

ТЕРРИТОРИЯ NDT

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ

3, 2024

июль – сентябрь (51)



ВСЕРОССИЙСКИЙ КОНКУРС ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ

ДЕФЕКТОСКОПИСТ 2025

В 2024 ГОДУ В КОНКУРСЕ ПРИНЯЛИ УЧАСТИЕ



30 +
РЕГИОНОВ



410 +
УЧАСТНИКОВ



230 +
ОРГАНИЗАЦИЙ

ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП

1

25 СЕНТЯБРЯ 2024 ГОДА -
7 МАРТА 2025 ГОДА

ПРОЙДЕТ В 32 РЕГИОНАХ НА БАЗАХ АТТЕСТАЦИОННЫХ
ЦЕНТРОВ СНК ОПО РОНКТД

ФИНАЛЬНЫЙ ЭТАП

2

1 -3 АПРЕЛЯ 2025 ГОДА

СОСТОИТСЯ В РАМКАХ XII МЕЖДУНАРОДНОГО
ПРОМЫШЛЕННОГО ФОРУМА «ТЕРРИТОРИЯ NDT»

НОМИНАЦИИ

- ~ Визуальный и измерительный контроль (ВИК)
- ~ Ультразвуковой контроль (УК)
- ~ Радиационный контроль (РК)
- ~ Капиллярный контроль (ПВК)
- ~ Магнитный контроль (МК)
- ~ Электрический контроль (ЭК)

МУЛЬТИНОМИНАЦИИ

(комбинация методов НК):

- ~ ВИК + УК
- ~ ВИК + РК

ОРГАНИЗАТОР



ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ОРГАН СНК ОПО



ОФИЦИАЛЬНЫЙ СПОНСОР КОНКУРСА



КОНСТАНТА-М

СПОНСОРЫ НОМИНАЦИЙ



КОНСТАНТА УК



Актуальная информация, условия участия и перечень документов

cmp.naks.ru

ronktd.ru

naks.ru



СОВМЕСТНЫЙ ПРОЕКТ ДЕСЯТИ НАЦИОНАЛЬНЫХ ОБЩЕСТВ ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ

1-3 АПРЕЛЯ 2025 ГОДА

XII МЕЖДУНАРОДНЫЙ
ПРОМЫШЛЕННЫЙ ФОРУМ



МОСКВА · ЦВК ЭКСПОЦЕНТР

НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ
ИСПЫТАНИЯ · ДИАГНОСТИКА

XII МЕЖДУНАРОДНЫЙ ПРОМЫШЛЕННЫЙ ФОРУМ

Крупнейшая специализированная выставка средств и технологий неразрушающего контроля, технической диагностики, мониторинга состояния и оценки ресурса на территории СНГ и стран Азии

1-3 АПРЕЛЯ 2025 ГОДА
МОСКВА «ЦВК ЭКСПОЦЕНТР»



15+
КРУГЛЫХ СТОЛОВ
С УЧАСТИЕМ ЭКСПЕРТОВ



3000+
РУКОВОДИТЕЛЕЙ
И СПЕЦИАЛИСТОВ



50+
КОМПАНИЙ - ЛИДЕРОВ
В ОБЛАСТИ НК И ТД



ОФИЦИАЛЬНЫЙ СПОНСОР ФОРУМА



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



КОНСТАНТА

EXPO.ROKTD.RU



Спектр
Издательский дом

Л. В. Воронкова, В. Н. Данилов

УЛЬТРАЗВУКОВОЙ КОНТРОЛЬ ОТЛИВОК ИЗ ЧУГУНА

ISBN 978-5-4442-0179-4. Формат - 60x90 1/16, твердый переплет, 190 страниц, год издания - 2023.

На основе известной теории распространения ультразвуковых волн в металлах разработаны модели распространения ультразвуковой продольной волны в такой гетерогенной среде, как чугун с пластинчатой и шаровидной формами графита, показаны особенности влияния подобной среды на спектры и импульсы распространяющихся в ней ультразвуковых сигналов, на диаграммы направленности преобразователей, на отношение сигнал/шум сигналов для нескольких моделей дефектов, рассмотрены возможности использования преобразователей с фазированными решетками и др. Приведены расчетные и экспериментальные частотные спектры и импульсы донных сигналов для образцов из чугуна с использованием стандартных прямых преобразователей. Предложен выбор параметров ультразвукового контроля для эхо- и теневого (зеркально-теневого) методов дефектоскопии (рабочая частота, размер пьезопластины, форма спектра (длительность излучаемого импульса)) отливок из чугуна с пластинчатым и шаровидным графитом различных толщин. Представлены примеры практического применения методов ультразвуковой дефектоскопии для контроля чугунных отливок.

Издание предназначено для специалистов, занимающихся ультразвуковой дефектоскопией металлов, а также может быть полезным для студентов и аспирантов соответствующей специальности.

Книга отмечена серебряной медалью 29-ой Международной промышленной выставки «Металл-Экспо'2023».



реклама

1100 руб.

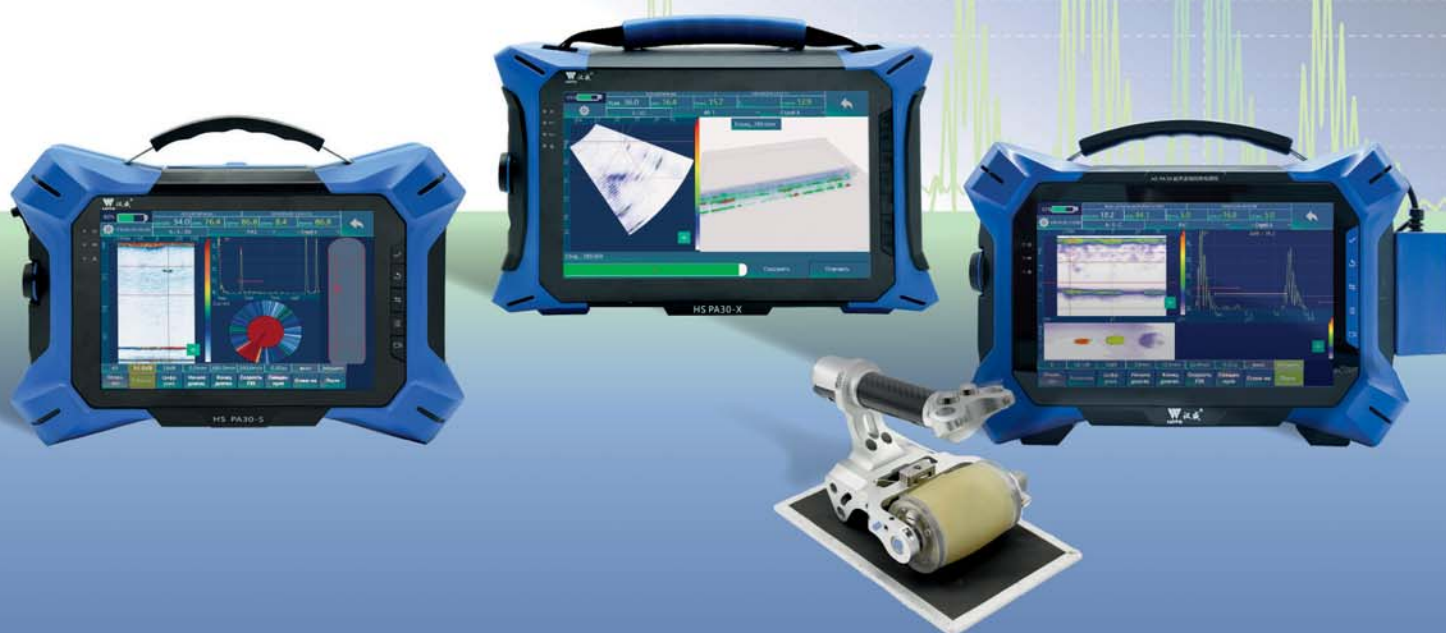
119048, г. Москва, ул. Усачева, д. 35, стр. 1. 000 «Издательский дом «Спектр»
Телефон отдела реализации: (495) 514-26-34. Дополнительный телефон офиса: (926) 615 17 16.

E-mail: zakaz@idspektr.ru. Http://www.idspektr.ru

www.idspektr.ru

СЕРИЯ ДЕФЕКТОСКОПОВ РА30

Реклама



- УЗ дефектоскопы с ФР, TOFD, FMC, TFM
- Конфигурации 16:64, 32:64, 32:128, 64:128
- Контроль сварки, основного металла, ПКМ и резьбовых соединений
- 3D-визуализация
- Полностью русифицированы
- ПО для ПК в комплекте



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

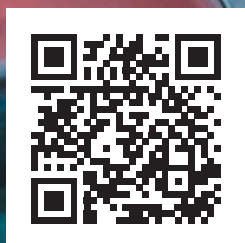
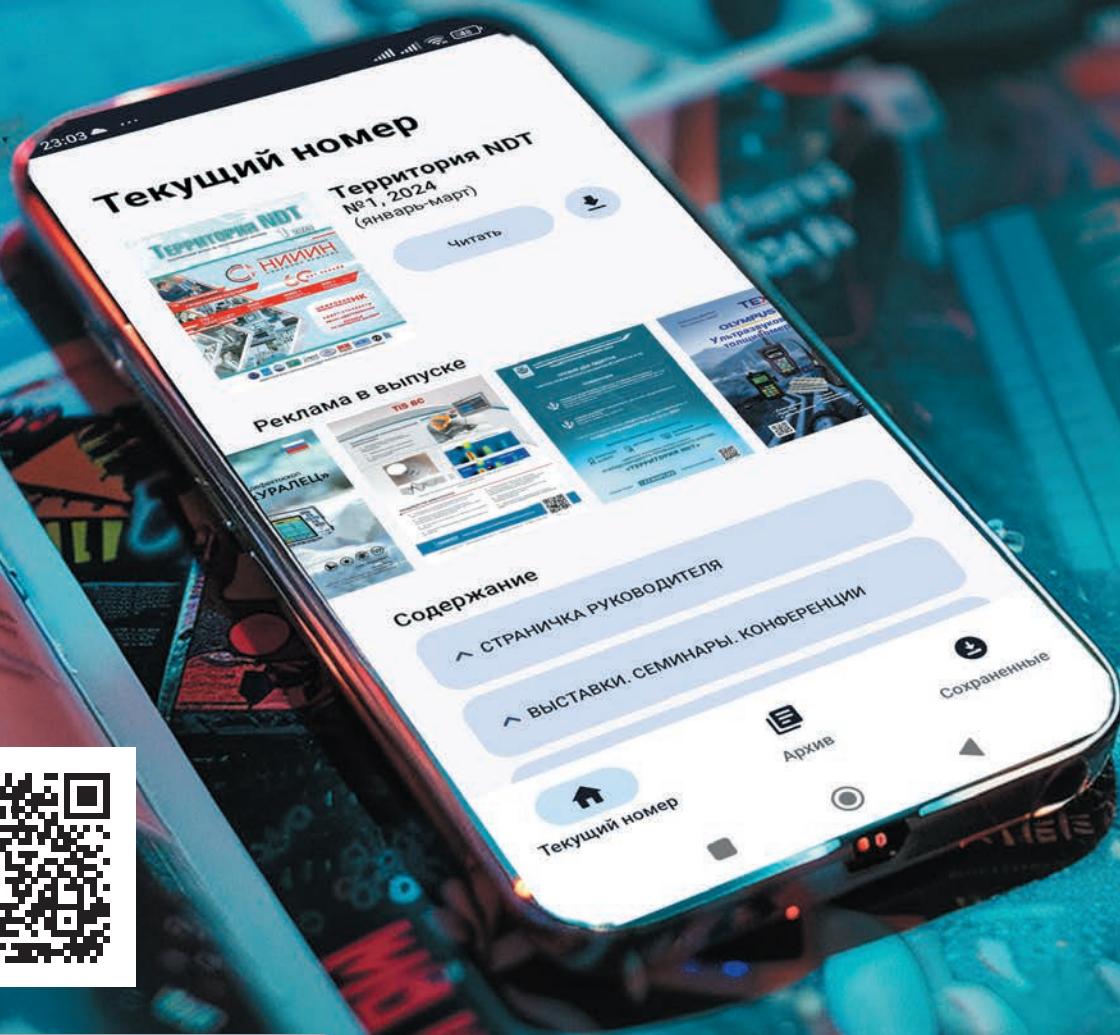




Полная копия печатной версии журнала "Территория NDT" на мобильном устройстве

с ОС Android

Приложение разработано
в ООО "Издательский дом "Спектр"



Доступно в
RuStore

В приложении реализован доступ к текущему и архивным номерам журнала. Просматривать номера журнала можно целиком или постранично. Статьи и номера можно загрузить на устройство и просматривать офлайн. Удобная работа с загруженными статьями и выпусками.



中国机械工程学会
无损检测分会
THE CHINESE SOCIETY FOR NDT



ПЕРВОЕ РОССИЙСКО-КИТАЙСКОЕ СОВЕЩАНИЕ ПО ОБМЕНУ ОПЫТОМ В ОБЛАСТИ НК

16 -17 ОКТЯБРЯ 2024 ГОДА
ПЕКИН

Направления работы



СТАНДАРТИЗАЦИЯ
И МЕТРОЛОГИЯ



ИННОВАЦИИ
В ТЕХНОЛОГИЯХ



ПОДГОТОВКА
ПЕРСОНАЛА



ПЕРЕДОВЫЕ
ЖУРНАЛЫ

Совместно с

3-М ВСЕМИРНЫМ КОНГРЕССОМ ПО МОНИТОРИНГУ СОСТОЯНИЯ
WCCM2024

Выставка приборов Российских и Китайских производителей
оборудования НК и МС

Территория NDT

СОДЕРЖАНИЕ

3 (июль – сентябрь), 2024

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

Заместитель главного редактора:
Клейзер П.Е. (Россия)

Редакционный совет:

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

Аугутис В. (Литва)

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

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

Кожаринов В.В.
(Латвия, президент LNTB)

Маммадов С.
(Азербайджан, президент АОНК)

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

Ригишвили Т.Р.
(Грузия, президент GEONDT)

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

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

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

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

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

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

Корректор Смольянина Н.И.
Компьютерное макетирование
Смольянина Н.И.
Сдано в набор 30.07.2024
Подписано в печать 30.08.2024
Формат 60x88 1/8.
Бумага офсетная. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 6,86. Уч. изд. л. 6,46.
Распространяется бесплатно

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

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

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

НОВОСТИ

- Участие** делегации РОНКТД в научно-практической конференции в Гонконге 4
- Яхонтов Н.В.** Участие российского разработчика средств и технологий НК ООО «АКС»
во Всемирной конференции по НК в Корее 5
- Представители** АО «НИИИМ МНПО «СПЕКТР» и ООО «ЭХО+» приняли участие
в Дальневосточном форуме в Китае 7
- Визит делегации РОНКТД** на 7-ю Иранскую международную конференцию
по неразрушающему контролю 9

ВЫСТАВКИ. СЕМИНАРЫ. КОНФЕРЕНЦИИ

- Деловая программа** форума «Территория NDT 2024». Отчеты по круглым столам 12

ПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ

- Проведение** отборочных этапов Всероссийского конкурса
по неразрушающему контролю «Дефектоскопист 2024» 22
- Конкурс** «Дефектоскопист 2024» в Санкт-Петербурге –
влияние на кадровый потенциал региона 28

ПОЗДРАВЛЯЕМ

- В.Г. Шевалдыкину – 75 лет!** 32
- В.И. Горбачеву – 85 лет!** 33
- К.М. Королеву – 80 лет!** 34
- В.А. Комарову – 80 лет!** 35
- В.В. Шемякину – 75 лет!** 36
- В.А. Бархатову – 65 лет!** 37

МЕТОДЫ, ПРИБОРЫ, ТЕХНОЛОГИИ

- Новое** поколение импульсных электроискровых дефектоскопов серии «Корона» 40
- Матвеев В.И.** Применение БПЛА вертолетного типа. Краткий обзор 42

ПАМЯТИ УЧЕНОГО

- Любовь Владимировна Воронкова.** Воспоминания коллег и друзей 50

УЧАСТИЕ ДЕЛЕГАЦИИ РОНКТД В НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ В ГОНКОНГЕ



25–26 июня делегация РОНКТД приняла участие в научно-практической конференции Jining Overseas Innovation and Development Dialogue в Гонконге.

Мероприятие было организовано руководством города Цзинин (Jining).

На конференции обсуждались вопросы поиска и подготовки талантливой молодежи, которая стала бы двигателем инноваций в науке и практике, в том числе в области неразрушающего контроля как мощной междисциплинарной наукоемкой сфере деятельности.

Конференция проводилась в рамках национальной программы поиска и развития талантов. Выступили партийные руководители провинции, представители администрации и промышленности. Большая роль была отведена дискуссии экспертов из университетов, открыл которую своим выступлением президент РОНКТД В.А. Сясько. Беседы проходили как в официальной, так и в неформальной обстановке.

По результатам переговоров был подписан договор о сотрудничестве РОНКТД с городским муниципалитетом г. Цзинин в областях подготовки специалистов и взаимовыгодном партнерстве.

На следующей встрече, проведение которой запланировано тоже на 2024 г., будут обсуждаться практические вопросы развития сотрудничества.

По материалам дирекции РОНКТД



УЧАСТИЕ РОССИЙСКОГО РАЗРАБОТЧИКА СРЕДСТВ И ТЕХНОЛОГИЙ НК ООО «АКС» ВО ВСЕМИРНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ ПО НК В КОРЕЕ



С 27 по 31 мая 2024 г. в выставочном центре Сонгдо Конвенсия (Songdo Convensia), Сонгдо, Инчхон, Корея (Songdo, Incheon, Korea), состоялась 20-я Всемирная конференция средств и технологий НК 20th World Conference on Non-Destructive Testing (WCNDT), а также выставка, организованная в рамках этого мероприятия и собравшая ведущих специалистов и компании со всего мира.

Конференция прошла в формате секций, на которых участники смогли ознакомиться с представленными докладами по всем методам НК.

Ведущие специалисты группы компаний «АКС» приняли участие в конференции и в выставке. В научной программе конференции, которая отличалась обширностью и экстраординарным количеством участников (в течение пяти дней конференции проходило 12 параллельных сессий), директор дочерней компании ACS Solutions, GmbH, Андрей Николаевич Булавинов представлял два доклада:

- State of the Art and Novel Trends in UT of Concrete («Современное состояние и новые тенденции развития технологий ультразвукового контроля бетона»);
- Robot-Based Ultrasonic Examination and 3D Imaging of Complex-Shape Components («Роботизированный



Выступает А.Н. Булавинов



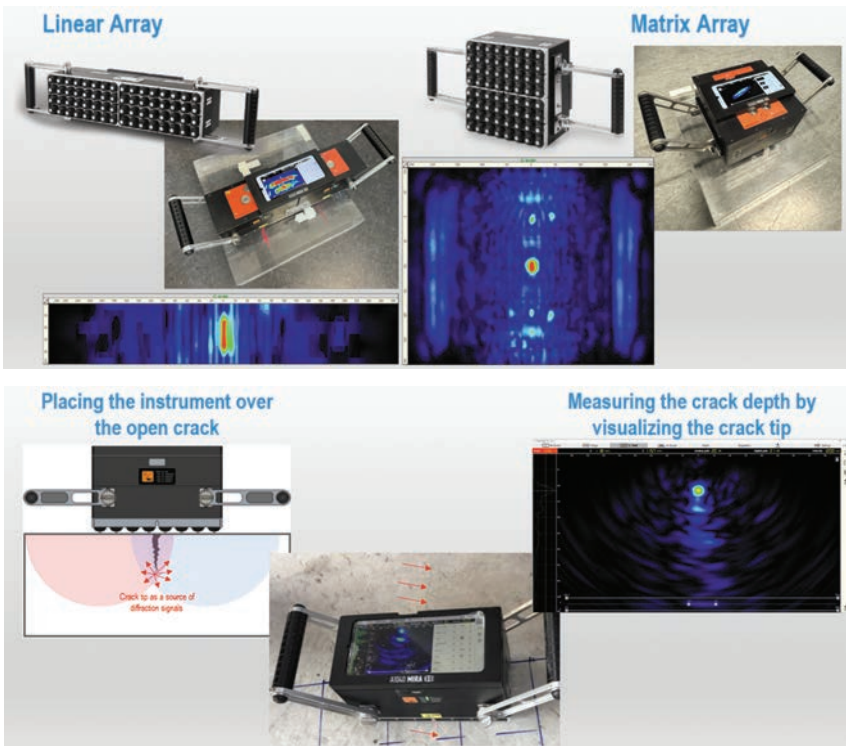
Демонстрация продукции «АКС»



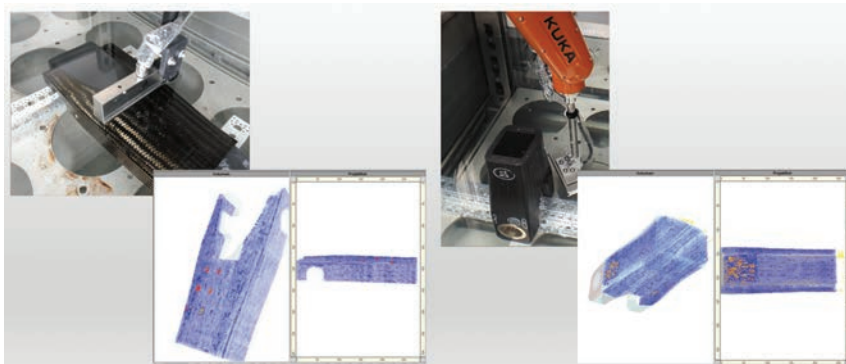
Стенд ООО «АКС»

ультразвуковой контроль объектов сложной формы с трехмерной визуализацией изображений»).

В докладе State of the Art and Novel Trends in UT of Concrete («Современное состояние и новые тенденции развития технологий ультразвукового контроля



Томограф A1040 MIRA 3D и визуализация трещин с его помощью



Роботизированные сканеры с иммерсионным контактом

бетона») представлены последние технические решения группы компаний «АКС», реализованные в ультразвуковых томографах A1040 MIRA 3D. Данные решения связаны с применением двухмерных матричных апертур преобразователей с сухим точечным контактом и синтезом трехмерных изображений с использованием метода синтетической фокусировки апертуры в каждой позиции

контроля. В частности, представлены преимущества данной технологии для количественной оценки глубины открытых трещин в бетонных конструкциях с помощью визуализации дифракционных индикаций.

В докладе Robot-based Ultrasonic Examination and 3D Imaging of Complex-Shape Components («Роботизированный ультразвуковой контроль объектов сложной фор-

мы с трехмерной визуализацией изображений») показаны последние достижения в области трехмерной томографии сложных композитных изделий авиационной промышленности. В частности, представлены решения при контроле изделий с иммерсионным контактом с применением роботизированных сканеров и визуализацией изображений и оценки результатов контроля в реальном времени.

В рамках конференции состоялась выставка средств неразрушающего контроля и технической диагностики. Компания «Акустические Контрольные Системы» и представляющая продукцию «АКС» в Южной Корее компания KOSECO Ltd, Сеул, на собственном стенде представили весь спектр серийно выпускаемой продукции, в том числе последние разработки.

Во время работы выставки специалисты «АКС» активно демонстрировали оборудование в работе, подробно объясняя принципы работы и преимущества своих приборов. Посетители имели возможность ознакомиться с инновационными решениями, которые компания предлагает для различных отраслей, включая нефтегазовую, аэрокосмическую, химическую и строительную отрасли индустрии и получить ответы на все интересующие вопросы, что позволило лучше понять функциональные возможности и перспективы использования продукции «АКС» в различных условиях.

Участие в конференции и выставке WCNDT позволило компании «АКС» укрепить свои позиции на международном рынке и установить новые деловые контакты с потенциальными клиентами и партнерами. Компания выражает благодарность организаторам мероприятия и всем посетителям стенда за проявленный интерес.

ЯХОНТОВ Никита Вячеславович,
ООО «АКС», Москва

ПРЕДСТАВИТЕЛИ АО «НИИИН МНПО «СПЕКТР» И ООО «ЭХО+» ПРИНЯЛИ УЧАСТИЕ В ДАЛЬНЕВОСТОЧНОМ ФОРУМЕ В КИТАЕ



С 24 по 27 июня 2024 г. в китайском городе Чжуншань состоялся масштабный Дальневосточный форум, который стал важной площадкой для демонстрации нового оборудования и технологий в сфере неразрушающего контроля. Мероприятие прошло под патронатом Министерства промышленности и информационных технологий КНР.

В форуме приняли участие 800 представителей-участников, более 60 компаний-экспонентов, научных институтов и промышленных предприятий со всего мира.

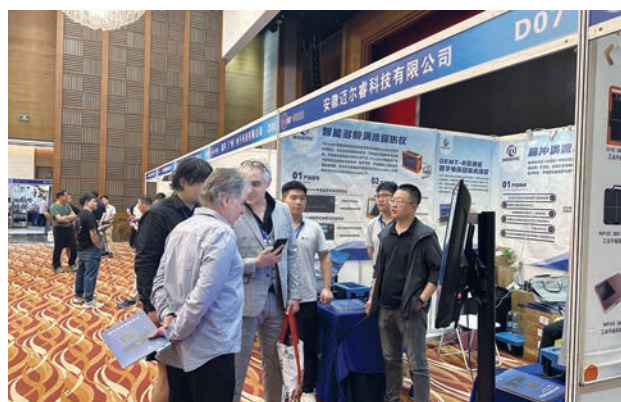
В рамках выставки был организован стенд Российско-китайской платформы НК для демонстрации оборудования и технологий из РФ, а также была организована возможность проведения переговоров с китайскими партнерами с участием переводчика.

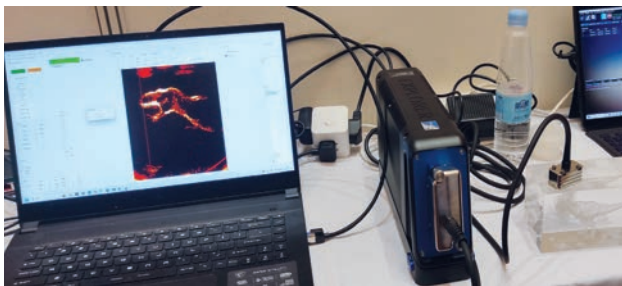
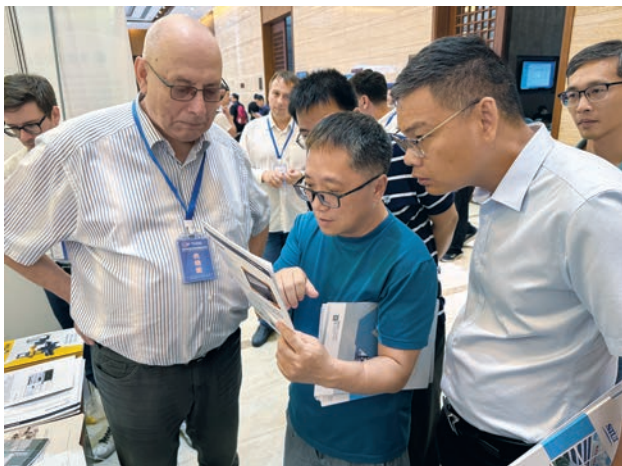
Справка

Российско-китайская платформа неразрушающего контроля – международный проект РОНКТД и китайского бизнес-инкубатора «ПУЭ». Главная цель платформы – способствовать выходу отечественных компаний на рынки Китая, а китайским предприятиям – на российский рынок. Проект позволяет найти надежного партнера в КНР, который на первом этапе сотрудничества готов оказать административную и юридическую поддержку.

Компанию НИИИН МНПО «Спектр» на форуме представляли руководитель отдела перспективных разработок, академик АЭН РФ, д-р техн. наук Андрей Евгеньевич Шубочкин и директор по развитию Сергей Евгеньевич Жаринов.

Специалисты НИИИН МНПО «Спектр» продемонстрировали оборудование собственного про-





изводства, среди которого приборы ВД-90НП (внесен в Госреестр СИ РФ), МС-10, УШС ТаріRUS и ВД-41П. Все эти устройства являются результатом кропотливой работы специалистов компании и наглядно демонстрируют высокий уровень инновационных решений, разрабатываемых и производимых НИИИИ МНПО «Спектр».

Приборы вызвали большой интерес как у китайских коллег, так и у представителей мирового сообщества. Участники форума отметили надежность, высокое качество и передовые технологии, воплощенные в представленных приборах неразрушающего контроля. Специалисты, представители научных институтов и промышленных предприятий высоко оценили потенциал приборов для решения актуальных задач в стратегических отраслях: авиа-

ционной, космической, железнодорожной, нефтяной, газовой и др.

Китайские специалисты проявили интерес к диагностическим методикам и технологиям неразрушающего контроля ООО «ЭХО+», которые применяются в сегодняшней работе на атомных электростанциях, а также объектах нефтегазовой отрасли – в России и за рубежом. В ходе выставки был достигнут ряд договоренностей, направленных на взаимно-выгодное партнерство.

Дальневосточный форум в Чжуншане стал важной площадкой для обмена опытом и установления новых деловых контактов. В ходе выставки были проведены многочисленные встречи и переговоры, подписан ряд соглашений, направленных на расширение бизнеса и углубление взаимно-выгодных связей, а также на поставку продукции и оборудования как в Китай, так и в страны СНГ.

АО «НИИИИ МНПО «Спектр» продолжает представлять свои разработки на международной арене, демонстрируя достижения российской науки и техники. Участие в Дальневосточном форуме стало важным шагом на пути к расширению экспортного потенциала и укреплению позиций компании на мировом рынке.

*По материалам
русских участников форума*

ВИЗИТ ДЕЛЕГАЦИИ РОНКТД НА 7-Ю ИРАНСКУЮ МЕЖДУНАРОДНУЮ КОНФЕРЕНЦИЮ ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ

23 – 25 июля 2024 г. в Тегеране (Исламская Республика Иран) состоялась 7-я Иранская международная конференция по неразрушающему контролю, в которой приняла участие делегация РОНКТД во главе с вице-президентом РОНКТД канд. техн. наук С.В. Ключевым. Также в состав делегации вошли: член правления РОНКТД, генеральный директор АО «НИИИИ МНПО «Спектр» канд. техн. наук Д.И. Галкин, исполнительный директор РОНКТД А.В. Шабаева, инженер ООО «Константа» А.Е. Горбунов, генеральный директор ООО «АктивТест-Груп» И.М. Идрисов, инженер по продажам ООО «АктивТестГруп» А.Д. Гаврилов, директор по маркетингу ООО «Спектр Консалтинг» Е.Ю. Чепрасова. На конференции были представлены приборы и информационные материалы ООО «НПП «Маш-проект», ООО «Синтез НДТ», ГК «Рентест». Мероприятие прошло в стенах Технологического университета им. Х.Н. Туси.

Участники и гости конференции имели возможность представить свои разработки как на выставке, так и в рамках деловой программы, включающей семинары, круглые столы, выступления научных сотрудников и производителей.

Деловая программа конференции началась с официального открытия, в рамках которого с приветственными речами выступили президент IRNDT, д-р техн. наук г-дин Сохеил Накходчи, представители Технологического университета им. Х.Н. Туси, от РОНКТД собравшихся приветствовал вице-президент Российского общества по неразрушающему контролю и технической диагностике канд. техн. наук С.В. Ключев.

Круглые столы и дискуссии велись одновременно в четырех залах, основными рабочими языками конференции были фарси и английский. Ключевыми темами обсуждений стали:

- Цифровая радиография;
- Подготовка персонала;
- Национальные стандарты Ирана;
- НК в аддитивных технологиях;





- Инновации в НК;
- Применение методов НК на предприятиях Ирана.
Доклады специалистов из России прозвучали во второй день конференции:
- Activities of the Russian Society for Non-Destructive Testing and Technical Diagnostics and International projects of the Society, вице-президент РОНКТД канд. техн. наук С.В. Клюев;
- Russian solutions in the field of digital radiography и Solutions of the Research Institute of Introscopy in the field of electromagnetic control methods, член Правления РОНКТД, генеральный директор АО «НИИИИ МНПО «Спектр», канд. техн. наук Д. И. Галкин;
- Digital monitoring system for static equipment of infrastructure facilities, инженер ООО «Константа» А.Е. Горбунов;
- Customized solutions in the field of non-destructive testing in aviation & mechanical engineering инженер ООО «АктивТестГруп» А.Д. Гаврилов.

Большой зал конференции, в котором проходили выступления, освещающие передовой российский опыт, был заполнен иранскими специалистами, заинтересованными в знакомстве с российскими технологиями. После каждого доклада слушатели высказывали предложения и задавали вопросы, коллеги стремились пообщаться в кулуарах и обсудить возможное сотрудничество с компаниями из России.

В рамках выставочной программы 7-й Иранской конференции по НК на стенде РОНКТД были продемонстрированы приборы ключевых российских производителей. Большой интерес у посетителей выставки, среди которых были сотрудники Министерства нефтяной промышленности Ирана, руководители лабораторий и подразделений НК, дефектоскописты, научные сотрудники, вызвали приборы НИИИИ МНПО «Спектр», демонстрируемые генеральным директором канд. техн. наук Д.И. Галкиным. Ряд иранских компаний по итогам знакомства с российским оборудованием настроен на приобретение приборов, произведенных именно в России.

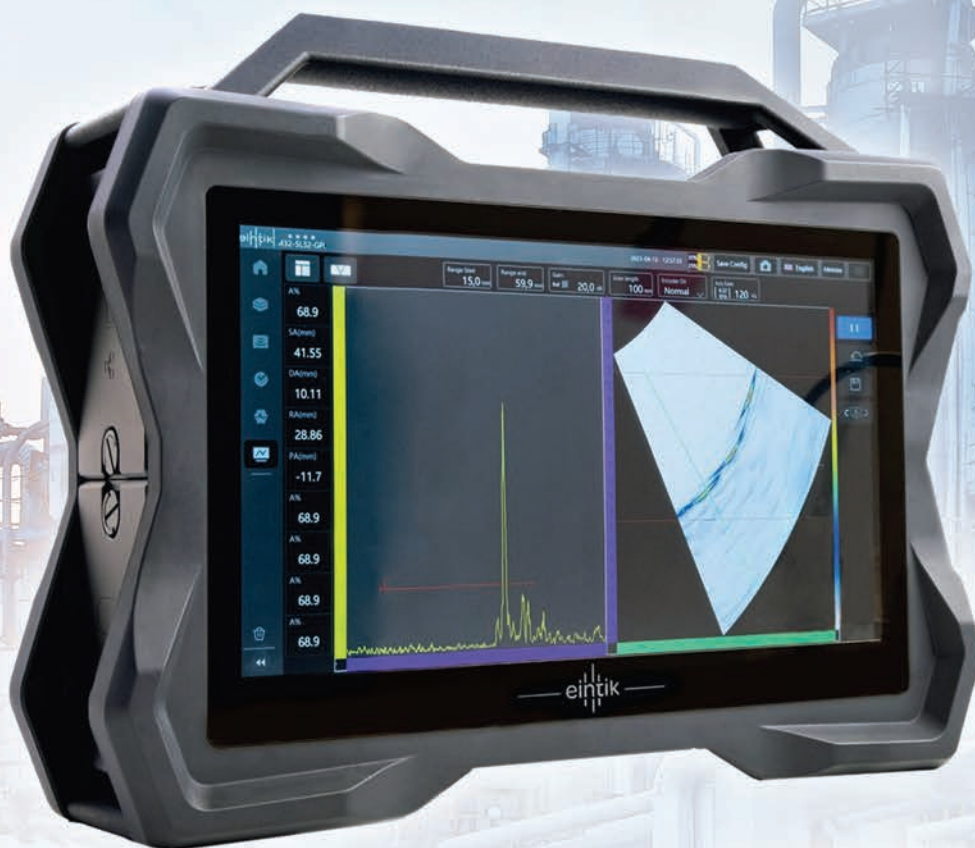
На торжественном подведении итогов 7-й Иранской международной конференции по НК были отмечены ключевые спонсоры мероприятия, члены делегации РОНКТД, руководители и сотрудники IRNDT, принявшие участие в подготовке конференции.

Визит делегации РОНКТД в Иран продолжил традицию дружбы между обществами НК двух стран, показал новые возможности для сотрудничества в области неразрушающего контроля и стал основой для будущих не менее плодотворных совместных встреч и проектов.

Дирекция РОНКТД

НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ TFM/FMC
PHASEYE FMC-64

Ультразвуковой дефектоскоп
на фазированных решетках



Надежные решения для сложных задач!

БЫСТРЫЙ, НАДЕЖНЫЙ, СОВРЕМЕННЫЙ

Различные конфигурации для оптимального решения задач контроля: 32:64PR, 32:128PR, 64:128PR
Позволяет быстро получать 2D и 3D отображения в режиме реального времени

ТЕХКОН - официальный дистрибьютор EINTIK в России

+7 (495) 133-58-62

info@techkontrol.ru

techkontrol.ru

ДЕЛОВАЯ ПРОГРАММА ФОРУМА «ТЕРРИТОРИЯ NDT 2024»

ОТЧЕТЫ ПО КРУГЛЫМ СТОЛАМ (продолжение)*



МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ УМНЫХ ИНФРАСТРУКТУРНЫХ ОБЪЕКТОВ

ЗОРИН Александр Евгеньевич,
д-р техн. наук, ФГБОУ ВО «УГТУ», Ухта

В круглом столе приняли участие ведущие компании, занимающиеся производством оборудования для мониторинга, оказывающие услуги по его интеграции на различных объектах, использованию и обслуживанию, а кроме того, представители организаций, эксплуатирующих опасные производственные объекты.

Открыл работу круглого стола президент РОНКТД профессор В.А. Сясько. В своем докладе он представил технико-экономический анализ целесообразности внедрения систем мониторинга состояния различных промышленных объектов.



В.А. Сясько

* Начало см. «Территория NDT», 2024, №2, с. 20–29.

Кроме того, в докладе рассмотрены перспективные разработки для стационарного непрерывного мониторинга не только параметров эксплуатации конструкций, но и их дефектности.

М.А. Волчков (ООО «НТЦ «Комплексные системы мониторинга», Санкт-Петербург) поделился опытом внедрения систем непрерывного автоматизированного мониторинга зданий и сооружений на промышленных объектах «Арктик СПГ-2» и ПАО «ГМК «Норильский никель». В докладе отмечены преимущества, получаемые эксплуатирующей организацией, от внедрения подобных систем мониторинга, а также проблемные вопросы, затрудняющие их широкое внедрение.

Д.В. Рубанов (АО «РОТЕК Диджитал Солюшнс», Москва) в своем докладе представил разработанную систему сбора и аналитики данных неразрушающего контроля на умных инфраструктурных объектах «ПРАНА». Система может быть оснащена широким спектром датчиков и инструментов для контроля условий эксплуатации объектов (температуры, вибрации, давления и т.д.), имеет блок сбора и обработки данных, а также блок аналитики, позволяющий выполнять оценку технического состояния анализируемой конструкции и выдавать рекомендации эксплуатационным службам на основании имеющегося реестра признаков дефектов, отказов и неисправностей.

И.В. Разуваев (АО «НПО «Алькор», Дзержинск) проанализировал практические аспекты мониторинга состояния резервуарных парков с использованием комплекса интегрального мониторинга «Ресурс-2000». В докладе отмечена необходимость расширения спектра определяемых параметров, верификации данных мониторинга и разработки на основании полученных результатов эффективных компенсирующих мероприятий.

М.М. Адмакин (ООО «Газнегоекспетиза») рассказал о возможностях адаптации создаваемых систем мониторинга под специфику эксплуатации различных площадных и протяженных объектов. На уровне измерительных подсистем они могут быть оснащены разнообразными средствами для высокоточного контроля целостности, пространственного положения, деформации, температуры, вибрации и т.д. На уровне расчетной подсистемы выполняется комплексная оценка взаимного влияния параметров на контролируемый объект в рамках нормативных расчетов и численного моделирования. И на выходе автоматизированное рабочее место позволяет оператору в режиме реального времени видеть данные прямых измерений, а также использовать широкий набор инструментов по их обработке и анализу для принятия эффективных управляющих воздействий.



Ведущий круглого стола А.Е. Зорин

Н.А. Заплаткин (ООО «ГК «ИНТРАТУЛ», Санкт-Петербург) представил систему промышленного мониторинга «ИНТРАВИЗОР», реализующую непрерывный тепловизионный мониторинг внешнего и внутреннего контуров различных установок. В докладе отмечены области эффективного использования представленной системы, ее основные технические характеристики, а также проблемные вопросы, препятствующие внедрению подобных систем.

В заключительном докладе А.Е. Зорин (ФГБОУ ВО «УГТУ», Ухта) рассмотрел перспективные технологии мониторинга опасных производственных объектов. Отдельно была отмечена необходимость оперативной неразрушающей оценки фактическо-



Вопрос из зала

го состояния и механических свойств металла конструкций. Для этой цели может быть эффективно использована технология на базе диагностического комплекса MicroLab-Z2, позволяющая получить ключевые химические, структурные и деформационные параметры строения металла, определяющие любые его механические свойства. Также отмечена перспективная технология определения напряженно-деформированного состояния трубопроводов на базе датчиков пространственного положения.

В ходе дискуссии участники круглого стола сошлись на актуальности и перспективности развития технологий мониторинга состояния опасных производственных объектов. При этом основными проблемами, сдерживающими это развитие, являются: отсутствие нормативно-технического и метрологического обеспечения систем мониторинга, отсутствие запланированных затрат на их эксплуатацию, обслуживание, ремонт и поверку, отсутствие единых подходов к обследованию объектов.

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ СТАНДАРТЫ КАК ОСНОВА КАЧЕСТВА ПОДГОТОВКИ ВЫПУСКНИКОВ ОРГАНИЗАЦИЙ ВЫСШЕГО И ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ



ФЕДОРОВ Алексей Владимирович,
д-р техн. наук, Университет ИТМО, Санкт-Петербург

В круглом столе приняли участие представители Луганского государственного университета (ЛГУ) им. В. Даля, Ижевского государственного технического университета им. М.Т. Калашникова (ИжГТУ им. М.Т. Калашникова), Национального исследовательского университета «МЭИ» (Москва), Университета ИТМО (Санкт-Петербург), Санкт-Петербургского горного университета, Уральского федерального университета им. первого Президента России Б.Н. Ельцина (Екатеринбург), Сибирского государственного университета путей сообщений СГУПС (Новосибирск), Санкт-Петербургского автомеханического колледжа, ВНИИМ им. Д.И. Менделеева (Санкт-Петербург), АО «НИИИИН МНПО «Спектр» (Москва), ООО

«Головной аттестационный центр Межрегиональный НАКС» (Москва), учебного центра ООО «Интеграция плюс» (Санкт-Петербург).

Перед открытием работы круглого стола его модератор, профессор факультета СУиР Университета ИТМО Алексей Владимирович Федоров, кратко остановился на современных тенденциях и вызовах развития высшего и профессионального образования в Российской Федерации, отметил, что проведение круглого стола по данной проблематике стало хорошей традицией форума и предложил провести его заседание в формате живого, конструктивного диалога.

Проректор по научной работе ЛГУ им. В. Даля д-р техн. наук, профессор Вадим Владимирович Мирошников выступил с докладом «Практическая подготовка студентов в области НК и ТД в ЛГУ им. В. Даля», в котором сообщил, что подготовка бакалавров и магистров по направлению 12.03.01, 12.04.01 «Приборостроение» специальности «Ме-



В.В. Мирошников



Обсуждение доклада



Ю.С. Андреев



В.В. Муравьев



М.А. Прилуцкий

тоды и приборы контроля качества и диагностики» имеет практико-ориентированное направление. Практическая подготовка студентов осуществляется со второго курса на предприятиях города. Во время прохождения практики студенты проходят полный цикл подготовки – от рабочего, помощника дефектоскописта непосредственно в цехах промышленного предприятия до сотрудника заводской лаборатории, где студент овладевает навыками подготовки и настройки приборов НК. За время прохождения практики студент приобретает опыт и закрепляет теоретические знания в области НК, и, что самое главное, он получает опыт работы, достаточный для прохождения аттестации по НК. Присвоение студенту квалификационного уровня по НК является мощнейшим стимулирующим фактором продолжать работу по выбранному направлению деятельности, а работодатель приобретает специалиста, готового практически сразу включиться в практическую работу. При этом снижается психологическая неопределенность выпускника, поступившего на работу на предприятие, которому приходится на протяжении полугода, а то и года продолжать обучение и опять

сдавать экзамен, чтобы приступить полноценно к самостоятельной работе.

В обсуждении доклада принял участие президент РОНКТД, профессор кафедры теоретической метрологии ВНИИМ им. Д.И. Менделеева, д-р техн. наук Владимир Александрович Сясько. Он отметил необходимость рассмотрения возможности учета срока прохождения практики студентами в качестве производственного стажа в области НК.

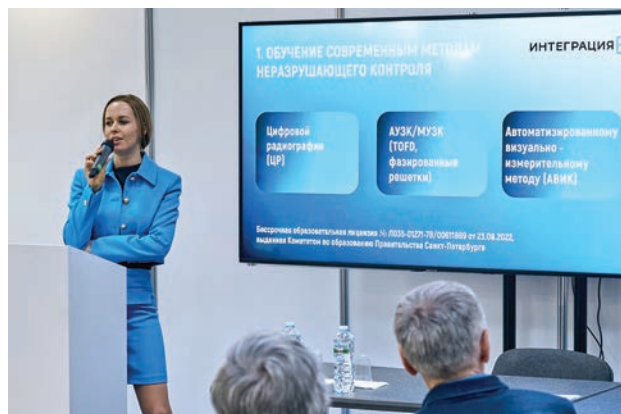
С поддержкой данной инициативы выступил генеральный директор АО «НИИИМ МНПО «Спектр» канд. техн. наук Денис Игоревич Галкин.

Заместитель декана факультета систем управления и робототехники Университета ИТМО канд. техн. наук, доцент Юрий Сергеевич Андреев в своем выступлении остановился на специфике подготовки бакалавров и магистрантов по укрупненным образовательным программам. В выступлении был отмечен переход к формированию образовательных программ, которые включают в себя различные направления подготовки, а также важность формирования компетенций в области создания и использования цифровых технологий и со-

временного оборудования в промышленном производстве на всех этапах жизненного цикла продукции. Также он отметил, что в Университете ИТМО создан и начал работу учебно-научно-производственный центр «Цифровые промышленные технологии».

Профессор кафедры диагностических информационных технологий Национального исследовательского университета «МЭИ», д-р техн. наук Валерий Павлович Лунин задал уточняющие вопросы по укрупненным образовательным программам, а также отметил, что формат является перспективным. Дополняя профессора В.П. Лунина, профессор В.А. Сясько отметил, что студенты, проходящие практику, должны иметь возможность получать документы, которые могут быть зачтены в необходимый стаж работы по профессии, учитываемый при аттестации специалистов для выполнения работ по НК.

Заведующий кафедрой «Приборы и методы измерений, контроля, диагностики» ИжГТУ им. М.Т. Калашникова д-р техн. наук, профессор Виталий Васильевич Муравьев выступил с докладом «Проблемы подготовки в бакалавриате и в магистратуре ИжГТУ им. М.Т. Калашникова», в котором выразил обеспокоенность слишком высоким процентом отчисляемых студентов в связи с неуспеваемостью и задолженностями на 2-м и 3-м курсах бакалавриата. Данная проблема не решается, несмотря на регулярную индивидуальную работу со студентами и их родителями. В качестве одной из причин докладчик указал низкий уровень подготовки по физике в средней школе. Неуспеваемость в магистратуре связана, как правило, с отсутствием мотивации студентов, работающих на предприятиях на полную ставку. Виталий Васильевич также отметил, что студенты ИжГТУ им. М.Т. Калашникова



Л.А. Юрченко

имеют возможность пройти сертификацию в экзаменационном центре по неразрушающему контролю, который является внебюджетным структурным подразделением университета.

Заместитель директора ООО «Головной аттестационный центр Межрегиональный НАКС» канд. техн. наук, доцент Максим Андреевич Прилуцкий в своем выступлении поднял вопросы, связанные с подготовкой по рабочим профессиям.

В обсуждении данных вопросов принял участие заместитель директора Санкт-Петербургского ГБПОУ «Автомеханический колледж» по учебно-производственной работе Станислав Валентинович Жуков. Станислав Валентинович обратил внимание участников круглого стола на возможности и способность колледжа обучать квалифицированные рабочие кадры по профессии 15.01.36 «Дефектоскопист». Он рассказал о развитии материально-технической базы и оснащении лаборатории неразрушающего контроля. Также докладчик обратил



Коллективное фото участников круглого стола

внимание участников круглого стола на организацию колледжем конкурса профессионального мастерства «Профессионалы» по компетенции «Не разрушающий контроль».

Доцент факультета систем управления и робототехники Университета ИТМО канд. техн. наук Игорь Юрьевич Кинжагулов отметил необходимость широкого привлечения студентов профессионалитета к участию в всероссийских конкурсах РОНКТД «Дефектоскопист» и «Новая генерация».

С вопросами дополнительного профессионального обучения для специалистов I, II уровня радиографического контроля по программе повышения квалификации по цифровой радиографии выступила генеральный директор учебного центра ООО «Интеграция плюс» Любовь Алексеевна Юрченко. Она отметила необходимость обучения современным методам НК, непрерывного обучения после получения высшего и среднего профессионального образования и повышения компетентности опытных специалистов неразрушающего контроля, работающих на современном оборудовании по передовым методам контроля, таким как «Цифровая радиография» (ЦР), ультразвуковой контроль, с применением технологии фазированных решеток (ФАР) и дифракционно-временного метода

(TOFD), а также автоматизированного визуального и измерительного контроля (АВИК).

Все участники круглого стола выразили согласованное мнение о необходимости увеличения и доступности образовательных возможностей, совершенствования подготовки специалистов в области приборостроения и неразрушающего контроля с учетом современных тенденций в науке и технике, расширения лабораторной и учебно-производственной базы. Была отмечена необходимость:

- рассмотрения образовательными организациями с корпоративными партнерами возможности учета срока прохождения практики студентами в качестве производственного стажа в области НК;
- привлечения студентов для стажировки и выполнения исследовательских и проектных работ на кафедрах, производственных предприятиях и в НИИ;
- расширения популяризации профессии на основе всероссийских конкурсов, организуемых и проводимых РОНКТД.

Взаимодействие между вузами, промышленностью, национальными лабораториями, НИИ, федеральными агентствами и профессиональными объединениями должно стать многомерным, многонаправленным и продуктивным.

НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ НА АЭС



ТИХОНОВ Дмитрий Сергеевич,
д-р техн. наук, ООО «НПЦ «ЭХО+», Москва

Круглый стол «Неразрушающий контроль на АЭС» прошел во второй день форума и собрал более 60 специалистов, среди которых были руководители отделов контроля металлов практически всех АЭС РФ, специалисты концерна «Росэнергоатом», головных материаловедческих организаций ГК «Росатом», представители ведущих российских компаний-разработчиков средств НК. На заседании круглого стола было заслушано четыре доклада, и по темам докладов состоялись дискуссии.

Д.И. Галкин (НИИИН МНПО «Спектр», Москва) выступил с докладом «Возможности и обоснование замены пленочной радиографии на цифровую». Доклад «Повышение качества литой заготовки и металлопроката, применяемых для производства оборудования и трубопроводов для предприятий атомной отрасли, за счет применения автоматизированных и роботизированных систем ультразвукового контроля» сделал В.А. Бритвин (ЗАО «Ультракraft», Череповец). Д.С. Тихонов (ООО «НПЦ «ЭХО+», Москва) представил доклад «Новые технологии ультразвукового контроля металла



Д.И. Галкин



Выступает В.А. Бритвин



В.В. Панков, обсуждение, вопрос из зала

ОиТ АЭС с применением антенных решеток в атомной энергетике: цифровая фокусировка антенны». Четвертый доклад состоял из двух частей. С первой частью «Рассеяние нейтронов: уникальные методы для решения прикладных задач неразрушающего контроля и реакторного материаловедения» ознакомил собравшихся А.Ф. Губкин (Институт физики металлов им. М.Н. Михеева УрО РАН, Уральский федеральный университет, ИЕНиМ, АО «Институт реакторных материалов», Екатеринбург). Со второй частью четвертого доклада «Создание системы метрологического обеспечения измерений параметров напряженно-деформированного состояния на базе нейтронной стресс-дифрактометрии» выступил К.В. Гоголинский (ПИАФ НИЦ «Курчатовский институт», Москва).

В первом докладе «Возможности и обоснование замены пленочной радиографии на цифровую» (Д.И. Галкин) рассматривалась важная тема перспектив внедрения методов цифровой радиографии для контроля оборудования и трубопроводов АЭС с учетом действующих в атомной отрасли норм оценки качества металла. В докладе рассмотрены преимущества и недостатки применения цифровых детекторов излучения при радиографическом контроле.

Отмечено, что значения требуемой контрастной чувствительности по ГОСТ ISO 17636-2 существенно отличаются от значений требуемой чувствительности по нормам и правилам, действующим в атомной отрасли НП-084-15 и НП-105-18. В этой связи внедрение цифровой радиографии при изготовлении и эксплуатации оборудования и трубопроводов АЭС потребует разработки специализированных требований к качеству цифровых изображений для обеспечения соответствия информативности цифровых изображений существующим требованиям к качеству и информативности радиографических снимков.

Во втором докладе «Повышение качества литой заготовки и металлопроката, применяемых для производства оборудования и трубопроводов для предприятий атомной отрасли, за счет применения автоматизированных и роботизированных систем ультразвукового контроля» В.А. Бритвин проинформировал участников круглого стола о разработках технологий автоматизированного неразрушающего контроля при изготовлении полуфабрикатов на предприятиях металлургии. ЗАО «Ультракraft» разработаны и внедрены автоматизированные системы ультразвукового контроля листа и плит толщиной до 100 мм, поточного контроля качества листового проката в горячем и холодном состоянии (до 300 °С), труб малого и среднего диаметра (бесшовных, сваренных токами высокой частоты), литых заготовок

(слаб/блуж) и др. Разработаны и внедрены установки автоматического контроля геометрических параметров труб с применением лазерных триангуляционных датчиков, которые обеспечивают выявление отклонений диаметра, овальности, кривизны, параметров сварных соединений, параметров реза и фасок.

Автоматизированный контроль при изготовлении позволяет своевременно выявлять отклонения, допущенные в процессе изготовления полуфабрикатов, документировать результаты контроля металла полуфабрикатов при изготовлении. Ответственный подход поставщика к контролю качества металла при изготовлении позволяет минимизировать поставку потребителю некачественной продукции, что в результате позитивно сказывается на качестве изделий и, следовательно, их надежности.

Специалистами ЗАО «Ультракraft» разработаны и внедрены роботизированные комплексы для контроля качества внутренней структуры композитных материалов, сотовых конструкций, а также адгезии клеевых слоев с монолитными металлическими элементами, применимые также для контроля изделий, выполненных по аддитивным технологиям.

Разработаны и применяются на производстве система измерения геометрии сложных профилей, система измерения среднего размера зерна в листовом прокате и однородности анизотропии механических свойств, система ультразвукового контроля поверхностных дефектов.

В третьем докладе «Новые технологии ультразвукового контроля металла ОиТ АЭС с применением антенных решеток в атомной энергетике: цифровая фокусировка антенны» (Д.С. Тихонов) представлены действующие технологии автоматизированного ультразвукового контроля (АУЗК) сварных соединений трубопроводов и оборудования АЭС, использующие метод цифровой фокусировки антенных решеток (ЦФА). Показано, что данный метод среди всех методов применения УЗ-антенных решеток является наиболее информативным с точки зрения определения основных параметров дефектов, влияющих на конструктивную прочность объектов контроля, к которым относятся размерные параметры, тип дефекта и его локализация в сварном соединении. Дополнительное преимущество метод ЦФА получает при использовании многомодовой модификации, когда изображение дефекта формируется с помощью различных схем прозвучивания, включая схемы с трансформацией типов волн. Также существенное повышение качества изображений достигается с применением ЦФА со сканированием антенных решеток – ЦФА-2D и ЦФА-3D.



А.Ф. Губкин



К.В. Гоголинский



Рассматривается возможность применения ЦФА при контроле корпуса реактора ВВЭР-1000 в целях повышения надежности выявления и определения размеров вертикально ориентированных дефектов при ограниченной области сканирования. В докладе приводятся примеры эффективного применения метода ЦФА и его модификаций при проведении эксплуатационного контроля на АЭС. Среди этих примеров:

- АУЗК сварных соединений обечаек парогенераторов реакторных установок ВВЭР-1000 и ВВЭР-1200;
- АУЗК сварных соединений приварки главного циркуляционного трубопровода к патрубкам парогенераторов реакторов ВВЭР-1000 и ВВЭР-1200;
- сплошная толщинометрия металла под валиком усиления сварного шва.

Приводятся также примеры применения многомодовой ЦФА при заводском контроле сварных соединений роторов и толстостенных аустенитных сварных соединений оборудования международного термоядерного реактора ИТЭР.

Показана перспективность применения метода ЦФА с учетом расширения области задач контроля, решаемых с помощью АУЗК:

- расширение диапазона толщин при сохранении высокой разрешающей способности;
- выявление плоскостных дефектов при ограниченных области сканирования;
- кардинальное повышение отношения сигнал/шум;
- повышение производительности за счет оптимизации метода ЦФА при использовании прорезанных антенных решеток и нейронных сетей;
- существенный прогресс в повышении точности расчета полей в приближении дифракции Кирхгофа и определении эквивалентной площади по изображениям, полученным методом ЦФА.

Четвертый доклад был посвящен методам, основанным на рассеянии тепловых нейтронов, объединенных общим названием «нейтронография». В первой части доклада «Рассеяние нейтронов: уникальные методы для решения прикладных задач неразрушающего контроля и реакторного материаловедения» (А.Ф. Губкин) представлен обзор использования различных методов нейтронографии для решения задач неразрушающего контроля в области реакторного материаловедения. Успехи в развитии самых передовых направлений современной техники, особенно техники, функционирующей в экстремальных условиях, в значительной степени определяются или лимитируются наличием материалов с требуемыми характеристиками. Достижение последних обеспечивается подбором элементного состава материалов и созданием

в них необходимой кристаллической структуры, микроструктуры и напряженно-деформированного состояния. Для этого необходимо обладание технологиями высокого уровня, само возникновение и реализация которых невозможно без создания методик и технических средств глубокого исследования структурного состояния вещества и напряженно-деформированного состояния. Важное место в полном пакете требуемых при этом исследовательских методик занимают методы нейтронографии.

Вторая часть четвертого доклада «Создание системы метрологического обеспечения измерений параметров напряженно-деформированного состояния на базе нейтронной стресс-дифрактометрии» (К.В. Гоголинский) посвящена развитию метода нейтронографии для контроля параметров напряженно-деформированного состояния (НДС). Отмечено, что в настоящее время в качестве рабочих средств измерений параметров НДС используются ультразвуковые приборы, основанные на методе акустопругости, а также различные типы магнитных приборов, основанные на коэрцитиметрии и шумах Баркгаузена. Эти методы позволяют получать только косвенную информацию. Создание и внедрение первичной референтной методики на базе нейтронной стресс-дифрактометрии, позволяющей напрямую измерять деформацию кристаллической решетки в объеме материала, позволит решить проблему метрологического обеспечения измерений параметров НДС.

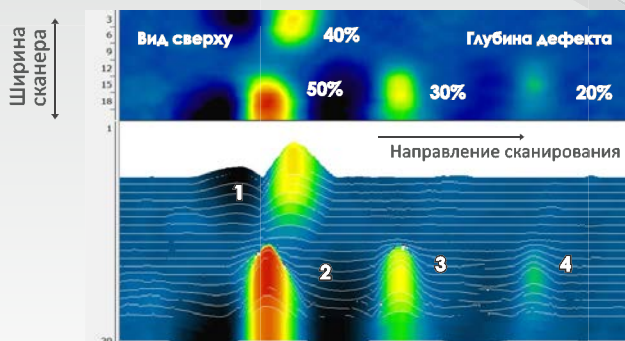
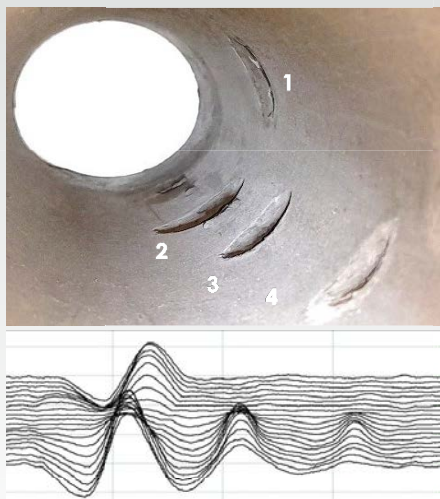
НИЦ «Курчатовский институт» и НАН Институт прикладной физики АН Беларуси подготовлено совместное предложение о разработке отдельного научно-технического проекта союзного государства «Создание системы метрологического обеспечения измерений параметров напряженно-деформированного состояния на базе нейтронной стресс-дифрактометрии. Нейтронная метрология». В рамках выполнения данного мероприятия предлагаются:

- разработка метрологической методики по анализу внутренних напряжений материалов с использованием нейтронного излучения;
- формирование проекта установки по анализу внутренних напряжений материалов для ее последующего размещения на базе исследовательского реакторного комплекса ПИК;
- верификация методики с использованием нейтронного излучения и стандартизация подхода к анализу внутренних напряжений в материалах с использованием нейтронного излучения.

Активное, заинтересованное обсуждение докладов подтвердило актуальность поднятых на круглом столе вопросов. ■

СКАНИРУЮЩАЯ ВИХРЕТОКОВАЯ СИСТЕМА

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



Пример обнаружения коррозионного повреждения на внутренней поверхности стенки трубопровода

ПРЕИМУЩЕСТВА СИСТЕМЫ

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



ПРОВЕДЕНИЕ ОТБОРОЧНЫХ ЭТАПОВ ВСЕРОССИЙСКОГО КОНКУРСА ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ «ДЕФЕКТОСКОПИСТ 2024»

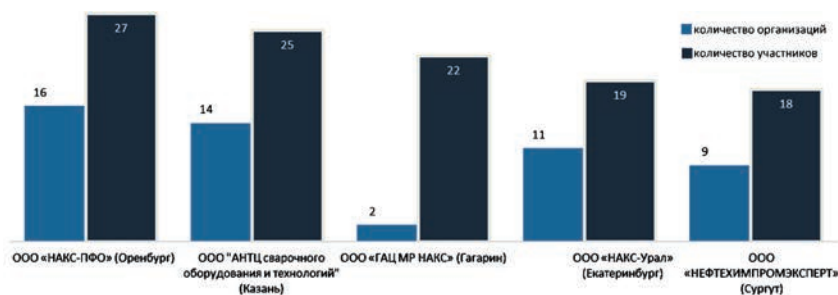
В 2024 г. РОНКТД традиционно проводит Всероссийский конкурс по неразрушающему контролю «Дефектоскопист». Оператором конкурса выступает саморегулируемая организация Ассоциация «Национальное агентство контроля сварки» (СРО Ассоциация «НАКС») – центральный орган Системы неразрушающего контроля РОНКТД на опасных производственных объектах (СНК ОПО РОНКТД).

Поддержку конкурсу оказывают: Министерство труда и социальной защиты Российской Федерации, Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору, Совет по профессиональным квалификациям в области сварки и неразрушающего контроля Национального совета при Президенте Российской Федерации, Национальное агентство развития квалификаций, Общероссийская общественная организация «ОПОРА РОССИИ», секция «Физические методы контроля» Российской академии наук, Российское сварочное профессиональное сообщество, Белорусская ассоциация по неразрушающему контролю, Московская конфедерация промышленников и предпринимателей.

Конкурс проводится в два этапа: отборочный – с 26 февраля по 9 августа 2024 г. на базах АЦСНК – аттестационных центров по аттестации специалистов неразрушающего контроля СНК ОПО РОНКТД или авторизованных организаций, и финальный, который состоится в Москве.



География конкурса



Количество организаций и участников от них в конкурсе «Дефектоскопист 2024»



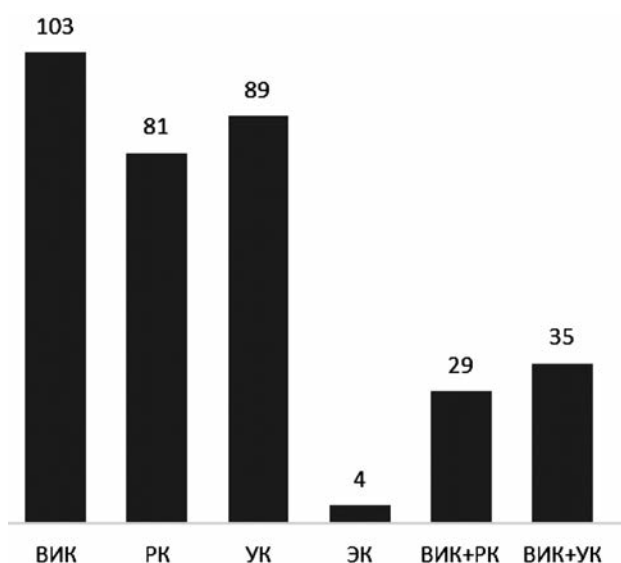
К началу июля завершились 28 отборочных этапов конкурса «Дефектоскопист 2024», прошедших в России и Беларуси. В оставшиеся два месяца лета пройдут еще шесть отборочных этапов конкурса. Всего на текущий момент зафиксирован 341 участник из 190 организаций, процесс отбора идет в том же хорошем, активном темпе, что и в 2023 г. Представительниц прекрасного пола меньше, чем мужчин, всего 30 дам приняли участие в отборочных этапах, но многие из них показали достойные результаты, став победительницами и призерами в своих номинациях.

Больше всего участников (71) представляют ПАО «Газпром», от АО «СТНГ» конкурсантами стали 19 специалистов, от АО «КОНАР» – 8, от АО «Ленгазспецстрой» – 6, от ФГБОУ ВО ОГУ Аэрокосмический институт, ПАО «Северсталь», ООО «ГСП-1», ООО «Комплексная диагностика трубопровода», АО «НЗ 70-летия Победы» – по 4.

Наиболее масштабными отборочными этапами стали проведенные на базе ООО «НАКС-ПФО» в Оренбурге (27 человек из 16 организаций), ООО «АНТЦ сварочного оборудования и технологий» в Казани (25 участников из 14 организаций), ООО «ГАЦ МР НАКС» на базе филиала АО «СТНГ» в г. Гагарин (22 участника из 2 организаций), ООО «НАКС-Урал» в Екатеринбурге (19 участников из 11 организаций), ООО «НЕФТЕХИМПРОМЭКСПЕРТ» в Сургуте (18 участников из 9 организаций).

Самыми популярными номинациями стали: визуальный и измерительный контроль (ВИК) – 103 участника, ультразвуковой контроль (УК) – 89 участников, радиационный контроль (РК) – 81 участник, ВИК + УК – 35 участников, ВИК + РК – 29 участников.

Нововведением этого года при проведении отборочных эта-



Количество участников по номинациям





пов стало использование конкурсами одинаковых образцов по всем методам. Это позволило обеспечить одинаковую сложность практических заданий. Также существенным шагом вперед стало то, что оценка практической части проводится в автоматизированном режиме. Алгоритм оценки учитывает полноту выявления дефектов (перебраковка/недобраковка) и корректность определения координат и размеров дефектов. Благодаря данному решению удалось минимизировать влияние субъективной составляющей на оценку.

Финальные состязания традиционно сведут между собой лучших дефектоскопистов страны, ожидается плотная конкурентная борьба за победу и призовые места. Организаторы конкурса уверены, что соревнования привлекут массу болельщиков и зрителей на праздник неразрушающего контроля.

Дирекция РОНКТД



Официальный спонсор конкурса «Дефектоскопист 2024» ООО «К-М»

- Спонсор номинации УК – ООО «Константа УЗК»
- Спонсор номинации ВИК – АО НИИИИ МНПО «СПЕКТР»
- Спонсор номинации РК и отборочных этапов – ООО «Центр Цифра»
- Постоянный спонсор отборочных этапов – ООО «Акустические контрольные системы» (АКС)
- Спонсор отборочного этапа – ООО «Новотекс Системс»
- Спонсор отборочного этапа – ООО «Ньюком-НДТ»
- Спонсор отборочного этапа – ООО «ТИТАН САМАРА»



НОВИНКА!

A1201

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ТОЛЩИНОМЕР В КОМПАКТНОМ ИСПОЛНЕНИИ



- Быстрота и эффективность контроля по доступной цене
- Исключительная простота настройки и использования прибора
- Идеален для толщинометрии объектов в труднодоступных местах благодаря малогабаритному раздельно-совмещенному преобразователю со встроенным кабелем, входящему в базовый комплект поставки
- Работа со всей линейкой раздельно-совмещенных преобразователей, выпускаемых ООО «АКС», частотой 4, 5 и 10 МГц
- Малые габариты и вес – всего 160 г
- Длительное время работы – не менее 40 ч без подзарядки
- Bluetooth модуль для передачи результатов измерений (цифра и А-Скан) на мобильное устройство, работающее под управлением ОС Android

Технические характеристики

Диапазон измерений толщины (по стали) с преобразователем частотой 4 МГц, мм	1 – 300
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений толщины (по стали), где d-измеренная толщина, мм	$\pm(0,01 \cdot d + 0,1)$
Диапазон устанавливаемых скоростей распространения ультразвуковых волн, м/с	1 000 - 9 999
Тип дисплея	морозоустойчивый антибликовый монохромный ЖК
Источник питания, мАч	встроенный литий-полимерный аккумулятор, 3400
Продолжительность непрерывной работы, ч, не менее	40
Габаритные размеры электронного блока, мм, не более	120x70x25
Масса электронного блока прибора, г, не более	160
Масса электронного блока прибора с чехлом, г, не более	200
Диапазон рабочих температур °С	от -30 до +55

Дефектоскоп электроискровой

Корона



KONSTANTA



Еще надежнее, еще мощнее,
еще точнее



constanta.ru

РЕКЛАМА

www.antcszem.ru

Аттестационный центр

«Энергомонтаж»

ООО «СЗ АНТЦ «Энергомонтаж»



**Уникальный набор услуг по аттестации специалистов
и лабораторий неразрушающего контроля на Северо-Западе РФ**

- Аттестация персонала, выполняющего неразрушающий контроль, в соответствии с ГОСТ Р 50.05.11 (Уполномоченный орган подтверждения компетентности персонала по неразрушающему контролю металла в области использования атомной энергии)
- Аттестация специалистов неразрушающего контроля на опасных производственных объектах (СНК ОПО РОНКТД-02-2021 – АЦСНК-9)
- Сертификация дефектоскопистов и специалистов неразрушающего контроля в системе СДСПНК РОНКТД (ОСПНК-1)
- Аттестация лабораторий НК по СНК ОПО РОНКТД-03-2021

Тел. +7 (812) 245-69-64

Почта mail@antcszem.ru

РЕКЛАМА

КОНКУРС «ДЕФЕКТОСКОПИСТ 2024» В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ – ВЛИЯНИЕ НА КАДРОВЫЙ ПОТЕНЦИАЛ РЕГИОНА



ВАСИЛЬЕВ
Александр Юрьевич
Директор ООО «СЗ АНТЦ
«Энергомонтаж»,
Санкт-Петербург



СПИРКОВ
Анатолий Борисович
Руководитель АЦСНК-9,
ООО «СЗ АНТЦ «Энерго-
монтаж», Санкт-Петербург



**С 30 июля по 2 августа в Санкт-Петербурге
проходил региональный этап Всероссийского
конкурса профессионального мастерства
специалистов неразрушающего контроля
«Дефектоскопист 2024».**

Конкурс проводился уже в четвертый раз на территории Северо-западного аттестационного научно-технического центра «Энергомонтаж» (ООО «СЗ АНТЦ «Энергомонтаж») – единственного в Северо-Западном регионе РФ аттестационного центра специалистов неразрушающего контроля в системе Российского общества по неразрушающему контролю и технической диагностике на опасных производственных объектах (СНК ОПО РОНКТД).

С учетом целей конкурса и включения профессии «дефектоскопист» в перечень наиболее важных профессий для развития экономики Россий-

ской Федерации мероприятия конкурса формировались так, чтобы максимально вовлечь в подготовку и проведение конкурса структуры управления и надзора, крупные предприятия региона, оказывающие наибольшее влияние на повышение статуса профессии «дефектоскопист», на привлечение в профессию молодежи, на количественные и качественные параметры подготовки специалистов неразрушающего контроля в учреждениях СПО и ВПО.

В этом году оказали информационную и организационную поддержку, а также приняли участие в мероприятиях конкурса Правительство Санкт-Петербурга в лице комитета по труду и занятости населения, крупные объединения работодателей – Союз промышленников и предпринимателей Санкт-Петербурга, Санкт-Петербургское отделение «Опора России», Ассоциация промышленных предприятий Санкт-Петербурга, надзорные органы – Северо-Западное управление РАСТЕХНАДЗОРА, Балтийский филиал Российского морского регистра судоходства. И, конечно же, высокий статус мероприятиям конкурса придавало участие в них первых руководителей РОНКТД – президента РОНКТД В.А. Сясько и руководителя методического органа РОНКТД, генерального директора АО «НИИИИ МНПО «Спектр» Д.И. Галкина. На имя генерального директора СРО «Ассоциация «НАКС» А.И. Прилуцкого поступило благодарственное письмо от президента Ассоциации про-



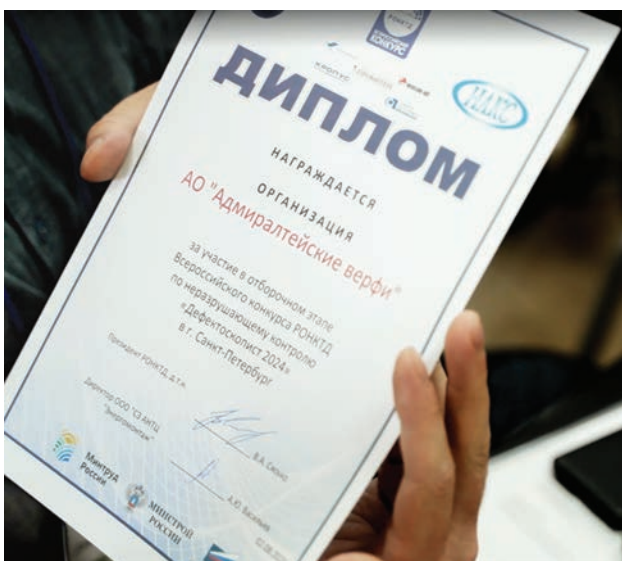


мысленных предприятий Санкт-Петербурга В.А. Радченко, в котором отмечается важность популяризации сложной и наукоемкой профессии дефектоскописта благодаря проведению регионального этапа. Всероссийского конкурса «Дефектоскопист».

Выступая на торжественном закрытии конкурса, генеральный директор Ассоциации промышленных предприятий Санкт-Петербурга А.Л. Громов подчеркнул: «Трудно переоценить значение этого конкурса для роста кадрового потенциала промышленных предприятий Северо-Запада РФ – региона, играющего существенную роль в формировании суверенной промышленности страны. Мероприятия конкурса стимулируют развитие научно-технической инфраструктуры неразрушающего контроля, создают условия для обмена передовым опытом и повышения квалификации дефектоскопистов, открывают горизонты профессии для студентов учебных заведений СПО и ВПО, способствуют привлечению в профессию молодежи».

Об этом же говорится и в благодарственном письме председателя комитета по труду и занятости населения Санкт-Петербурга Д.С. Чернейко на имя президента РОНКТД В.А. Сясько и генерального





директора СРО Ассоциации «НАКС» А.И. Прилуцкого, в котором отмечается высокое качество организации и проведении регионального этапа конкурса «Дефектоскопист 2024».

В этом году участники соревнований боролись за призовые места в номинациях **УК** – ультразвуковой контроль, **РК** – радиографический контроль, **ПВК** – капиллярный контроль, **МК** – магнитный контроль, **ЭК** – электрический контроль и мультиноминации **ВИК** (визуально-измерительный контроль) + **УК**.

Самые представительные команды специалистов неразрушающего контроля выставили такие предприятия, как Ленинградский металлический завод АО «Силовые машины», АО «Адмиралтейские верфи» и ООО «Газпром трансгаз Санкт-Петербург», чьи сотрудники постоянно занимают призовые места на региональном этапе и в финальном конкурсе. Руководителям этих организаций за активное участие в региональном конкурсе была передана благодарность Правительства Санкт-Петербурга.

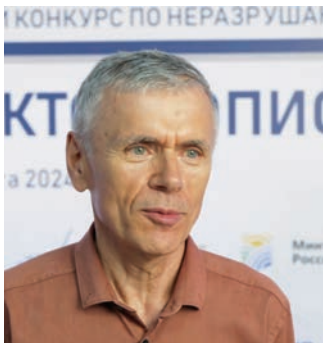
Победители и участники конкурса были награждены дипломами и ценными призами. А директор регионального оператора конкурса, СЗ АНТЦ «Энергомонтаж», получил благодарственные письма от руководства объединений работодателей – А.А. Турчака, президента Союза промышленников и предпринимателей Санкт-Петербурга, и Д.И. Иванова, председателя Санкт-Петербургского отделения «Опора России».

На основании итогов конкурса и по решению организационного комитета в финал выходят следующие победители регионального этапа по Северо-Западу РФ:

- в номинации РК – **Владимир Иванович Костюк** (ОАО «Белгазстрой») и **Эдуард Фанисович Галеев** (ООО «Транснефть – Балтика»);
- в номинации УК – **Игорь Александрович Торопов** (ООО «Газпром трансгаз Ухта» – ИТЦ) и **Ольга Сергеевна Чиркова** (АО «Юго-Западная ТЭЦ»);
- в номинации ВИК + УК – **Сергей Владимирович Иванец** (ООО «Транснефть – Балтика»).

Подводя итоги четырехлетним соревнованиям в региональных этапах конкурса на базе СЗ АНТЦ «Энергомонтаж», возрожденных благодаря инициативе РОНКТД, той информационной среде, которую формировали мероприятия конкурса, следует особо отметить еще один результат – на Северо-Западе вот уже второй год в системе СПО открывается обучение по специальности 15.01.36 «дефектоскопист». В 2023 году первую группу студентов набрал и начал обучение Санкт-Петербургский ГБ ПОУ «Автомеханический колледж», в 2024 году обучение дефектоскопистов начинают Санкт-Петербургский ГБ ПОУ «Охтинский колледж» и ГАПОУ ЛО «Тихвинский промышленно-технологический техникум им. Е.И. Лебедева».

Говорят руководители РОНКТД



СЯСЬКО
Владимир
Александрович,
д-р техн. наук,
профессор,
президент РОНКТД

Конкурс прошел, как всегда, удачно. Уже набран темп, который бы не хотелось терять: большое количество участников, обновленные вопросы. Видно, что квалификация специалистов действительно повышается.



ГАЛКИН
Денис
Игоревич,
канд. техн. наук,
член правления
РОНКТД

Самое главное, что у участников есть возможность стать на новый уровень профессионального развития благодаря этому конкурсу. Не останавливайтесь в движении вперед. Я уверен, что в этой профессии нас ждут новые горизонты, которые откроются благодаря таким людям, как вы.

Говорят участники соревнований



ИВАНЕЦ
Сергей
Владимирович

Победитель
в номинации ВИК+УК,
инженер-
дефектоскопист
2 категории,
ООО «Транснефть-
Балтика»

Участвую в конкурсе уже не первый раз. И хочется сказать, что конкурс развивается. Он становится сложнее, интереснее.



ЧИРКОВА
Ольга
Сергеевна

2 место
в номинации УК,
инженер 1 категории
лаборатории
металлов
АО «Юго-Западная
ТЭЦ»

Большое спасибо организаторам, каждый год очень приятно возвращаться на этот конкурс, очень интересные задания. У меня была мечта занять призовое место в номинации ультразвуковой контроль, я воплотила свою мечту – заняла второе место.



ИВАНЧЕНКО
Ольга
Александровна

Победитель
в номинации КК,
дефектоскопист
по газовому
и жидкостному
контролю,
АО «Балтийский
завод»

На конкурс уже прихожу второй раз. Второй раз первое место.



КОСТЮК
Владимир
Иванович

Победитель
в номинации РК,
дефектоскопист
рентгено-
графирования
ОАО «Белгазстрой»

Соревнования интересные, сложные, высокий профессиональный уровень. Встретимся в финале, пусть победит сильнейший!

ЮБИЛЯРЫ НОМЕРА

От имени Российского общества по неразрушающему контролю и технической диагностике, коллективов АО «НИИ интроскопии МНПО «Спектр», ООО «Акустические Контрольные Системы», НПО «НИКИМТ-Атомстрой», ФТИ УрО РАН, ООО «Дианап», ООО «УЦАиС» ООО «Физприбор», издательского дома «Спектр», редакции журнала «Территория NDT», а также многочисленных коллег и друзей сердечно поздравляем Виктора Гавриловича Шевалдыкина, Виктора Ивановича Горбачева, Михаила Викторовича Королева, Владимира Александровича Комарова, Виктора Владимировича Шемякина, Владимира Альбертовича Бархатова с Юбилеями, желаем крепкого неразрушаемого здоровья, долгих счастливых лет жизни, благополучия и дальнейших успехов в научной деятельности.

ВИКТОРУ ГАВРИЛОВИЧУ ШЕВАЛДЫКИНУ – 75 ЛЕТ!



28 июля 2024 г. исполнилось 75 лет известному ученому доктору технических наук Виктору Гавриловичу Шевалдыкину, научному консультанту НИИ интроскопии МНПО «Спектр», ведущему научному сотруднику ООО «Акустические Контрольные Системы» (АКС), действительному члену АЭН РФ.

Виктор Гаврилович окончил Московский электротехнический институт по специальности «Радиотехника». В 1983 г. он защитил в диссертационном совете при НИИ интроскопии МНПО «Спектр» диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук по теме «Исследование принципов построения и разработка ультразвуковых эхоимпульсных толщиномеров, адаптирующихся к скорости звука в материалах».

В.Г. Шевалдыкиным выполнены важные исследования и разработки новых методов и технологий ультразвуковой (УЗ) дефектоскопии. Совместно с А.А. Самокрутовым и сотрудниками фирмы «АКС» им разработана теория и техника эхотомографии конструкций из бетона, предложены и запатентованы конструкции УЗ-преобразователей с сухим точечным контактом, являющиеся основой для всех приборов УЗ-контроля бетона.

В 2000 г. В.Г. Шевалдыкин в диссертационном совете при НИИ интроскопии МНПО «Спектр» защитил диссертацию на соискание ученой степени доктора технических наук на тему «Ультразвуковая интроскопия конструкций из бетона при одностороннем доступе» по специальности 05.11.13 «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий».

При активном участии Виктора Гавриловича осуществлена разработка приборов и систем УЗ-контроля, предложен метод цифровой фокусировки антенной решетки (ЦФА). На основе метода ЦФА впервые в России разработан широко известный УЗ-томограф для контроля металла A1550 IntroVisor. Важный вклад внес В.Г. Шевалдыкин в применение интеллектуальной технологии в разработках компании на основе электромагнитно-акустического (ЭМА) способа возбуждения и приема УЗ-колебаний, разработанное программное обеспечение и реализованные в ЭМА-толщиномере A1270 решения. Это обеспечило внедрение ЭМА-толщиномера A1270 на ракетном заводе ГКНПЦ им. М.В. Хруничева для контроля толщины обшивки и обтекателей корпуса ракеты «Протон» и для контроля толщины стенки легкосплавных бурильных труб на Каменск-Уральском металлургическом заводе. Разработки, выполненные под руководством В.Г. Шевалдыкина, широко используются во многих отраслях промышленности и в строительстве в России и за рубежом.

Большое внимание В.Г. Шевалдыкин уделяет подготовке специалистов высшей квалификации, является членом диссертационного совета Д520.010.01 при НИИИИ МНПО «Спектр». Виктор Гаврилович участвует в работе редколлегии журнала «Заводская лаборатория. Диагностика материалов», является заместителем главного редактора журнала «Контроль. Диагностика».

В.Г. Шевалдыкин активный автор – у него свыше 200 научных публикаций и более 30 патентов и авторских свидетельств на изобретения. Виктор Гаврилович принимает участие во многих международных и отечественных симпозиумах и конференциях.

Научные статьи и изобретения доктора технических наук В.Г. Шевалдыкина широко известны ученым и специалистам, список цитирования 153 его работ составил 1210 единиц, а индекс Хирша – 12. По данным РИНЦ, он входит в ТОП-100 самых цитируемых и ТОП-100 самых продуктивных российских ученых по направлению «ПРИБОРОСТРОЕНИЕ».

ВИKTOPУ ИВАНОВИЧУ ГОРБАЧЕВУ – 85 ЛЕТ!



Виктор Иванович Горбачев родился 6 августа 1939 года в г. Белая Церковь Киевской области. По окончании МИФИ по специальности «Физика металлов и металловедение» в 1962 г. он был распределен в НИКИМТ, в настоящее время АО «НИКИМТ-Атомстрой», с которым связана вся его дальнейшая трудовая деятельность. Здесь он прошел путь от инженера до начальника лаборатории неразрушающих методов контроля (НМК), кандидата технических наук.

В.И. Горбачев разработчик ксерорадиографического метода дефектоскопии и портативной ксерорадиографической установки для контроля сварных швов в монтажных условиях, системы акустико-эмиссионного контроля объектов атомной энергетики, исследователь широкополосных акустико-эмиссионных преобразователей для контроля различных типов дефектов. Виктор Иванович разработал акустико-эмиссионные системы и методики для контроля корпуса реактора типа ВВЭР-1000, резервуаров для хранения химических продуктов, цистерн и других объектов, а также комплекс для сварки и акустико-эмиссионного контроля алюминиевых выводов высокочастотных трансформаторов с медными токоприемниками. Им разработан прибор «Гамма-локатор», позволяющий дистанционно в условиях высокого радиационного фона определять точное местонахождение источников радиационной опасности для последующего проведения работ по дезактивации территории, получивший положительные заключения специалистов европейских и американских АЭС. В настоящее время «Гамма-локатором» оснащены подразделения Росатома, отвечающие за радиационную безопасность действующих АЭС.

Под научным руководством и при непосредственном участии В.И. Горбачева был выполнен ряд важных работ по НМК: разработаны два типа гамма-экспонетров для радиографического контроля, методика цифровой обработки и архивирования результатов РГК, методика оценки глубины коррозионных повреждений по результатам РГК, методики проведения РГК в условиях радиационного фона (результаты работ вошли в три отраслевых стандарта, в том числе в ПНАЭ Г-7-017-89 «Оборудование и трубопроводы АЭУ. Сварные соединения алюминиевых сплавов. Правила контроля» и целый ряд других).

Канд. техн. наук В.И. Горбачев руководит работой аттестационной комиссии «НИКИМТ» по НМК и лабораторным методам исследований, участвовал в осуществлении ряда зарубежных проектов: в качестве начальника лаборатории по контролю качества монтажа при строительстве Центра атомных исследований в Ливии (1979–1981); заместителя руководителя представительства фирмы «Бехтель» (США) при реконструкции Ачинского НПЗ (1994–1995); эксперта при приемке оборудования, изготавливаемого на заводах химического машиностроения для фирмы JGC (Япония) от «Союзэкспертизы» (1991–1992); представителя Минатома при монтаже объектов, возводимых иносфирмами (ФРГ, Италия, Франция, Англия) на компенсационной основе в городах Зима, Ангарск, Томск, Навои (1985–1991); руководителя работ с российской стороны по линии ЕЭС по созданию оборудования совместно с фирмами EDF (Франция), «Кентри» (Ирландия) (1996); разработчика нормативно-технической документации для работы с иносфирмами (1985–1997); участника работ по контролю раздвижного покрытия на Большой спортивной арене в Лужниках (1997).

Виктор Иванович участник отечественных и международных научных конференций, конференции МАГАТЭ в Японии и других мероприятий, автор монографии «Радиационный контроль сварных соединений», получившей широкое распространение в России, Беларуси, Армении и других странах, более 80 научных трудов, 20 изобретений. Деятельность В.И. Горбачева многократно отмечалась администрацией «НИКИМТ» и Минатома, он удостоен звания «Ветеран труда «НИКИМТ», «Ветеран атомной промышленности», награжден двумя нагрудными знаками Росатома «Академик Курчатов И.В.».

МИХАИЛУ ВИКТОРОВИЧУ КОРОЛЕВУ – 80 ЛЕТ!



Доктор технических наук, профессор, специалист в области ультразвуковых методов неразрушающего контроля, лауреат премии СМ СССР, сотрудник МНПО «Спектр» с 1971 г. Михаил Викторович Королев родился 28 июля 1944 года.

За годы работы в НИИ интроскопии он стал ведущим специалистом в области ультразвуковых методов НК, лауреатом Премии Совета Министров СССР.

Михаил Викторович автор восьми монографий и справочников, 129 статей и докладов, 36 авторских свидетельств на изобретения. Он разработал новое направление в исследовании и конструировании сверхширокополосных ультразвуковых пьезопреобразователей для приборов толщинометрии, создал теорию их проектирования, а также более 15 типов ультразвуковых толщиномеров и приборов контроля для измерения физико-механических свойств материалов.

В 1975 г. М.В. Королевым с сотрудниками создан первый в мире безэталонный (автокалибрующийся) ультразвуковой толщиномер УТ-55БЭ, не требующий предварительной установки скорости звука.

Исследования проблем ультразвуковой толщинометрии стали основой диссертации М.В. Королева на соискание ученой степени кандидата технических наук на тему «Разработка и исследование электроакустического тракта приборов неразрушающего контроля с высокой разрешающей способностью по глубине (применительно к эхоимпульсным ультразвуковым толщиномерам)», защищенной по специальности 05.02.11 в 1975 г. в диссертационном совете при Томском политехническом институте им. С.М. Кирова.

Результаты дальнейших исследований Михаила Викторовича легли в основу защищенной им в 1979 г. в диссертационном совете при НИИ интроскопии, Москва, по специальности 05.11.13 диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук на тему «Теория, разработка и применение поверхностно возбуждаемых ультразвуковых пьезопреобразователей для приборов неразрушающего контроля».

Как член-корреспондент Академии электротехнических наук (АЭН) РФ проф. М.В. Королев активно участвовал в совершенствовании системы аттестации персонала НК и ТД.

С 2008 г. в новый состав Совета по защите докторских и кандидатских диссертаций при Научно-исследовательском институте интроскопии МНПО «Спектр», утвержденный приказом Рособнадзора от 14.03.2008 № 420-345, д-р техн. наук, проф. М.В. Королев вошел как ученый секретарь совета по специальности Д 520.010.01.

Михаил Викторович внес серьезный вклад в подготовку научных кадров, разработку методологии, организацию исследований в области неразрушающего контроля и в качестве члена экзаменационного центра Независимого органа по аттестации персонала (НОАП) ЗАО НИИИ МНПО «СПЕКТРСерт», Москва.

В сферу его научной деятельности входит аттестация средств неразрушающего контроля в единой системе оценки соответствия на объектах, подконтрольных РОСТЕХНАДЗОРУ.

ВЛАДИМИРУ АЛЕКСАНДРОВИЧУ КОМАРОВУ – 80 ЛЕТ!



13 августа 2024 г. исполняется 80 лет доктору физико-математических наук, профессору, заслуженному деятелю науки Удмуртской Республики, уроженцу г. Мурманск Владимиру Александровичу Комарову.

В 1967 г. В.А. Комаров окончил Уральский государственный университет им. А.М. Горького по специальности «физик – теоретическая физика».

Научная и исследовательская деятельность Владимира Александровича связана с Физико-техническим институтом УдмФИЦ УрО РАН, широко известны его исследования в области физики магнитных явлений и физики твердого тела, трансформации электромагнитного и акустического полей в твердых телах. Владимир Александрович работал в Институте физики металлов (ИФМ) инженером, младшим научным сотрудником (1969 г.), старшим научным сотрудником (1976 г.).

В 1972 г. Владимир Александрович защитил кандидатскую диссертацию по специальности «физика магнитных явлений». В 1977 г. В.А. Комаров был избран заведующим лабораторией неразрушающего контроля для работы в Ижевском отделе ИФМ, а с образованием лаборатории электромагнитных явлений на базе отдела Физико-технического института (ФТИ УрО РАН) был избран ее заведующим.

После защиты диссертации на соискание ученой степени доктора физико-математических наук (1987 г., МГУ им. М.В. Ломоносова) по специальности «физика твердого тела» В.А. Комаров был избран заведующим отделом электромагнетизма, в 1990 г. ему присвоено ученое звание профессора, в 1996 г. он перешел на должность главного научного сотрудника лаборатории электромагнитных явлений.

Доктор физико-математических наук, профессор ФТИ УрО РАН В.А. Комаров внес важный вклад в развитие теории электромагнитных и акустических явлений как разработчик модели, позволившей описать закономерности поведения переменного магнитного поля над протяженным поверхностным нарушением сплошности металла, решивший задачу о взаимодействии поля накладного протяженного излучателя с ферромагнитным проводящим круговым цилиндром. Им исследованы закономерности электромагнитно-акустического преобразования объемных волн, волн Лэмба, продольных колебаний в проводящих и слабопроводящих ферромагнитных телах. В.А. Комаров предложил спектральную аналитическую модель для описания процессов, обусловленных конечными в пространстве излучателями (ближняя зона), создал основы электромагнитоакустики (анализ вторичных полей после двойного электромагнитно-акустического преобразования), использованные при разработке приборов оценки структуры и физико-механического состояния изделий из магнитоотрицательных материалов.

Результаты исследований В.А. Комарова известны широкой научной общественности, им опубликованы лично и в соавторстве более 120 научных работ, в том числе пяти монографий, получено 14 авторских свидетельств и патентов на изобретения.

С 1978 г. доктор физико-математических наук, профессор В.А. Комаров ведет курс лекций в Ижевском государственном техническом университете, он член президиума Удмуртского научного центра УрО РАН, двух специализированных советов по защите диссертаций (Удмуртского государственного университета и ФТИ).

ВИKTOPУ ВЛАДИМИРОВИЧУ ШЕМЯКИНУ – 75 ЛЕТ!



Виктор Владимирович Шемякин – кандидат физико-математических наук, ученый и предприниматель в области средств и методик акустико-эмиссионного (АЭ) контроля, сотрудник Российского научного центра «Курчатовский институт» с 1973 г., генеральный директор научно-производственной фирмы «Диатон» с 1993 г., генеральный директор совместного предприятия с компанией Physical Acoustic Corporation (США) «ПАК-Диатон» с 1998 г. и генеральный директор ООО «Диапак» с 2002 г.

Виктор Владимирович родился 16 июля 1949 г. на Украине в г. Лубны Полтавской области. В 1973 г. окончил МИФИ по специальности «экспериментальная ядерная физика», трудовая деятельность началась в ИАЭ им. И.В. Курчатова, ныне РНЦ «Курчатовский институт».

Основное направление деятельности В.В. Шемякина – разработка аппаратного и программного обеспечения АЭ-систем, разработка методик и стандартов АЭ-контроля, применение АЭ-контроля на промышленных объектах.

В.В. Шемякин автор одной монографии, 100 научных трудов и 11 авторских свидетельств на изобретения.

В 1983 г. по результатам исследований в диссертационном совете при РНЦ КИ, Москва, В.В. Шемякин защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.01.10 на тему «Математическое обеспечение многоканальной исследовательской акустико-эмиссионной системы контроля целостности крупномасштабных конструкций».

В.В. Шемякин принимал участие в разработке основных нормативных документов, обеспечивающих применение метода АЭ на предприятиях РФ, участвовал в создании промышленных систем АЭ-контроля для атомных станций и внедрении таких систем на Нововоронежской, Армянской, Калининской АЭС, участвовал в восстановительных работах на Чернобыльской АЭС в 1986 г., в работах по подготовке пуска 2-го блока с применением опытной системы акустико-эмиссионного контроля (АЭК), участвовал в приемочных испытаниях корпуса реактора для первой атомной станции теплоснабжения на заводе в Волгодонске.

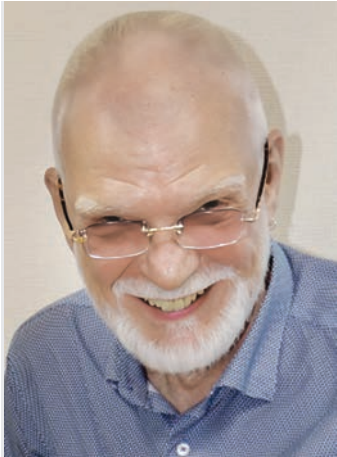
На счету В.В. Шемякина участие в установке и сопровождении многоканальной системы АЭ-мониторинга оборудования предприятия «Тобольск-Полимер», система работает более 10 лет.

Под руководством В.В. Шемякина и при его личном участии, а также с привлечением ведущих специалистов ООО «Диапак» выполнялись работы по контролю оборудования многих промышленных предприятий нефтегазопереработки, таких как Московский НПЗ, Новополюцкий НПЗ и др. На предприятиях НПЗ и «ТРАНСНЕФТЬ» многократно проводилось обследование днищ резервуаров без вывода из эксплуатации, с использованием уникальной технологии, а также АЭ-диагностика сотен километров нефтепроводов.

Виктор Владимирович участвовал в восстановительных работах разрушенного заводского оборудования, поврежденного в результате военных действий в Сербской республике.

Как генеральный директор ООО «Диапак» в настоящее время он уделяет большое внимание разработке и внедрению программных систем для оценки состояния промышленного оборудования и осуществления его обслуживания на основе анализа рисков.

ВЛАДИМИРУ АЛЬБЕРТОВИЧУ БАРХАТОВУ – 65 ЛЕТ!



Многие годы коллектив нашей компании – «Уральский центр аттестации и сертификации» сотрудничает с добрыми соседями – предприятием «Физприбор», сотрудники которого, как и мы, являются выходцами из УроРАН.

Регулярно «Физприбор» обучает своих новых сотрудников в нашем центре, и мы в курсе профессионального роста специалистов и достижений этого предприятия. Его развитие и рост происходят во многом благодаря бесменному руководителю и основателю группы компаний «Физприбор» – Владимиру Альбертовичу Бархатову.

Сердечно поздравляем с 65-летием и благодарим нашего друга и коллегу Владимира Альбертовича за вклад в становление нашего центра как профессионального, уважаемого предприятия для обучения и развития сотрудников огромного количества различных предприятий России, а также ближнего и дальнего зарубежья.

Владимир Альбертович является действующим членом ТК 371, ведет активную работу как разработчик и организатор производства. В настоящее время одним из проектов «Физприбора» является ультразвуковой дефектоскоп с ЦФА. Есть также проект по иммерсионным преобразователям для установок в рамках импортозамещения и другие сложные и интересные проекты. На предприятии выпускаются стандартные образцы предприятия (СОП) и настроечные образцы (НО), удовлетворяющие самым высоким требованиям в ультразвуковом неразрушающем контроле. Например, отлажена технология изготовления отражателей с площадью до 0,125 мм².

Владимир Альбертович – счастливый человек: не просто учился, а учился в лучших вузах на сложнейших факультетах – радиофаке УПИ и физмате в УрФУ, затем была аспирантура, преподавание сопромата студентам и физики дефектоскопистам, работа специалистом НК и развитие интереснейшего бизнеса.

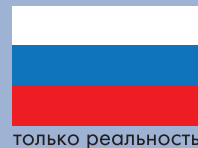
Сложно что-то пожелать человеку, у которого все есть: глубокий аналитический ум, огромная работоспособность, широчайший кругозор и эрудиция, перспективные идеи, многолетнее уважение профессионалов, прекрасное чувство стиля и юмора (см. первоапрельские новости на сайте fprigor.ru и f-ndt.ru), полноценный адреналиновый отдых на пятерках Сибири, Забайкалья, Саян и Алтая... А еще он знает тензорный анализ!

Желаем бесконечного творческого полета, новых идей! При этом желаем не достигать полного удовлетворения от реализации проектов, чтобы мы увидели воплощение всех идей замечательного человека!

С юбилеем, дорогой учитель, коллега и друг!



Коллектив ООО «Уральский центр аттестации и сертификации»



только реальность

Ультразвуковой ТОЛЩИНОМЕР УТ907 с А-сканом и В-сканом



ООО «Физприбор»
www.f-ndt.ru, www.fpribor.ru
620137, Екатеринбург,
ул. Вилонова, 6 А
+7 (343)355-00-53, sale@fpribor.ru



Уважаемые коллеги!

ПРИГЛАШАЕМ ВАС ПРИНЯТЬ УЧАСТИЕ И ВЫСТУПИТЬ С ДОКЛАДОМ на

XXV Петербургской научно-технической конференции УЗДМ-2025

«Методология ультразвукового контроля: фундамент и современные надстройки», посвященной 100-летию со дня рождения Анатолия Константиновича Гурвича



20-23 мая 2025
Санкт-Петербург

ТЕМАТИКА КОНФЕРЕНЦИИ

1. Методические особенности и аспекты применения ультразвуковых антенных решеток.
2. Технологические возможности ультразвуковых аппаратно-программных комплексов с визуализацией результатов в задачах стратегии цифровизации.
3. Фундаментальные принципы методологии в практике ультразвукового контроля при производстве и эксплуатации продукции металлургии и машиностроения, в атомной и тепловой энергетике, трубопроводном и железнодорожном транспорте.
4. Метрологическое обеспечение технологий ультразвукового контроля и диагностики (круглый стол).
5. Обучение, подтверждение квалификации, аттестация, сертификация... а результат? (круглый стол).

ОРГАНИЗАТОРЫ УЗДМ-2025

- Научный центр мостов и дефектоскопии
- Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ

- Секции «Физические неразрушающие методы контроля» научного совета по физике конденсированных сред РАН
- Российского общества по неразрушающему контролю и технической диагностике
- Национального агентства контроля сварки

МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ

Санкт-Петербург, отель «Новый Петергоф»
(Петергоф, Санкт-Петербургский проспект, 34)

ФОРМЫ РАБОТЫ

- Пленарные и секционные доклады.
- Стендовые доклады.
- Круглые столы.
- Демонстрация оборудования.

ВАЖНЫЕ ДАТЫ

- Прием заявок – до 15.02.2025 г.
- Прием тезисов докладов – до 15.03.2025 г.
- Рассылка пригласительных билетов и программ – до 10.05.2025 г.

КОНТАКТНЫЕ ДАННЫЕ ОРГКОМИТЕТА

Е-mail: uzdm2025@yandex.ru
Телефон: +7 (921) 938-43-13

Оргкомитет УЗДМ-2025

Генеральный спонсор:

ООО «Компания «Нординкрафт».

Спонсоры:

ООО «АКС», АО «Фирма ТВЕМА», ООО «НПЦ «Эхо+», ООО «КОНСТАНТА».

Информационные партнеры:

журналы «Дефектоскопия», «Территория NDT», «Контроль. Диагностика», Издательский дом «Спектр», форум «Дефектоскопист.ру».



НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ ИМПУЛЬСНЫХ ЭЛЕКТРОИСКРОВЫХ ДЕФЕКТОСКОПОВ СЕРИИ «КОРОНА»

На сегодняшний день в различных областях машиностроения, трубопроводной инфраструктуре, объектах капитального строительства активно применяются защитные диэлектрические покрытия, препятствующие развитию коррозии и эрозии металлов, разрушению бетона, а также проникновению воды и влаги внутрь герметичных технологических объектов. Покрытия придают гидроизоляционные, антикоррозионные, диэлектрические и другие специальные свойства металлическим, железобетонным и асфальтосодержащим объектам. Подобные защитные покрытия применяются повсеместно: гидроизоляция кровельных систем, антикоррозионное покрытие несущих металлических конструкций зданий и мостов, различные битумные и листовые дорожные покрытия. Во всех вышеперечисленных случаях важным эксплуатационным параметром покрытий является сплошность.

Для выявления дефектов сплошности, возникающих как на этапе нанесения покрытия, так и на этапе эксплуатации объектов, хорошо зарекомендовал себя электроискровой метод неразрушающего контроля благодаря своей высокой скорости и производительности контроля. Метод основан на определении дефектоскопом электрического пробоя диэлектрического покрытия в месте расположения дефекта. Высокое испытательное напряжение U прикладывается электродом к объекту контроля, в местах нарушения сплошности покрытия его электрическая прочность значительно снижена, вследствие чего возникает электрический пробой. При этом протекающий электрический ток I регистрируется дефектоскопом, срабатывает система звуковой и световой сигнализации (рис. 1), информирующая оператора о наличии дефекта в контролируемом покрытии.

Поскольку решение о наличии в покрытии дефекта принимается оператором на основании информации о срабатывании сигнализации, для электроискровых дефектоскопов ключевыми параметрами, обеспечивающими достоверность контроля, являются точность поддержания испытательного напряжения на электроде и точность обнаружения искрового разряда в дефектной области покрытия.

С учетом этих требований специалистами компании «КОНСТАНТА» было разработано следующее поколение электроискровых дефектоскопов:

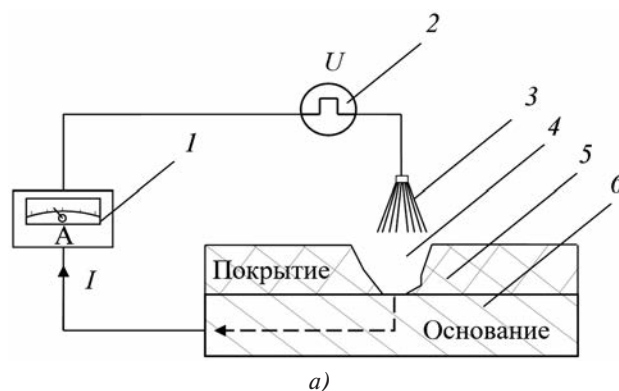


Рис. 1. Схема процесса электроискрового контроля (а) и фотография процесса выявления сквозного дефекта лакокрасочного покрытия при помощи электроискрового дефектоскопа «Корона» (б):

1 – индикатора дефектов; 2 – генератор испытательного напряжения; 3 – электрод; 4 – сквозной дефект (трещина); 5 – диэлектрическое покрытие; 6 – электропроводящее основание (металл, железобетон)

«Корона ЛКП», «Корона 40», «Корона 40 ПРО» (рис. 2).

Ниже приведены основные отличительные особенности новых электроискровых дефектоскопов.

- За счет внедрения алгоритмов математической обработки сигналов повышена точность поддержания испытательного напряжения на электроде (рис. 3, а).
- Повышена мощность генератора испытательного напряжения (рис. 3, б).
- Благодаря внедрению алгоритма оценки допол-



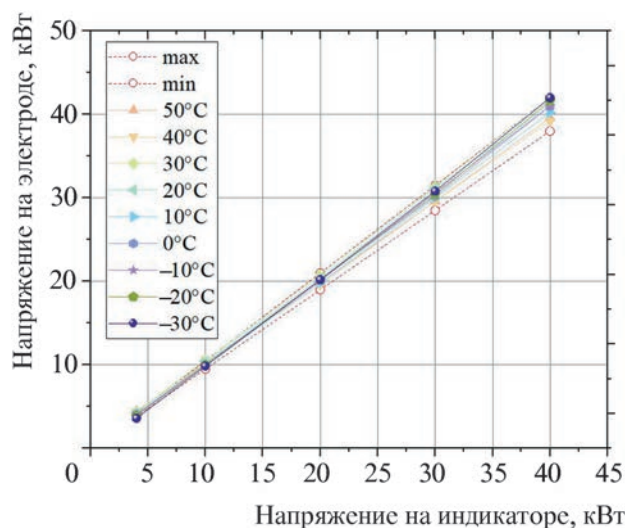
Рис. 2. Электроискровой дефектоскоп «Корона 40»

нительных критериев искрового разряда устранены ложные срабатывания сигнализации дефектоскопа.

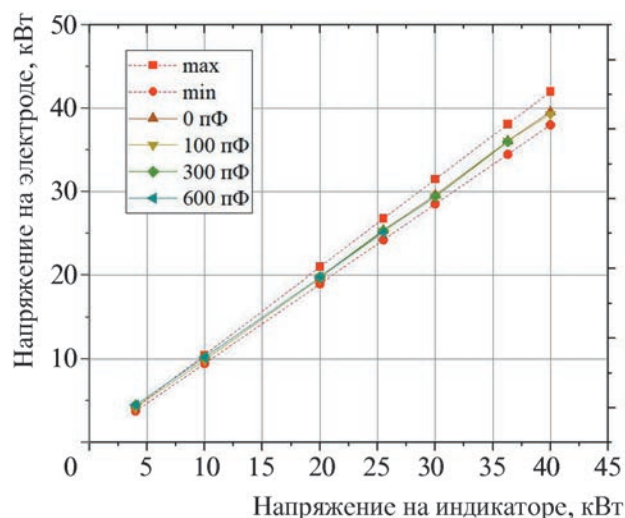
- Внедрен цифровой интерфейс, содержащий:
 - калькулятор испытательного напряжения, позволяющий по известной толщине контролируемого покрытия рассчитать испытательное напряжение;
 - режим пользовательской градуировки прибора, позволяющий корректировать градуировку прибора пользователем в течение всего срока службы прибора при наличии соответствующего измерительного оборудования;
 - режим одноэлектродного контроля, позволяющий выявлять сквозные дефекты покрытия без подключенного провода заземления;
 - счетчик дефектов.
- Снижена масса блока управления (до 0,9 кг с аккумулятором).
- Увеличено время автономной работы (до 10 ч при испытательном напряжении 40 кВ с использованием щеточного электрода 300 мм).
- За счет внедрения цифрового интерфейса управления генератором высокого напряжения повышена надежность выпускаемого оборудования.

На рис. 3 приведены температурные и нагрузочные характеристики дефектоскопа «Корона 40», указывающие на соблюдение диапазона допустимой погрешности установления испытательного напряжения относительно индикатора при различных температурах окружающей среды и емкостях нагрузки. Под емкостью нагрузки здесь понимается электрическая емкость, возникающая в системе «электрод дефектоскопа – диэлектрическое покрытие – электропроводящее основание».

Таким образом, отстройка от мешающих параметров в новом поколении электроискровых де-



а)



б)

Рис. 3. Температурная характеристика поддержания испытательного напряжения на электроде в диапазоне от -30 до $+50$ °С (а) и нагрузочная характеристика поддержания высокого испытательного напряжения на электроде при емкостной нагрузке до 600 пФ (б): min и max – предельные значения при допустимой абсолютной погрешности 5%

фектоскопов «Корона» позволяет повысить достоверность электроискрового контроля и обеспечить требуемое качество защитных диэлектрических покрытий. Выпуск нового поколения электроискровых дефектоскопов «Корона» запланирован на третий квартал 2024 г. и является логическим продолжением тренда группы компаний «КОНСТАНТА» на улучшение метрологических и технических характеристик выпускаемого оборудования.

ООО «КОНСТАНТА», Санкт-Петербург

ПРИМЕНЕНИЕ БПЛА ВЕРТОЛЕТНОГО ТИПА

КРАТКИЙ ОБЗОР



МАТВЕЕВ Владимир Иванович
Канд. техн. наук,
АО «НИИ интроскопии МНПО
«Спектр», Москва

Описываются основные типы беспилотных летательных аппаратов вертолетного типа, широко применяемых на практике, в том числе в энергетике, геологоразведке, поисковых операциях и т.д. Приводятся главные характеристики беспилотных средств наиболее известных компаний. Представлены примеры основных применений БПЛА в неразрушающей диагностике, особенно в визуальном контроле.

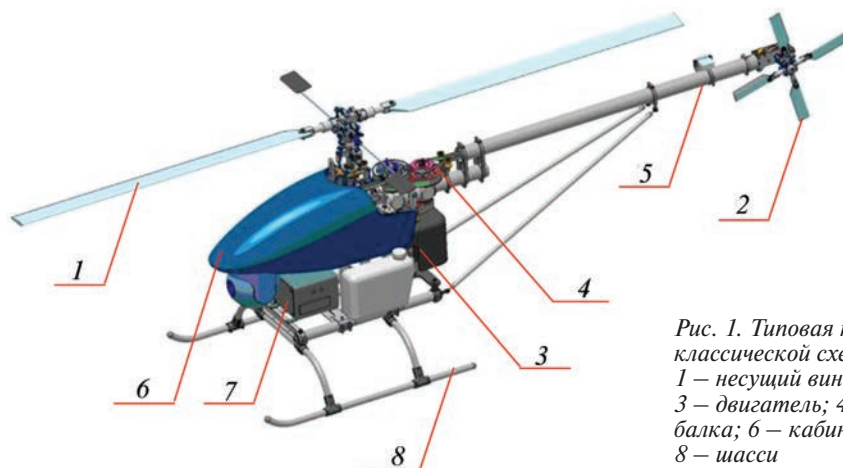
Введение

В настоящее время активно развивается направление создания беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Наибольшее распространение

получили аппараты вертолетного и самолетного типов. Они представляют собой уменьшенные копии пилотируемых аппаратов и управляются оператором дистанционно из стационарного или мобильного пункта. Так как для обеспечения наблюдательных и охранных целей от БПЛА требуется возможность зависания над определенной точкой, то в данном отчете речь пойдет только о БПЛА вертолетного типа, поскольку беспилотные самолеты не способны выполнить данное требование. Также преимуществом вертолетов является возможность вертикального взлета и посадки. К недостаткам относятся меньшая скорость и дальность полета по сравнению с самолетами, но для поставленных задач этот недостаток не является критичным.

БПЛА вертолетного типа различаются по типу конструкции и летным характеристикам (полезная нагрузка, время полета, фактический потолок и т.д.). Наибольшее распространение получили три типа конструкции – классическая, соосная и многогороторная.

Вертолеты классической схемы имеют двухвинтовую схему. Вращение несущего винта создает подъемную силу, а рулевой винт гасит его вращательный момент, тем самым не позволяя кабине вертолета вращаться в противоположную сторону вращения несущего винта.



*Рис. 1. Типовая конструкция БПЛА вертолетного типа классической схемы:
1 – несущий винт; 2 – рулевой винт;
3 – двигатель; 4 – редуктор двигателя; 5 – хвостовая балка; 6 – кабина (фюзеляж); 7 – полезная нагрузка; 8 – шасси*

1. Характеристики БПЛА вертолетного типа классической конструкции

Модель	Производитель	Диаметр несущего винта, м	Длина БПЛА*, м	Полезная нагрузка, кг	Длительность полета, мин	Фактический потолок, м	Ориентировочная цена
«Ворон-700»	МАИ	2,580	2,50	15	150	2500	2 млн руб.
NEO S-300	Swiss UAV GmbH	3,000	2,75	35	90	–	–
SkyPatrol-5	ООО «ТЕХНОКОМ ГРУПП»	1,800	2,00	5	45	1500	–
SkyPatrol-100	ООО «ТЕХНОКОМ ГРУПП»	1,850	1,60	9	180–360	3000	–
ZALA 421-06	Zala AERO, Россия	1,700	1,60	2	120	2000	–
Skeldar V-200	Saab, Швеция	–	–	40	300	–	–
ДПВ-6-Б	ОАО «НПП «Радар ММС»	–	1,80	6	30	500	–
ДПВ-12-Б	ОАО «НПП «Радар ММС»	–	2,00	12	60	500	–
«Хаски»	ЗАО «НПФ «КВАНД-АСХМ»	3,195	3,37	42	75	4000	–

* Под длиной БПЛА подразумевается расстояние от начала кабины до конца хвостовой балки.

При соосной схеме рулевой винт отсутствует. Гашение вращательного момента осуществляется за счет противоположного направления вращения двух несущих винтов, закрепленных на одной оси. Такие вертолеты обладают потенциально меньшими габаритами, так как не нуждаются в длинной хвостовой балке, однако имеют более сложную конструкцию редуктора двигателя.

У вертолетов многороторного типа несколько винтов (от 3 до 6) расположены по кругу. У каждого винта может быть как отдельный двигатель, так и один на все, расположенный в центре конструкции. Такие вертолеты обладают большей устойчивостью, однако уступают другим вертолетам по летным характеристикам.

В зависимости от полезной нагрузки, которую способен нести такой аппарат, он может выполнять транспортные, охранные или наблюдательные задачи. По массе полезной нагрузки можно выделить следующие типы вертолетов: сверхлегкие (до 0,5 кг), легкие (от 0,5 до 5 кг), средние (от 5 до 25 кг), тяжелые (от 25 до 100 кг) и сверхтяжелые (свыше 100 кг). Для поставленных задач наиболее подходят легкие и средние БПЛА.

На сегодняшний день существует достаточно большое количество организаций, занимающихся разработкой и продажей БПЛА. Среди отечественных фирм стоит отметить «Вертолеты России», «НЕЛК», «Иркут», Zala AERO, ООО «ТЕХНОКОМ ГРУПП», а также Московский авиационный институт. Из иностранных фирм можно выделить Saab (Швеция), Draganfly Innovations Inc. (Канада), Swiss UAV GmbH (Швейцария).

БПЛА вертолетного типа классической конструкции

Классический тип конструкции является на сегодняшний день наиболее распространенным. На рис. 1 представлена типовая конструкция тако-



Рис. 2. NEO S-300

го аппарата на примере модели 333 «Ворон» (Московский авиационный институт).

Несущий и рулевой винт может иметь от 2 до 4 лопастей. В качестве шасси могут выступать как колеса, так и полозья. Все рассмотренные аппараты данного типа оснащены двигателями внутреннего сгорания. В табл. 1 представлены характеристики ряда моделей данного типа.

На рис. 2 показан внешний вид одной из приведенных моделей.

БПЛА вертолетного типа соосной конструкции

При использовании соосной конструкции несущих винтов удастся заметно сократить габариты аппарата. Такие аппараты имеют лучшую маневренность и управляемость по сравнению с классическими вертолетами. Но при этом усложняется конструкция, что приводит к удорожанию модели.

На рис. 3 приведена типовая конструкция БПЛА данного типа на примере КА-137 производства «Вертолеты России».

Для дополнительной устойчивости в конструкции может присутствовать хвостовая балка. В табл. 2 представлены характеристики ряда моделей данного типа.

2. Характеристики БПЛА вертолетного типа соосной конструкции

Модель	Производитель	Диаметр несущего винта, м	Длина БПЛА*, м	Полезная нагрузка, кг	Длительность полета, мин	Фактический потолок, м	Ориентировочная цена
КА-137	«Вертолеты России»	5,3	2,30	50 – 80	240	2900	–
KOAX X-240	Swiss UAV GmbH	2,4	0,95	8	90	~2000	–
«Аэробот»	«Стилсофт»	0,4	0,30	3	30	1000	~ 3 млн руб.
Vezdelyot air-250*	«Группа ЭЙР» (ЦАГИ)	~0,4	~0,70	5	20 – 40	4000	–

* Аппарат вентиляторного типа (с электродвигателем).

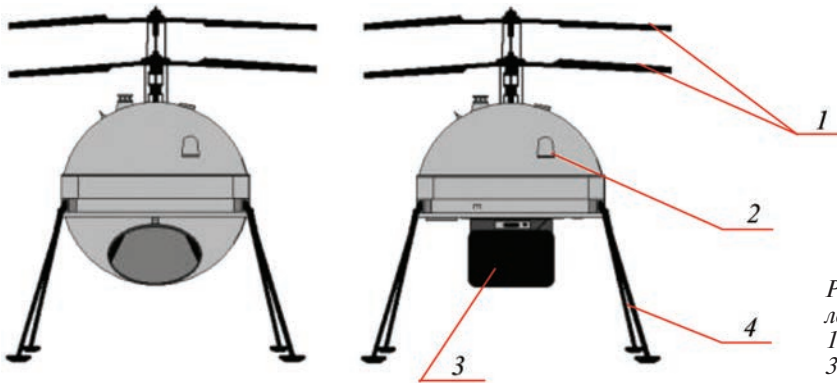


Рис. 3. Типовая конструкция БПЛА вертолетного типа соосной схемы:
1 – несущие винты; 2 – кабина (фюзеляж);
3 – полезная нагрузка; 4 – шасси



Рис. 4. КА-137

Модели КА-137 и KOAX X-240 оснащены двигателями внутреннего сгорания, модель «Аэробот» имеет электродвигатель.

На рис. 4 показан внешний вид одной из приведенных моделей.

БПЛА вертолетного типа многороторной конструкции

Вертолеты многороторной конструкции отличаются высокой устойчивостью в полете, они практически бесшумны, обладают малыми габаритами, но имеет низкую грузоподъемность. Поэтому на них не могут быть установлены стандартные приборы наблюдения (тепловизоры и видеокамеры), но их можно оснастить облегченными модулями таких приборов.

На рис. 5 представлена типовая конструкция БПЛА вертолетного типа многороторной схемы на примере модели ZALA 421-21 «Серафим».

Количество роторов может быть от 3 до 6, на каждом роторе может располагаться один или два винта, вращающихся в противоположные стороны. Все модели оснащены электродвигателями и снабжены сменными литиевыми аккумуляторами.

В качестве нагрузки выступают системы стабилизации, ориентирования, передачи информации, наблюдательные устройства и системы крепления наблюдательного устройства.



Рис. 5. Типовая конструкция БПЛА вертолетного типа многороторной схемы:
1 – несущие винты; 2 – центральный двигатель; 3 – нагрузка; 4 – шасси

3. Характеристики БПЛА вертолетного типа многороторной конструкции

Модель	Производитель	Основной диаметр*, м	Число роторов, шт.	Полезная нагрузка, кг	Длительность полета, мин	Фактический потолок, м	Максимальная линейная скорость, км/ч	Ориентировочная цена
«Колибри»	«НЕЛК», Россия	~0,50	6	0,80	30	300	50	600 тыс. руб.**
ZALA 421-21 «Серафим»	Zala AERO, Россия	0,60	6	0,50	25	1000	30	–
«Пустельга»	ФГУП «НИИ прикладной механики имени академика В.И. Кузнецова», Россия	0,50	4	0,30	60	150	54	–
Draganflyer X6	Draganfly Innovations Inc., Канада	0,99	3	0,50	20	2348	50	–
Draganflyer X8	Draganfly Innovations Inc., Канада	1,06	4	1,00	20	2348	50	–
MD4-1000	Microdrones GmbH, Германия	1,03	4	1,20	70	1000	54	–
Серия MikroKopter	HiSystems GmbH, Германия	~1,00	3 – 12	0,25 – 1,00	15 – 40	350	~50	–
AirRobot	Airrobot GmbH & Co KG, Германия	1,00	4	0,20	30	1000	50	–
МиниБЛА	МАИ, Россия	1,25	4	0,25	30 – 60	–	72	–

* Под основным диаметром подразумевается расстояние между двумя диаметрально расположенными роторами.

**Цена необорудованного устройства (при комплектации оборудованием НЕЛК цена от 1,2 млн руб.).

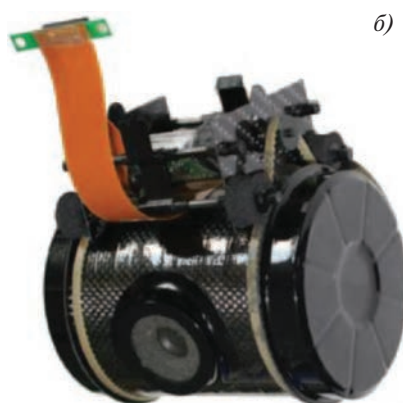
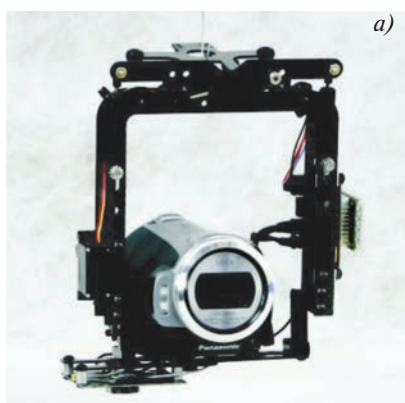


Рис. 6. Варианты крепления наблюдательного устройства

Рис. 7. Photon 640 (Flir System)

Для стабилизации летательного аппарата во время съемки используются гироскопы или гироскопы. Для определения местонахождения объекта слежения на аппараты устанавливаются платы GPS. Для дистанционного управления и передачи информации от наблюдательного устройства используется радиоканал. Поэтому на аппараты необходимо устанавливать модуль радиосвязи (например, Bluetooth), а также ЦАП в виде отдельной платы. Крепление наблюдательного устройства может быть двух типов: универсальное, предназначенное для установки серийного неспециализированного оборудования (рис. 6, а); специальное, в виде готового модуля (рис. 6, б).

Пример тепловизионного модуля, разработанного специально для установки на БПЛА, приведен на рис. 7. Масса такого модуля составляет порядка

300 – 500 г. Он оснащен неохлаждаемой матрицей 644×512 пикс.

На рис. 8 показан внешний вид одной из приведенных моделей

Диагностические возможности БПЛА

Большинство уже реализуемых возможностей БПЛА традиционно относятся к военной сфере, но и некоторые гражданские направления совершенствования таких технологий выходят на передовые позиции.

Наиболее очевидное применение БПЛА – получение визуальной информации. Такая информация важный компонент многих видов комплексных обследований, относящихся к области неразрушающего контроля. Применению БПЛА в этой области способствуют многие особенности и воз-



Рис. 8. «Колибри»

возможности летательных устройств современного уровня, например многочисленные и достаточно компактные модели с различными техническими характеристиками, возможности управления дронами, совместимость получаемой информации с другими компьютерными технологиями.

Самая простая задача, которую можно решать с помощью БПЛА, — осмотр удаленного объекта. В деле неразрушающего контроля важно учитывать, что наиболее эффективны визуальные обследования, выполняемые специалистом с большим опытом. Таким профессионалом можно стать лишь с возрастом, который, к сожалению, не способствует выполнению многих видов осмотра объектов в натуре. Вот почему в любой солидной лаборатории неразрушающего контроля понимают и используют возможности визуального контроля с воздуха с помощью дронов.

Для многих объектов осмотр с помощью БПЛА — единственная возможность визуального контроля и некоторых других технологий оценки состояния и качества.

За последние годы интерес к применению БПЛА в хозяйственных целях не только увеличился, но и реализуется во многих проектах и программах. Появляются модели летательных устройств, сконструированных специально для решения производственных задач. Их так и называют — промышленные дроны.

Одна из интересных модельных линий таких промышленных БПЛА создана и развивается в Швейцарии. Местная компания FLYABILITY занята разработкой и изготовлением дронов, предназначенных для обследования труднодоступных и стесненных мест промышленной среды. Главной особенностью этих летательных аппаратов является защитная система, позволяющая исключить повреждение лопастей квадрокоптеров. Эта защитная система — миниатюрная решетчатая сферическая конструкция, созданная по принципам знаменитого купола Фуллера. Решетчатая структура такой за-

щиты практически не препятствует возможностям визуального контроля, но полностью исключает физический контакт лопастей дрона с любыми препятствиями. Эта особенность, а также повышенная маневренность и управляемость швейцарских БПЛА позволяют направлять их в самые стесненные и замкнутые пространства, выполнять в них любые маневры.

Эффект от применения таких дронов комплексный: визуальный контроль труднодоступных мест значительно упрощается, объекты можно подвергать осмотру без прекращения их работы, оперировать таким БПЛА можно без какой-либо особенной предварительной подготовки.

Эта последняя особенность нередко становится ключевым достоинством применения дрона в деле визуального контроля недоступных мест. Ведь при этом ошибки неопытного оператора не приводят к поломке или потере летательного аппарата. Опыт нескольких лет разработки и практической эксплуатации моделей такого типа показал, что дроны от FLYABILITY уверенно выдерживают любые виды столкновений с подвижными и неподвижными препятствиями. Ни полет, ни поток информации от таких столкновений не прекращаются.

Одно из направлений применения БПЛА в сфере неразрушающего контроля напрашивается само собой. Это визуальный контроль линий электропередач и других объектов энергетики. Из соображений безопасности доступ человека к таким объектам был и будет максимально затруднен и ограничен. Естественная и логичная идея применения дронов для обследования линий электропередачи (ЛЭП) реализуется во многих странах. Интересно, что практически повсеместно технология использования БПЛА сталкивается с непростыми реалиями законодательного обеспечения эксплуатации такой аппаратуры. Немало проблем с разрешительными и контролирующими сферу воздухоплавания органами, к примеру, пришлось урегулировать для применения дронов в обслуживании ЛЭП. Вот типичные задачи, решить которые помогают БПЛА в энергетике: осмотр состояния проводов и кабелей, оценка состояния изоляторов и узлов их крепления, осмотр и оценка опор, инженерных сооружений и устройств. Для получения необходимой информации БПЛА экипируют необходимой техникой. Кроме видеокамеры, на летательный аппарат могут быть установлены 3D-сканер, тепловизор, другая аппаратура.

Традиционный визуальный контроль ЛЭП и их оборудования осуществляется двумя способами — с земли и непосредственным осмотром. Визуальный контроль линий электропередач с земли характеризуется невысоким уровнем точности, ограниченным объемом получаемой информации. Непосред-

ственный осмотр ЛЭП дает точную и исчерпывающую информацию, но отличается опасностью и ограничениями высотных работ и требует отключения линии. Затраты времени и стоимость непосредственного осмотра чрезвычайно высоки. Применение БПЛА позволяет не только радикально ускорить и упростить визуальный контроль ЛЭП, но и сделать его более содержательным. К примеру, использование тепловизионной аппаратуры дает возможность обнаружить места аномального нагрева.

Применение БПЛА значительно упрощает трудоемкие операции оценки состояния промышленных дымоходов. Вот что может дать использование летательных аппаратов, оборудованных видео- и тепловизионной техникой: осмотр тела труб дымоходов без ограничений по высоте и другим особенностям; визуальный контроль оголовка – верхней части труб дымоходов, одного из наиболее уязвимых элементов таких конструкций; оценка состояния теплоизоляционных и других покрытий, футеровки. Большинство таких операций неразрушающего контроля с помощью дрона можно выполнять без остановки работы дымоходной системы и трубы.

Несомненная польза БПЛА проявляется не только по отношению к крупным объектам недвижимости – зданиям, сооружениям, природным объектам. Машины большого размера также можно обследовать с помощью дрона. Очень перспективным направлением применения дронов считается их использование в авиации. Дело в том, что обследование обшивки и внешних конструктивных элементов летательных аппаратов – важный элемент регулярного контроля состояния этих сложных и очень больших машин. Одним из пионеров применения дронов при обследовании самолетов можно назвать компанию AIRBUS. Использование такой техники уже несколько лет практикуется в ангарах этой компании. В этой компании разработан и создан специальный дрон AID, технология применения которого проходит необходимые сертификации, предусмотренные системой международных соглашений в сфере авиации. После завершения комплекса сертификации дроны этого типа будут использоваться не только в ангарах предприятия-разработчика, но и во многих сервисных и ремонтных компаниях, работающих в сфере авиационной техники.

Для беспилотников для работы с крупными машинами характерна специфика конструкции и системы управления: параметры дронов учитывают особенности работы в ангаре; применены подбронные по параметрам видеокамеры; дроны оснащены дополнительными системами безопасности, позволяющими избежать повреждений БПЛА и

обследуемого самолета или вертолета, в частности датчики препятствий; используется специальное программное обеспечение, определяющее все процессы контроля – от маршрута осмотра до регламента фотосъемки.

Интересно, что работы по внедрению беспилотников в обслуживание самолетов – только часть глобального проекта «Ангар будущего». Цель этого проекта – достижение нового, принципиально более качественного и эффективного формата обеспечения безопасности полетов и обслуживания авиационной техники. К примеру, использование дронов в инспекции фюзеляжа и других видимых, но труднодоступных элементов воздушного судна позволяет завершить эти работы за считанные часы. Традиционный же визуальный осмотр занимает несколько дней.

Специалисты, занятые неразрушающим контролем в авиации, считают, что применение БПЛА очень выгодно хотя бы из-за возможности оперативно и точно изучить верхнюю часть фюзеляжа самолета. В обычных условиях выполнение этой работы требует специальной громоздкой платформы.

Таким образом, диагностические способности БПЛА огромны в связи с возможностью оперативной доставки многочисленных средств неразрушающего контроля в труднодоступные участки на огромных площадях. А средства контроля, оснащенные искусственным интеллектом (ИИ), обладают еще более широкими возможностями. Приведем ряд конкретных примеров реализации на практике диагностических БПЛА, обладающих теми или иными средствами неразрушающего контроля, к тому же оснащенными ИИ.

Ученые из Университета Южной Дании на базе дрона Tarot 650 создали робота, способного находиться в воздухе практически неограниченное время. Он предназначен для инспекции ЛЭП и от них же способен подзаряжаться благодаря специальному захвату. Телеграм-канал «Беспилот» объясняет принцип работы: как только беспилотник фиксирует низкий уровень заряда батарей, камеры и радар начинают искать ближайшую линию электропередач. Найдя ее, аппарат специальными направляющими захватывает провод, а затем надежно фиксирует контакт двумя эластомерными лентами. Как только сеанс зарядки завершится, захват отключается и дрон сможет продолжить работу.

МГТС (московская дочерняя фирма МТС) закупает БПЛА для запуска пилотного проекта по инспектированию состояния антенных опор и оборудования на них. Оператор связи МТС планирует следить за своими базовыми станциями мобильной связи с помощью беспилотника. Беспилотник должен работать на частотах 2,4 – 2,5 ГГц и поддерживать спутниковые системы позиционирования

GPS, «Глонасс», китайскую Weidou и европейскую «Галилео».

А «Вымпелком» передал поисковому отряду «Лизаалерт» три беспилотника для проведения спасательных операций по поиску пропавших людей.

Ультразвуковой контроль с использованием дронов поднимает безопасность НК на новый уровень. Стандартные методы проведения НК на высоте подразумевают использование лесов, подъемников или веревок для контроля поверхности конструкции; однако такие методы могут быть опасными, затратными по времени и дорогостоящими. Существует ли более безопасный способ? В условиях постоянного совершенствования технологий в области робототехники ответ на этот вопрос можно найти в новейших «летающих» решениях – ультразвуковых дронах. Дроны позволяют дефектоскопистам быстро и точно выполнять контроль при меньших операционных затратах и минимальных рисках безопасности.

Компания Skygauge Robotics, базирующаяся в Торонто (Канада), поставляет дроны специалистам НК, работающим в нефтегазовой отрасли, инфраструктуре, на шельфовых платформах, в сфере телекоммуникаций и т.д. Skygauge – это ультразвуковой толщиномер, установленный на дроне и предназначенный для проведения визуального осмотра и измерения толщины стенок. Рабочим больше не придется рисковать, работая на высоте с подъемников, специальных лесов и других приспособлений, – дрон Skygauge выполнит всю необходимую работу за них, взлетая к самым труднодоступным местам. В Skygauge установлен ультразвуковой толщиномер Olympus 38DL PLUS™. Он оснащен раздельно-совмещенным преобразователем и способен выполнять контактное измерение толщины металла без учета лакокрасочного покрытия. Датчик можно установить на дроне под разными углами наклона для контакта с поверхностями, расположенными выше или ниже целевой структуры. Система может распылять контактную жидкость. Преобразователи серии D790 используются для измерения экосигнала и могут применяться на поверхностях, нагретых до 500 °С, с нанесением высокотемпературной контактной жидкости. В дроне используется силоизмерительный зонд для расчета приложения точного усилия, необходимого для снятия показаний толщины и поддержания контакта с поверхностью в ходе сканирования. Конструкция дрона Skygauge обеспечивает точный полет, силовой контакт, сопротивление ветру и возможность контроля под наклоном. Дроны способны наклонять свои несущие винты, чтобы подлетать ближе к целевым структурам для выполнения контроля в более стабильном положении. По предварительным оценкам, в слу-

чае контроля на высоте и контроля труднодоступных мест на капиталоемких объектах, таких как морские суда, корабли и грузовые суда, нефте- и газоперерабатывающие заводы и ветряные турбины, беспилотное решение Skygauge сможет выполнять ультразвуковой контроль в 5 – 10 раз быстрее, чем сами рабочие на объекте.

Использование дронов в области НК открывает широкие возможности благодаря сочетанию высокой мобильности дронов и эффективности разных методов контроля. Операторы дронов могут регулярно проводить контроль на объектах нефтегазовой промышленности, своевременно выявляя дефекты и, соответственно, снижая количество отказов и незапланированных остановов.

Широкое распространение получают промышленные дроны серий S400 и DJI Mavic 3 Thermal. Дрон S400 компании GDU-Tech (Китай) – это профессиональный промышленный квадрокоптер с бинокулярным зрением и подвесными модулями под различные объекты и задачи. Квадрокоптер S400 используется в инженерных и геодезических изысканиях, при моделировании инфраструктурных объектов, помогает пожарным и спасателям, применяется при паспортизации автомобильных и железных дорог, планировании наземных геофизических, горных и буровых работ и т.д. Максимальное время полета 63 мин, высота взлета до 5000 м. Дрон может нести два подвеса одновременно и оснащаться искусственным интеллектом. Дальность передачи видеосигнала 15 км. Беспилотник может летать при сильном ветре до 15 м/с, у дрона ветроустойчивость 7-го уровня. Он оснащен датчиками обнаружения препятствий во всем направлении, которые обеспечивают качественную и стабильную работу даже в самых сложных ситуациях. Квадрокамера на борту дрона обладает внушительным запасом вычислительной мощности 21 TOPS, способна значительно повысить скорость и точность распознавания целей. Степень защиты IP54 позволяет работать в суровых климатических условиях – от –35 до +35 °С.

Другой радиоуправляемый квадрокоптер DJI Mavic 3T (Китай) снабжен тремя камерами на трехосевом стабилизаторе. Mavic 3T оснащен тепловизором с разрешением матрицы 640×512 пикс. Mavic 3T повышает эффективность ночных спецопераций и тепловизионных инспекций различных коммерческих объектов, незаменим для пожаротушения и поисково-спасательной деятельности. Яркость дисплея достигает 1000 кд/м², максимальная дальность полета 15 км, поддерживается трансляция видео в разрешении Full HD при 30 кадров в секунду.

Компания «ПЕРГАМ» (по требованию заказчика) выпустила три варианта БПЛА с дистанцион-

ном лазерным детектором метана, покрывающих весь спектр задач по обнаружению утечек метана с воздуха. Все решения компании «ПЕРГАМ» имеют возможность как автоматического (по GPS-координатам), так и ручного управления полетом. Детектор метана LMC оснащен логгером и GPS-трекером, поставляется с российским гексакоптером Supercam X6M2, записывает на съемную флеш-память все полеты и координаты найденных утечек. Комплекс предназначен для обследования всевозможных технологических площадок (ГРС, ПХГ, СПГ и ГПЗ) и танкеров. БПЛА, оснащенный этим чувствительным к метану прибором, определяет повышенную концентрацию газа на разных расстояниях от источников утечки. Чувствительность прибора позволяет настроить измерения утечек на расстояниях 30, 50 и 100 м. Все портативные детекторы метана, поставляемые фирмой «ПЕРГАМ», также можно установить практически на любые беспилотные аппараты. Основные сферы применения беспилотников Mavic 3 серии: обеспечение общественной безопасности, охрана правопорядка, ликвидация и предотвращение чрезвычайных ситуаций, поисково-спасательные операции, мониторинг объектов и территорий строительной, энергетической, нефтегазодобывающей, горноперерабатывающей и прочих промышленных отраслей, топографические и геодезические миссии и др.

Применение дронов в деле неразрушающего контроля обещает не только интенсификацию таких работ, но и повышение точности и достоверности результатов.

Выводы

БПЛА вертолетного типа могут быть использованы для решения охранных, наблюдательных и диагностических задач.

Они способны обеспечить доставку наблюдательного оборудования (а также системы передачи информации) в заданную точку и оставаться над этой точкой на определенной высоте, проводя наблюдения (рис. 9). При длительности автономного полета от 30 мин можно за один раз обследовать территорию примерно в 10 – 50 км², что означает



Рис. 9. Снимок местности с БПЛА «Серафим»

возможность их применения практически на любом объекте.

Полезной нагрузкой являются наблюдательная техника (например, тепловизор и видеокамера) и система передачи информации (например, радиопередатчик). Масса такого комплекта составляет от 3 до 12 кг. По данному критерию наиболее подойдут БПЛА моделей SkyPatrol-5, «Ворон-700», ДПВ-12-Б (см. табл. 1), КОАХ X-240 и Vezdelyot air-250, см. табл. 2). Недостатком данных аппаратов является высокий уровень шума, что делает невозможным их применение для скрытого наблюдения.

В случае, когда полезной нагрузкой выступает малогабаритный наблюдательный прибор или тепловизионный модуль и требуется скрытое наблюдение, наилучшим вариантом будет использование легких БПЛА многороторного типа (например, ZALA 421-21 «Серафим», «Колибри», Draganflyer X8, MD4-1000, см. табл. 3). Данные аппараты отличаются бесшумностью (их не слышно уже на расстоянии порядка 20 м), однако они подвержены влиянию плохих погодных условий.

Данный обзор составлен на основе информации, размещенной на сайтах производителей и продавцов БПЛА, а также материалов международных выставок по системам дистанционного наблюдения, в том числе 5-го Международного форума и выставки «Беспилотные многоцелевые комплексы».

ЛЮБОВЬ ВЛАДИМИРОВНА ВОРОНКОВА. ВОСПОМИНАНИЯ КОЛЛЕГ И ДРУЗЕЙ



Вспоминается хрупкая девушка, приехавшая поступать в аспирантуру из Ростова-на-Дону в ЦНИИТМАШ к д-ру техн. наук И.Н. Ермолову. Звали ее Люба. Она успешно поступила, закончила аспирантуру и защитила кандидатскую диссертацию. В ЦНИИТМАШе познакомилась с сотрудником отдела неразрушающих методов исследования металлов (ОНМИМ) Вадимом Воронковым. Познакомились, поженились, вырастили двоих детей, сына и дочь. Бытует поговорка: «Не родись красивой, а родись счастливой», а вот Люба – девушка и красивая, и счастливая.

Любовь Владимировна была очень разносторонним человеком: музыкально образована, писала стихи, профессионально занималась спортом (беговые и горные лыжи, легкая атлетика), была членом клуба любителей бега, всегда была в гуще

культурных событий, одним словом, человек эпохи Возрождения.

Неординарность ее личности изумляла не только нас, но и многих сотрудников ОНМИМ. Представьте себе такую картину. Юбилейный день рождения Вадима. Праздничный стол накрыт. Кто-то разговаривает с соседом, кто-то пьет и закусывает. Вдруг распахивается дверь – входит Люба Воронкова в восточном одеянии. Под музыку, восторженные взгляды присутствующих Люба исполнила танец живота. Бурные аплодисменты. Замечательный подарок мужу! Какая жена отважится на овладение мастерством под названием «Танец живота»).

Или вот такое. После долгого разучивания поэмы «Мцыри» Лермонтова она с воодушевлением декламировала стихи на радость слушателям. Всегда спокойная, невозмутимая, доброжелательная Любовь Владимировна вызывала уважение и желание быть похожим и учиться ... учиться у нее. Способность избегать конфликтов, споров, умение ладить с окружающими – все это тоже о ней, о Любви Владимировне.

Ее трудоспособность поражала. Любовь Владимировна, казалось, успевала везде – работа, семья, а еще командировки и чтение лекций по неразрушающему контролю. Удивительно, но факт: Л.В. Воронкова успешно освоила визуальный и измерительный контроль, капиллярный, но главный интерес ее жизни – ультразвуковой контроль (УЗК). Именно она предложила, исследовала и внедрила УЗК чугуна. Ее даже прозвали «Люба Чугункова», но она нисколько не обижалась! Полная всегда новых планов, выполняла основную работу, бывала в командировках (довольно часто), читала лекции. Казалось бы, где взять время, ... но она успешно подготовила еще и докторскую диссертацию.

Люба – дама начитанная, с ней было интересно вести беседы на любые темы – она всегда имела свою точку зрения и отстаивала ее. А иногда молчала – не соглашалась, но на конфликт не шла. Тут проявлялась неоднозначность и гибкость ее характера. Люба не демонстрировала обид, сдерживала себя в оценке сотрудников. Никого не осуждала, проявляя не равнодушие, а спокойствие и показывая нежелание заниматься сплетнями.

В последние годы жизни ее настигла беда. Л.В. Воронкова заболела. Мелкие болезни в чело-

веке группируются, объединяются и широким фронтом наступают на организм.

Также и в металле накопленные нарушения кристаллической решетки, дислокации со временем растут, и под действием механических напряжений, высокой температуры металл из упругого состояния переходит в пластическое, хрупкое состояние ... механизмы усталости металла разные, но итог один – разрушение. «Усталость металла ...» – в этом есть некое сходство с организмом человека. Вывод: не позволяйте себе уставать. Помните, что от усталости даже металл разрушается!

Онкологическое заболевание обнаружили у нее случайно. Занудно-долгое лечение в больнице, процедуры и лекарства, но беда не приходит одна. В разгул пандемии трудно уберечься. Любовь Владимировна заразилась коронавирусной инфекцией, но она выдержала и этот удар судьбы, проявив неженскую стойкость, завидную выдержку и мужскую силу.

Как-то раз буквально столкнулся с ней у входа в здание ЦНИИТМАШ. Бледный ее вид подсказал мне справиться о ее здоровье. Люба спокойна, здоровый блеск в глазах, оптимизм во всем ее облике. «Все хорошо», – и никаких комментариев к ответу. Любовь Владимировна не позволяла себе слабость откровенности.

За три месяца до кончины Любовь Владимировна передала материалы по капиллярному контролю. А ведь могла и не передавать – до «капиллярки» ли в ее-то состоянии. Так увидела свет книга «Капиллярный контроль объектов атомной энергетики». Значительная часть текста написана кандидатом технических наук Любовью Владимировной Воронковой. Полностью подготовленную докторскую диссертацию она так и не успела защитить ...

Вот такой была Любовь Владимировна Воронкова, по всем признакам и результатам наших наблюдений – успешный ученый, обаятельная женщина и просто хороший человек.

Потеря Любви Владимировны – это потеря близкого по духу человека, без нее наша жизнь теряет одну из своих красок.

Валентин Михайлович УШАКОВ,
д-р техн. наук, научный руководитель
ИНМИМ АО «НПО «ЦНИИТМАШ»

Лариса Васильевна БАСАЦКАЯ,
канд. техн. наук, директор НОАЛ
и ТУО АО «НПО «ЦНИИТМАШ»

Любовь Владимировна Воронкова – крупный и авторитетный ученый, специалист в области ультразвукового контроля чугунных отливок. Мое научное сотрудничество с ней в этой области нача-

лось в 2018 г., когда Любовь Владимировна попросила меня помочь в теоретическом обосновании выбора моделей чугуна, позволявших проводить оценку в нем параметров продольных упругих волн для расчета спектров и импульсов в такой среде.

Оказалось, что она не только собрала большой объем экспериментальных данных, но и провела их анализ, результаты которых были опубликованы в брошюре «Контроль чугунных отливок ультразвуком» в 2006 г. Поэтому выбор моделей чугуна (с пластинчатым и шаровидным графитом), достаточно адекватно описывающих его акустические характеристики, больших затруднений не вызвал. Проведенные ею расчеты характеристик сигналов с использованием специальной компьютерной программы были подтверждены результатами проведенных ею же экспериментов на образцах чугуна различной структуры.

Следует отметить, что экспериментальные исследования Любовь Владимировна проводила очень тщательно, неоднократно перепроверяя их результаты, что гарантировало обоснованность выводов, сделанных на их основе, и при сравнении с расчетными значениями.

Вспоминается, что она первая обнаружила и обратила мое внимание на то, что при измерении на образцах чугуна с использованием стандартных прямых преобразователей в некоторых случаях амплитуда донного сигнала для чугуна с умеренным затуханием и достаточно низкой скоростью продольной волны превышает амплитуду такого сигнала в стальном образце при одинаковом расстоянии до отражающей поверхности. Расчеты подтвердили такую возможность и показали для каких моделей чугуна подобная особенность может проявляться.

Проведенные Любовью Владимировной оценки отношения уровней регистрируемого сигнала и структурного шума для различных отражателей и акустических характеристик чугуна вполне удовлетворительно совпали с ее экспериментальными оценками. На основе полученных результатов она самостоятельно и впервые разработала таблицы оптимального выбора параметров преобразователей для практики дефектоскопии чугунных отливок.

Полученный в ходе исследований большой объем научных результатов был оформлен Любовью Владимировной в виде диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук «Развитие методов и разработка средств и способов ультразвукового контроля структуры и дефектоскопии гетерогенных железо-углеродных сред в машиностроении», которую она планировала защитить в 2023 г., но, к большому сожалению, не успела этого сделать.

Памятью о Любви Владимировне Воронковой стала книга «Ультразвуковой контроль отливок из чугуна» (авторы Л.В. Воронкова, В.Н. Данилов),

опубликованная в 2023 г. в издательском доме «Спектр». Работа над ней на основе материалов диссертации была почти закончена Любовью Владимировной еще при жизни.

Вадим Николаевич ДАНИЛОВ,
д-р техн. наук, гл. научный сотрудник
АО «НПО «ЦНИИТМАШ»

Любовь Владимировна была ученицей Игоря Николаевича Ермолова, долгие годы работала под его руководством, специализировалась по контролю изделий из чугуна. Незадолго до своей смерти И.Н. Ермолов познакомил меня с Любовью Владимировной и попросил помочь ей разобраться со структурным шумом – наиболее часто встречающейся помехой при ультразвуковом контроле чугунных изделий. Как оказалось, наши наработки существенно улучшили результаты ультразвукового (УЗ) контроля чугуна и, вполне естественно, мы стали сотрудничать. Совместно с моими молодыми сотрудниками и с помощью нашей аппаратуры она контролировала трубы, изложницы и иные многочисленные изделия (на фотографии Л.В. Воронкова занимается УЗ-контролем чугунной изложницы).



Вскоре появились хорошие результаты, и мы опубликовали несколько совместных статей, а в 2016 г. выпустили монографию по структурному шуму в ультразвуковой дефектоскопии. Естественно, стали готовить докторскую диссертацию, однако работа шла медленно, так как финансирования этих исследований не было, а Любовь Владимировна была загружена текущей работой. А работа была трудной – она, женщина, одна ездила по объектам (в том числе на АЭС на Чукотке) и занималась мужским делом – проводила регламентные работы... А затем появились проблемы со здоровьем.

Так что защита докторской диссертации, увы, не состоялась.

Мне было приятно сотрудничать с Любовью Владимировной в том числе и потому, что она всегда была подвижником, всегда была настроена на работу. Она была оптимисткой, несмотря на тяжелое время 90-х годов и на необходимость после смерти мужа одной заботиться о детях.

Светлая ей память.

Владимир Климентьевич КАЧАНОВ,
д-р техн. наук, проф. НИУ «МЭИ»

После окончания в 1968 г. Московского горного института я поступил на работу в НПО «ЦНИИТМАШ» в лабораторию ЛУЗМИМ, руководимую моим учителем Игорем Николаевичем Ермоловым. И вплоть до 1990 г. я имел возможность контактировать с Любовью Воронковой. Она в 1979 г. поступила в аспирантуру НПО «ЦНИИТМАШ». Причем ее не отпускали с Волгодонского АТОМКОТЛОМАШа, где она работала, для сдачи экзаменов в аспирантуру. Тогда она сказала больная и уехала в Москву на экзамены, а вернулась уже аспиранткой. Ермолов определил ей тему, связанную с неразрушающим контролем чугунов, и эта тема стала в научном плане темой всей ее жизни. В 1987 г. она успешно защитила кандидатскую диссертацию.

В 1970 г. Люба вышла замуж за моего сотрудника Вадима Воронкова. Это был счастливый и плодотворный брак, они взаимно поддерживали и помогали друг другу. Я вспоминаю один случай, когда Вадим «сошел с рельсов» и собрался бросить науку, окунуться в какую-то религию, и Любе и мне стоило немалых усилий вернуть его в науку, после чего он успешно защитил кандидатскую диссертацию и после ухода Игоря Николаевича в нашу компанию «ЭХО+» возглавил лабораторию.

Люба была любимой ученицей Игоря Николаевича. Ему, да и всем нам нравился ее открытый характер, коммуникабельность, она постоянно фонтанировала идеями, совершала неординарные поступки. Я вспоминаю как на 50-летний юбилей Игоря Николаевича Ермолова в 1987 г. она сама испекла 50 роз, раскрасила и подарила ему. Этим она всех поразила. Еще один поступок Любин. На юбилей своего мужа Вадима она целый год репетировала втайне от него танец живота и исполнила на банкете. Конечно, видя ее фигуру, это была скорее пародия на танец живота, но это был поступок, тем самым она открыто показала свое отношение к мужу.

Я уже упоминал о ее научной деятельности по контролю чугунов. В этом направлении она сделала довольно много, и результатом этих много-

летних усилий стала подготовленная ею докторская диссертация, которую она подготовила к защите, но так и не успела защитить. Скончалась. Вообще какой-то злой рок висел над ее семьей. Сначала ушел из жизни Вадим, затем ее второй муж и вот она.

Вот такой Люба Воронкова мне запомнилась. Вечная ей память.

**Алексей Харитонович ВОПИЛКИН,
д-р техн. наук, проф., генеральный директор
НПЦ «ЭХО+»**

Любовь Владимировну все знали как одного из старейших сотрудников Института неразрушающих методов исследований металлов АО «НПО «ЦНИИТМАШ».

Она пришла к нам работать в конце 1970-х гг. в лабораторию ультразвуковых (УЗ) методов И.Н. Ермолова, и с тех пор мы работали рядом и виделись весьма часто. Люба оказалась очень целеустремленным человеком, обаятельной девушкой и вдумчивым специалистом. Она приехала из Ростова-на-Дону, поступила в аспирантуру, вышла замуж за Воронкова Вадима, создала семью, родила двоих детей.

Под руководством И.Н. Ермолова Любовь Владимировна занялась исследованиями УЗ-контроля (УЗК) чугунов, выполнила пионерские исследования и защитила кандидатскую диссертацию. В трудные 1990-е гг. продолжила научные и технологические исследования и проявила склонность к педагогической деятельности. Она освоила основные методы неразрушающего контроля: УЗК, РГК, ВИК, КК, МПД, течеискание, имела по всем методам третий уровень квалификации, что позволило ей уверенно чувствовать себя в системе сертификации специалистов НК в России и Европе.

В 2000-е гг. Любовь Владимировна много сил вкладывает в специальные исследования новых методов УЗК металлов и чугунов, сотрудничает с д-ром техн. наук В.Н. Даниловым, пишет и печатает книги по УЗК и другим методам, начинает готовить докторскую диссертацию. В 2015–2018 гг. по моей рекомендации Любове Владимировне поручают подготовить новый ГОСТ Р 50.05.06–2018 «Оценка соответствия в форме контроля. Унифицированные методики. Магнитопорошковый контроль». Она успешно выполняет разработку, и ГОСТ Р с 2018 г. принят и работает в «Росатоме».

Любовь Владимировна активно участвовала в распространении научных и технологических достижений ЦНИИТМАШ на всесоюзных, российских и международных конференциях: в Риме – в 2000 г., Берлине – в 2006 г., Москве – в 2010 г., Праге – в 2014 г., Созополе – в 2016 г. В 2007 г. она совместно с

мужем В.А. Воронковым и сотрудниками ОНМИМ подготовили и провели празднование 80-летия нашего учителя профессора, д-ра техн. наук И.Н. Ермолова, а через год – конференцию его памяти.

В 2005 г. ее мужа Вадима Александровича Воронкова назначают заведующим ОНМИМ, и этот тяжелый груз ложится на них обоих. Тяжелая болезнь поражает Вадима. Люба мужественно перенесла смерть мужа. Все перевернулось в их семье, сын уходит из науки, Любу поражает болезнь. Помощь ЦНИИТМАШ, друзей, коллег не помогает. Однако она продолжает научную и педагогическую деятельность, подготовила докторскую диссертацию, но не успела защитить. Силы ее иссякли. Мы все это видели, но сделать ничего не могли. Вечная ей память.

**Николай Павлович РАЗЫГРАЕВ,
канд. техн. наук, АО «НПО «ЦНИИТМАШ»**

С Любовью Владимировной Воронковой я познакомился в начале 1987 г. перед защитой кандидатской диссертации. Игорь Николаевич Ермолов подвел меня к симпатичной девушке и сказал, что это Люба, и вы с ней защищаетесь в один день – 11 июня. Так мы познакомились. В дальнейшем мы много общались и с ней, и с ее супругом Вадимом Александровичем Воронковым. Трудно много говорить, скажу только, что Любовь Владимировна была замечательным человеком, отзывчивым, всегда готовым прийти на помощь. Всегда поражала ее богатейшая эрудиция. Любовь Владимировна была талантливым ученым, она много сделала для развития российского неразрушающего контроля. Очень жаль, что такой хороший человек ушел так рано!

**Владимир Александрович ЧУПРИН,
д-р техн. наук, зам. генерального директора
по научной работе ООО «НПК «ЛУЧ»**

С Любовью Владимировной Воронковой я был знаком с 2010 года. Это было первое в России обучение по технологии ультразвукового контроля с применением фазированных решеток для ведущих специалистов АЭС, которое мы проводили совместно с ЦНИИТМАШ. Любовь Владимировна очень помогла нам в организации и проведении данного обучения. Могу сказать, что это был профессионал своего дела, добрый и отзывчивый человек. Любовь Владимировна всегда делилась хорошим настроением, улыбкой и позитивным настроением.

**Владимир Вячеславович ПАНКОВ,
директор по развитию бизнеса ООО «ИТС»**

Я познакомился с Любовью Владимировной на одной из выставок по неразрушающему контролю (НК). Она с большим любопытством посмотрела представленную нашим издательством литературу по НК, взяла журналы и спросила про условия публикации статьи. Через несколько месяцев в редакцию журнала «Контроль. Диагностика» поступила статья за авторством Любови Владимировны «EN 12680-3:2003 – ПЕРВЫЙ В МИРЕ СТАНДАРТ ПО УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДЕФЕКТОСКОПИИ ЧУГУНА С ШАРОВИДНЫМ ГРАФИТОМ». Это был 2006 г. Так началось наше сотрудничество. В журнале «Контроль. Диагностика» было опубликовано несколько статей по ультразвуковому контролю чугуна и о применении преобразователей с фазированными решетками.

Совершенно случайно мне попала небольшая брошюра, 40 страниц, Воронкова Л. В. «Ультразвуковой контроль чугунных отливок». Я предложил Любови Владимировне дополнить брошюру, так как вышло уже много ее публикаций по этой теме, и переиздать в нашем издательстве. До сих пор помню ее ответ: «При ультразвуковом контроле чугуна все очень сложно, каждая марка чугуна, тип отливки и дефекта требуют разработки специальной методики. Это большая работа, которая требует дополнительных исследований».

В 2013 г. мы издали первую книгу, где Любовь Владимировна была одним из авторов: Воронков И.В., Воронкова Л.В., Данилов В.Н. «ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ С ФАЗИРОВАННЫМИ РЕШЕТКАМИ». Издание посвящено описанию принципов работы, свойствам и применению преобразователей с фазированными решетками. На тот момент времени это была одна из первых книг по данной тематике на русском языке. Потом мы издали еще три книги авторства Любови Владимировны: Данилов В. Н., Воронкова Л. В. «Основы теории и некоторые аспекты применения преобразователей с фазированными решетками»; Данилов В.Н., Воронкова Л.В. «Просто о преобразователях с фазированными решетками в ультразвуковом контроле»; Воронкова Л.В., Данилов В.Н. «Ультразвуковой контроль отливок из чугуна». Последнюю книгу мы издали уже после смерти Любови Владимировны.

Монография «Ультразвуковой контроль отливок из чугуна» была отмечена серебряной медалью 29-й Международной промышленной выставки «Металл-Экспо'2023».

Как издатель хочу отметить, что работа над книгой или статьей идет легко и приятно, вопросы снимаются быстро или их нет, когда авторы профессионалы в своем деле. Книги получаются быстро и хорошего качества. Любовь Владимировна

была одним из таких авторов. Очень комфортно было с ней работать, профессионал высочайшего уровня. Большую помощь она оказывала нам как рецензент научных статей. В какой-то период времени у меня сложилось впечатление, что Любовь Владимировна постоянно в командировках. Такой напряженный график не каждый мужчина выдержит, но Любовь Владимировна всегда отвечала: «Вернусь домой и обязательно посмотрю статью».

Всегда очень тяжело и обидно, когда уходят хорошие люди, вдвойне, втройне обидно, когда уходят профессионалы своего дела. Любовь Владимировна Воронкова внесла весомый вклад в развитие неразрушающего контроля и подготовку специалистов.

Петр Евгеньевич КЛЕЙЗЕР,
главный редактор
ООО «Издательский дом «Спектр»



По ссылке **видеоинтервью** с Любовью Владимировной Воронковой.

Его провели:

Андрей Викторович ВАСИЛЬЕВ,
Анатолий Геннадьевич БАРАНОВ,
Дефектоскопист.ру

<https://www.youtube.com/watch?v=S0bJVCN0Xfk>

...Когда я разговаривал с Любовью Владимировной Воронковой, меня не покидало ощущение, что мы давно знакомы. И я долго не мог понять, почему так. Уже когда сел в самолет, до меня дошло. Просто Любовь Владимировна – живое олицетворение тех светлых, сильных, волевых, веселых и энергичных советских киногероев, которых мы видели в замечательных фильмах 1950 – 1960-х гг. Помните? «Иван Бровкин на целине», «Кавказская пленница», «Девчата», «Добровольцы»... Это может прозвучать странно, но что-то такое в этом человеке чувствовалось: энтузиазм, смелость, решительность и, главное, бодрость духа и вера в собственные силы. Поколение, которое не ныло в социальных сетях, не боялось трудностей, а настойчиво и дерзко делало невозможное. Именно такие люди, как Любовь Владимировна, когда-то отстроили эту страну, заложив то самое величие, на обломках которого мы ютимся сегодня...

Анатолий Геннадьевич БАРАНОВ,
сооснователь форума «Дефектоскопист.ру»

Любовь Владимировну я впервые встретил в 2005 году, когда был еще студентом и по вечерам работал техником в ФГАУ «НУЦ «Сварка и конт-

роль при МГТУ им. Н.Э. Баумана». Академик Н.П. Алёшин пригласил ее руководить экзаменационным центром в подразделении «СертиНК», которое в то время переживало непростые времена в связи с почти полным обновлением коллектива, костяк которого отправился создавать НУЦ «Качество». Вдобавок к этому надвигался аудит со стороны немецкого общества по аккредитации. Любовь Владимировна никогда не отчаивалась! Этот раз не был исключением. В мгновение ока она воодушевила оставшихся сотрудников, успокоила тех, кто говорил, что все пропало, и навела порядок в хаотично разбросанных экзаменационных образцах, оборудовании, делах кандидатов. Казалось, что это ей ничего не стоило. Все было естественно, и можно было подумать, что у нее есть волшебная палочка! Аудит, конечно, был пройден.

Чуть позже я узнал ее как прекрасного ученого. Она могла часами рассказывать про чугун, про сложности его контроля ультразвуковым методом, про способы идентификации полезного сигнала на фоне шумов. Делала она это так, что ее мог понять даже ребенок. Она любила повторять: «Кто ясно мыслит, тот ясно излагает». Она умела собирать сложные мысли из простых посылов. Только с возрастом ко мне стало приходить понимание, каких умственных усилий стоит подобный синтез. Безусловно, это умение она обрела благодаря своему упорству и учителям (И.Н. Ермолову, В.Г. Щербинскому, Ю.В. Ланге), которым была верна и которых очень чтила.

Активность Любви Владимировны по отношению к коллегам никогда не ограничивалась профессиональной стороной. Она стремилась расшевелить каждого, руководствуясь принципом, что «в человеке должно быть все прекрасно: и лицо, и одежда, и душа, и мысли». Каждый день она демонстрировала нам пример такого человека! А для того чтобы подтянуть остальных, она организовывала походы в театры и музеи. А до тех, кто отказывался посещать такие мероприятия, она добиралась в более привычных для них местах. На одной научной конференции, которая проводилась в Ялте, Любовь Владимировна собрала коллег и повела их на побережье, чтобы там прочитать наизусть поэму М.Ю. Лермонтова «Мцыри». От начала и до конца! С ней никогда не было скучно. Любая совместная поездка превращалась в увлекательную экскурсию. Казалось, она знает все и обо всем.

Любовь Владимировну невозможно представить без ее мужа – Вадима Александровича. Их отношения поистине можно считать эталонными. В 2006 году мы вместе поехали на европейскую конференцию по неразрушающему контролю. С



Вадим Александрович и Любовь Владимировна Воронковы

этого момента мы периодически встречались. Казалось, что это не два человека, а один. Так они были близки по духу и дополняли друг друга. Это было удивительное слияние чувственного и рационального. К сожалению, Вадим Александрович рано ушел из жизни. Но Любовь Владимировна не замкнулась, она продолжала дарить свое тепло всем, кто ее окружал. Она безмерно любила свою семью (папу, сына Илью и дочь Инну), свою работу, коллег и все то, чем занималась. До своих последних дней она передавала свои знания специалистам неразрушающего контроля, готовилась защищать уже написанную докторскую диссертацию, придумывала задания для финалистов конкурса «Дефектоскопист». Сложно посчитать, сколько искр в глазах молодых специалистов смогла зажечь Любовь Владимировна, заставив их поверить в себя.

Каждый свой день она стремилась сделать мир лучше. Память о Любви Владимировне – это луч света, благодаря которому многие знавшие ее люди видят для себя ту же цель!

*Денис Игоревич ГАЛКИН,
канд. техн. наук, генеральный директор
АО «НИИИИ МНПО «Спектр»*



Лекция
«Определение параметров
ультразвукового контроля
чугунных отливок
и сварных соединений
чугунных труб»

[https://rutube.ru/video/
19aa18b4c78301fc566c9061e75c750c/?r=a](https://rutube.ru/video/19aa18b4c78301fc566c9061e75c750c/?r=a)

ДЕФЕКТОСКОПИЧЕСКИЕ ИСТОРИИ *от ООО «Неразрушающий контроль»*

Сейчас мы являемся достаточно востребованной компанией в сфере неразрушающего контроля. Ни для кого не секрет, чтобы подняться, нужно преодолеть много препятствий, набить шишки и получить опыт.

В нашей работе были и есть увлекательные истории, которые помогли и помогают по сей день нам становиться все лучше.

Барабашка

Все начиналось как обычно. К нам поступила заявка на контроль. Дефектоскописты собрали необходимое оборудование для работы и выехали на объект.

По приезду провели профессиональную подготовку к работе. Начали проводить рентгеновский контроль деталей на наличие дефектов. И вдруг услышали странный звук, как будто что-то упало. На улице ночь, в огромном цеху нас всего двое, а также рентгенаппарат и детали. Сначала мы подумали, что, может, непрочны закрепили детали для просвета. Перепроверили, но все находилось на своих местах. Через какое-то время мы услышали шаги, такие громкие и быстрые, как будто человек бежит. Но в цеху по-прежнему были только мы. Сказать, что в тот момент мы испугались, — не сказать ничего.

Через какое-то время шаги пропали, ничего не падает, мы уже смирились с мыслью, что здесь есть кто-то, кроме нас — так называемый местный барабашка, который любит подшутить над дефектоскопистами во время ночных смен.

Поставили панель, отошли на безопасное расстояние, начали светить крайнюю деталь и вдруг слышим громкий хлопок, похожий на звук падающей панели. Быстро побежали проверять, что же там такое происходит. К счастью, оборудование было на своем месте. Но возвращаясь обратно, мы увидели маленький белый отблеск. В тот момент мы окончательно осознали, что за всей нашей работой наблюдали.

На друга надейся, а сам не плошай

Как-то раз, собираясь на выездной контроль, два наших дефектоскописта решили собираться параллельно, но забыли сделать самое главное — проверить друг друга. Не зря же в народе говорят: на друга надейся, а сам не плошай.

Поговорка полностью подтвердилась и в этот раз. Дефектоскописты собирались, собирались, но так и не дособрались. Приехали на объект, а это

200 км в одну сторону, начали раскладывать все оборудование для рентгеновского контроля. На тот момент мы еще использовали GE Inspection Technologies, где не было цифровой наборки. Поэтому необходимо всегда было ее брать с собой. Но, по закону жанра, именно ее наши сотрудники и забыли.

У многих дефектоскопистов есть правило: что упало на пол, то уже не поднимают. Именно это помогло нашим сотрудникам не возвращаться в офис за наборкой. Они смогли отыскать на полу все нужные буквы и цифры, когда-то упавшие и так пригодившиеся нашим коллегам.

Друг дефектоскописта

За все время работы у нас были случаи, когда вроде бы неодушевленный предмет становился верным другом. Именно такую историю мы и хотим вам рассказать.

Классика жанра — уральская зима, холод, замерзает все вокруг. И как раз в один из таких дней поступила заявка на неразрушающий контроль сварных соединений. Наш специалист приехал на объект и увидел, что, кроме освещения, в помещении нет больше никаких условий. Соответственно, при пониженных температурах замерзал не только дефектоскопист, но и рентгеновский аппарат. Раз в полчаса сотрудник садился в машину со своим верным другом — рентгенаппаратом для того, чтобы согреться.

Бобры

Одну из поучительных историй рассказал нам наш партнер. У них был объект в Башкирии, который работал по графику 5/2. Строили мост через реку, но ничего не получалось. В реке жили бобры. И они мешали постройке очень эффективно. За два выходных дня они успевали построить свою плотину. Поэтому у людей-строителей каждый понедельник начинался одинаково: они с помощью спецтехники рушили постройку бобров, чтобы продолжить свою работу.

Мораль сей басни такова: бобры работают намного эффективнее и быстрее :)

