призы, а также предоставляется возможность пройти **аттестацию на III уровень** квалификации с учётом результатов финального тура конкурса (в НОАП НУЦ «Качество»).



## Примите и Вы участие в соревновании !

Заявки на участие в XV Всероссийском конкурсе специалистов неразрушающего контроля направляются факсом или электронной почтой на адрес НУЦ «Качество» или в Региональные центры проведения I-го тура конкурса.

Координаты Региональных центров, заявившихся на проведение I-го тура конкурса, а также более подробную информацию о конкурсе, можно узнать в интернете на сайтах: РОНКТД [www.ronktd.ru](http://www.ronktd.ru), ОАО «НТЦ «Промышленная безопасность» [www.aoontc.ru](http://www.aoontc.ru), ООО «НУЦ «Качество» [www.centri-kachestvo.ru](http://www.centri-kachestvo.ru) или по телефонам: (495) 744-70-52, 777-41-02



Информационная поддержка: журнал «Территория NDT», «Контроль. Диагностика», «В мире НК».

## РЕКЛАМОДАТЕЛЯМ

Редакция журнала приглашает к сотрудничеству рекламодателей. Информация о вас, о вашем оборудовании, ваших технологиях, услугах, разработках и исследованиях в области неразрушающего контроля и технической диагностики будет донесена до специалистов и потребителей одновременно как минимум в 11 странах. Есть возможность предложить свою продукцию и услуги не только в рекламных блоках, но и путем публикации развернутых материалов и отчетов.

### Размещение рекламы в журнале «Территория NDT»

Местоположение рекламного модуля	Занимаемое место на полосе (обрезной формат)	Стоимость размещения, руб. (без НДС)
<b>ОБЛОЖКА</b>		
1-я страница	210 x 180 мм	65 000
2-я страница	1/1 (210 x 290 мм)	55 000
3-я страница	1/1 (210 x 290 мм)	42 000
4-я страница	1/1 (210 x 290 мм)	60 000
<b>МОДУЛЬ ВНУТРИ ЖУРНАЛА</b>		
1-я страница	1/1 (210 x 290 мм)	55 000
2-я страница	1/1 (210 x 290 мм)	48 000
Расположение по усмотрению редакции	1/1 (210 x 290 мм) 1/2 (210 x 145 мм) 1/3 (210 x 100 мм)	32 000 18 000 15 000
<b>СТАТЬЯ</b>		
Расположение по усмотрению редакции	1 страница 2 страницы 3 страницы	30 000 36 000 48 000

**Действует гибкая система скидок.**

### Требования к принимаемым рекламным модулям

Рекламный модуль	Размер рекламного блока после обрезки	Размер рекламного блока с полями под обрезку
1-я полоса обложки	210 x 180 мм	215 x 180 мм
1/1 полосы	210 x 290 мм (вертикальное расположение)	220 x 300 мм
1/2 полосы	145 x 210 мм (горизонтальное расположение)	155 x 220 мм
1/3 полосы	100 x 210 мм (горизонтальное расположение)	110 x 220 мм
Тип файла	PDF, EPS, TIFF, PSD	
Разрешение и цветовая модель	CMYK, не менее 300 dpi, без сжатия	

Подробную информацию о журнале, архив номеров и последние новости вы найдёте на сайте журнала «Территория NDT» – [www.tndt.idspektr.ru](http://www.tndt.idspektr.ru)

## АВТОРАМ

Редакция журнала приглашает к сотрудничеству авторов. Статьи (обзорные, популярные, научно-технические, дискуссионные) присылайте в редакцию в электронном виде. Статьи нерекламного содержания в журнале «Территория NDT» публикуются бесплатно. Объем статьи, предлагаемой к публикации, не должен превышать 8 страниц текста формата А4, набранного через полтора–два интервала, 11–12 кегель.

### Требования к принимаемым статьям

В редакцию предоставляются:

1. Файл со статьей.  
Статья должна быть набрана в текстовом редакторе Microsoft Word, (формат А4, полтора–два интервала, 11–12 кегель, шрифт Times New Roman).  
В начале статьи обязательно набрать фамилии, имена и отчества авторов полностью (приветствуется указание ученых степеней и званий автора (если есть), место работы, должность).
2. Фотографии авторов статьи (отдельные файлы).
3. Иллюстрации в виде отдельных файлов – DOC, PDF, TIFF, JPEG с максимально возможным разрешением (рекомендуется 600 dpi).
4. Для заключения авторского договора на каждого автора необходимо указать: паспортные данные с кодом подразделения, адрес прописки с индексом, дату рождения, контактный телефон, e-mail (отдельный файл Microsoft Word).

**Присылая статью в редакцию для публикации, авторы выражают согласие с тем, что:**

- статья может быть размещена в Интернете;
- авторский гонорар за публикацию статьи не выплачивается.

По всем вопросам размещения рекламы и статей в журнале «Территория NDT» просим обращаться по телефону +7 (499) 393 30 25 или по электронной почте: [tndt@idspektr.ru](mailto:tndt@idspektr.ru)

### КАК ПОДПИСАТЬСЯ НА ЖУРНАЛ

Оформить подписку на журнал «Территория NDT» можно через редакцию журнала, начиная с любого номера. Отправьте заявку в отдел реализации по e-mail: [zakaz@idspektr.ru](mailto:zakaz@idspektr.ru) с указанием следующих данных:

1. Журнал «Территория NDT»
2. Количество экземпляров
3. Название организации (для юридических лиц)
4. Почтовый адрес
5. Юридический адрес (для юридических лиц)
6. ИНН, КПП предприятия, банковские реквизиты (для юридических лиц)
7. Телефон (с кодом города), факс
8. Адрес электронной почты (e-mail)
9. Фамилия, имя, отчество
10. Способ доставки (почтой\*, самовывоз\*\*)

\* При доставке почтой стоимость услуги отправки почтой составит 290 руб. за 1 экземпляр журнала. При заказе более двух номеров стоимость услуги уточните в редакции.

\*\* При самовывозе журнал предоставляется бесплатно.

Самовывозом журнал получают в редакции журнала по адресу: **Москва, ул. Усачева, д. 35, стр. 1, офис 2319.**

Телефон отдела реализации: **(495) 514 26 34**

Телефоны редакции: **(499) 393 30 25, (495) 514 76 50**

**Уважаемые дамы и господа, мы будем рады видеть Вас среди наших постоянных читателей, авторов, спонсоров и рекламодателей. Мы готовы обсудить любые формы сотрудничества и взаимодействия. Надеемся, что страницы нашего журнала станут постоянной территорией для обмена информацией и опытом в области неразрушающего контроля и технической диагностики.**

**Журнал «Территория NDT» выходит 4 раза в год и является бесплатным для читателей,**  
финансирование журнала организовано за счет спонсоров и рекламы.

- Журнал распространяется через национальные общества по неразрушающему контролю (участники проекта), на выставках, семинарах, конференциях, в учебных центрах и через редакцию журнала.
- Российское общество по неразрушающему контролю и технической диагностике распространяет журнал через региональные отделения общества (43 отделения, подробная информация на сайте РОНКTD – <http://www.ronktd.ru>).
- Более 3000 промышленных предприятий, имеющих в своем составе лаборатории по НК, получают журнал.
- Журнал находится в свободном доступе на сайте [www.tndt.idspektr.ru](http://www.tndt.idspektr.ru) (online-версия, pdf-версия).

## НАЦИОНАЛЬНЫЕ ОБЩЕСТВА – УЧАСТНИКИ ПРОЕКТА «ТЕРРИТОРИЯ NDT»



**Азербайджанское общество по неразрушающему контролю (АОНК)**

Азербайджанская республика,  
ул. Ф. Хойского, 79, Баку, AZ1110  
**Телефоны:** +994 12 564 0670; +994 12 564 0270  
**моб.** +994 50 220 4643  
**E-mail:** s.mammadov@maggpindt.com



**Белорусская ассоциация неразрушающего контроля и технической диагностики (БАНТ и ТД)**

Беларусь, Институт прикладной физики НАН Беларуси,  
ул. Академическая, 16, Минск, 220072  
**Телефоны:** +375 17 284 1081; +375 17 284 0686  
**Факс** +375 17 284 1794  
**E-mail:** migoun@iaph.bas-net.by  
**Http://www.bandt.basnet.by**



**Всегрузинское общество по неразрушающему контролю (GEONDT)**

Грузия, ул. Мачабели, 1/6, Тбилиси  
**Телефоны:** +995 32 298 76 16 (офис); +995 99 10 41 47;  
+995 77 78 77 10  
**E-mail:** sovbi@rambler.ru; sovbi@rambler.ru;  
n\_burduli@hotmail.com



**СРО ОЮЛ КАЗАХСТАНСКИЙ РЕГИСТР**

Republic of Kazakhstan, avenue B.Momyshyli 12, Block ZH,  
office 207 Astana, 010000  
**Телефоны:** +7 7172 252811 (domestic),  
+7 708 4252811 (international)  
**Факс** +7 701 2720635  
**E-mail:** info@kazregister.kz  
**http://kazregister.kz**



**Латвийское общество по неразрушающему контролю (LNTB)**

Vesetas 10 - 18, Riga, Latvia, LV-1013  
**Телефоны:** +371 673 70 391; +371 292 79 466  
**Факс** +371 678 20 303  
**E-mail:** kval@latnet.lv



**Национальное общество неразрушающего контроля и технической диагностики Республики Молдова (НОНКTD РМ)**

Республика Молдова, Департамент NDT АО «INTROSCOP»,  
ул. Мештерул Маноле, 20, г. Кишинев, МД-2044  
**Телефоны:** +373 22 47 21 45; +373 22 47 12 49  
**Факс** +373 22 47 35 28  
**E-mail:** atcacenco@introscope.md; nercont@meganet.md  
**Http://www.ndt.md**



**Российское общество по неразрушающему контролю и технической диагностике (РОНКTD)**

Россия, ул. Усачева, д. 35, стр. 1, Москва, 1119048  
**Телефон:** +7 499 245 56 56  
**Факс** +7 499 246 88 88  
**E-mail:** info@ronktd.ru  
**Http://www.ronktd.ru**



**Узбекистанское общество по неразрушающему контролю (УзОНК)**

Узбекистан, ул. Махмуда Таробий, д. 185, Навои, 210100  
**Телефон:** +998 7922 760 44  
**E-mail:** info@ndt.uz  
**Http://www.ndt.uz**



**Украинское общество неразрушающего контроля и технической диагностики (УО НКTD)**

Украина, ул. Боженко, 11, Киев-150, 03680  
**Телефоны:** +380 44 200 4666; +380 44 205 2249  
**Факс** +380 44 205 3166  
**E-mail:** usndt@ukr.net  
**Http://www.usndt.com.ua**



**Bulgarian society for nondestructive testing (BGSNDT)**

Республика Болгария, ул. Раковски, 108, София, 1000  
**Телефоны:** +359 2 9797 120, +359 2 9796 445  
**Факс** +359 2 9797 120  
**E-mail:** nntdd@abv.bg; nntdd@ibm.bas.bg  
**Http://www.nts-bg.ttm.bg**



**Israeli NDT Association for Technical Diagnostics and Condition Monitoring (INA TD&CM)**

Israel, Dizengoff St, 200, Tel-Aviv, 61063  
**Телефоны:** +972 3 5205818; +972 544 865557  
**Факс** +972 3 5272496  
**E-mail:** itai@aeai.org.il; boris@muravin.com  
**Http://www.engineers.org.il**

Подробную информацию о журнале и участниках проекта, архив номеров и последние новости вы найдете на сайте журнала «Территория NDT» – [www.tndt.idspektr.ru](http://www.tndt.idspektr.ru)