

ТЕРРИТОРИЯ NDT

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ

4, 2022

Октябрь – декабрь (44)



ВСЕРОССИЙСКИЙ КОНКУРС ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ

ДЕФЕКТОСКОПИСТ



30 +
РЕГИОНОВ



390 +
УЧАСТНИКОВ



230 +
ОРГАНИЗАЦИЙ



ОРГАНИЗАТОР



ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ОРГАН СМК ОПО

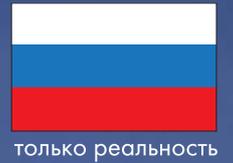
официальный
спонсор конкурса

КОНСТАНТА  УЗК
ультразвуковые преобразователи
для толщиномеров и дефектоскопов

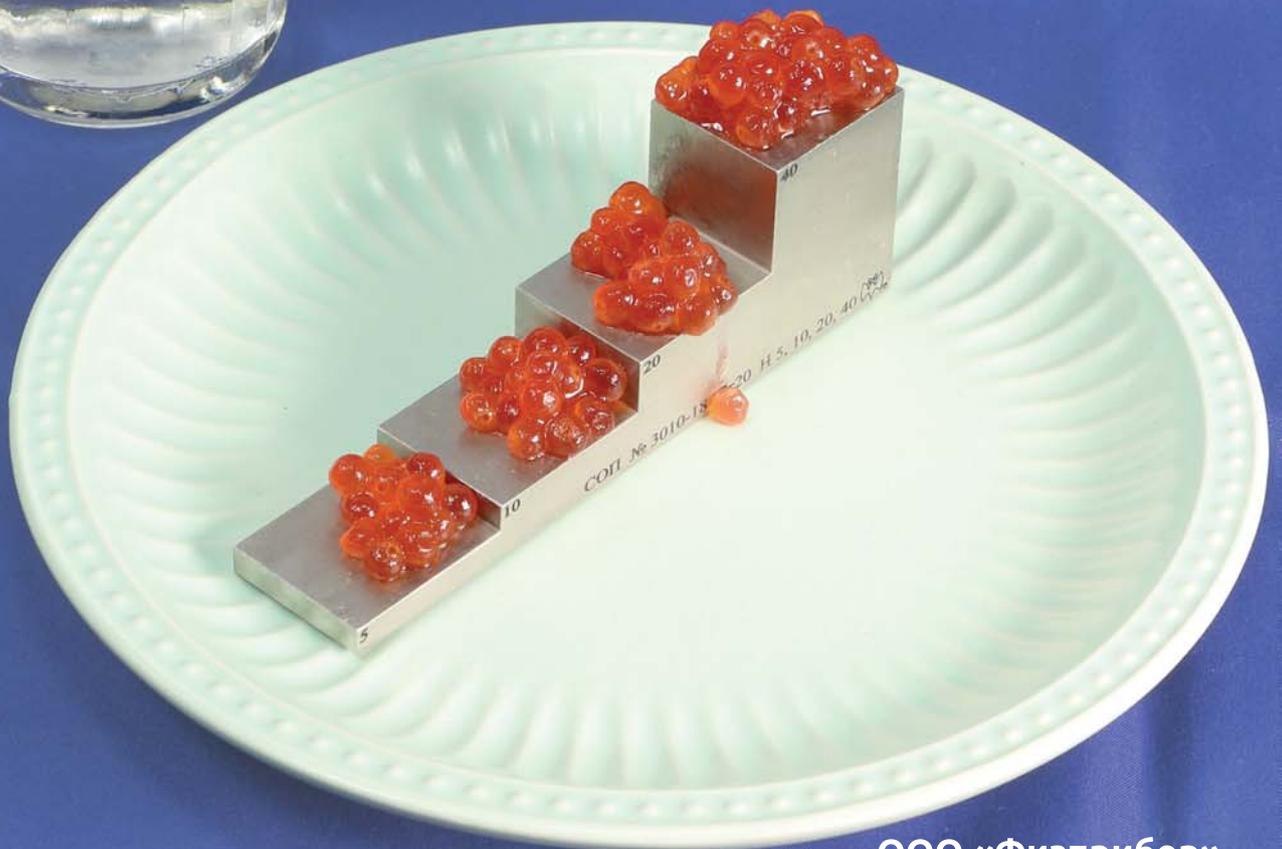
Актуальная информация, условия участия
и перечень документов
cmp.naks.ru | ronktd.ru | naks.ru



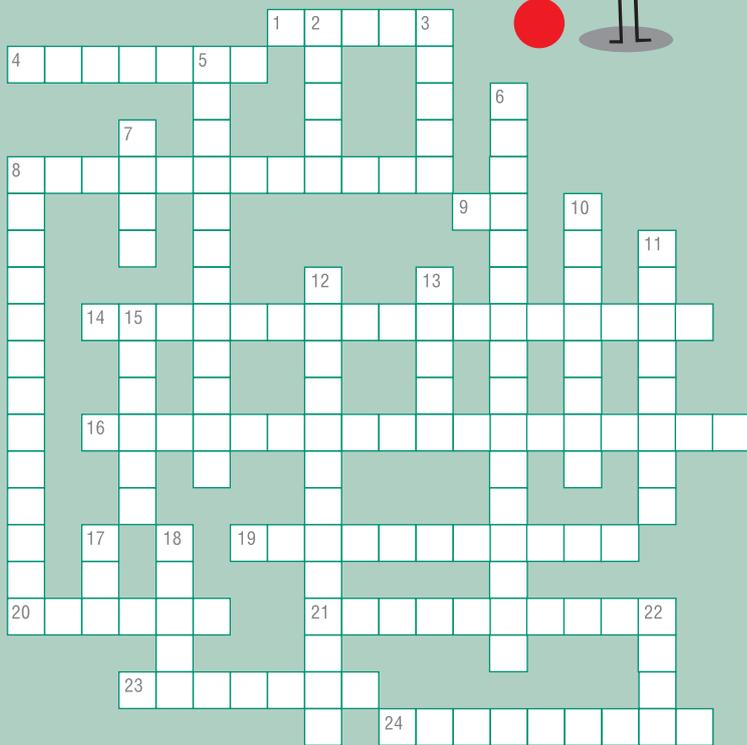
СОВМЕСТНЫЙ ПРОЕКТ ОДИННАДЦАТИ НАЦИОНАЛЬНЫХ ОБЩЕСТВ ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ



Что есть СОП?



Неразрушающий КОНТРОЛЬ



Отработка методики вихретокового контроля шлифовочных прижогов на узлах авиационной техники специалистами ООО «ПАНАТЕСТ»

По горизонтали

1. Узел электронного блока, служащий для визуального представления информативных сигналов. 4. Устранение шумов («травы») путем исключения всех сигналов с амплитудами менее установленного порогового уровня. 8. Узел электронного блока, служащий для выработки сигнала при выходе уровня информативного сигнала за установленные пределы. 9. Дефект поверхности, представляющий собой продольный выступ с одной или двух диаметрально противоположных сторон прутка, образовавшийся вследствие неправильной подачи металла в калибр, переполнения калибра или неправильной настройки валков. 14. Электронное устройство, служащее для анализа спектра исследуемого сигнала. 16. Показатель, определяющий площадь проконтролированной поверхности или количество объектов контроля, проверяемых в единицу времени. 19. Параметр оценки неоднородности изображения на радиографической пленке. 20. Конструктивный элемент, служащий для электрического соединения кабеля с электронным блоком, преобразователем или электронных блоков между собой. 21. Поддерживаемый при контроле угол между заданной прямой на поверхности сканирования и проекцией акустической оси преобразователя на эту поверхность. 23. Жесткий или гибкий светонепроницаемый контейнер для размещения радиографической пленки или бумаги при экспозиции с усиливающим экраном или без него. 24. Узел электронного блока, формирующий сигналы горизонтальной или вертикальной развертки для получения на дисплее изображения электрических сигналов.

По вертикали

2. Описание в установленной форме объекта контроля, технологии контроля, указание на нормативные документы по контролю, дефектации объекта и оформлению заключения на контроль. 3. Единица измерения отношения одноименных физических величин, выраженная через натуральный логарифм их отношения. 5. Соответствие определенным требованиям, таким как образование, профессиональные знания, навыки и опыт, которые дают возможность специалисту профессионально выполнять неразрушающий контроль. 6. Способность обнаруживать на определенном расстоянии от точки ввода несплошности с заданными характеристиками в конкретных условиях контроля. 7. Положительный электрод рентгеновской трубки. 8. Узел электронного блока, задающий частоту следования импульсов возбуждения и согласующий по времени работу всех других электронных узлов. 10. Дефект поверхности, представляющий собой углубление неправильной формы и произвольного направления, образующееся в результате механических повреждений, в том числе при складировании и транспортировке металла. 11. Расстояние, пройденное в единицу времени звуковой волной при ее распространении через упругую среду. 12. Показатель неразрушающего контроля, связанный с вероятностями принятия безошибочных решений о наличии или отсутствии дефектов. 13. Дефект поверхности, представляющий собой прикатанный продольный выступ, образовавшийся в результате закатывания уса, подреза, грубых следов зачистки и грубых рисок. 15. Дефект в виде углубления по линии сплавления сварного шва с основным металлом. 17. Плоский угловой отражатель, высота которого находится целиком в зоне акустического пучка, а длина выходит за его края. 18. Дефект поверхности в виде отслоения языкообразной формы, частично соединенного с основным металлом, образовавшегося от раската окисленных брызг, заплесков и грубых неровностей поверхности слитка, обусловленных дефектами внутренней поверхности изложницы. 22. Часть магнитной цепи намагничивающего устройства, магнитопровод без обмоток, соединяющий магнитные полюсы, изготавливаемая из материала с высокой магнитной проводимостью.

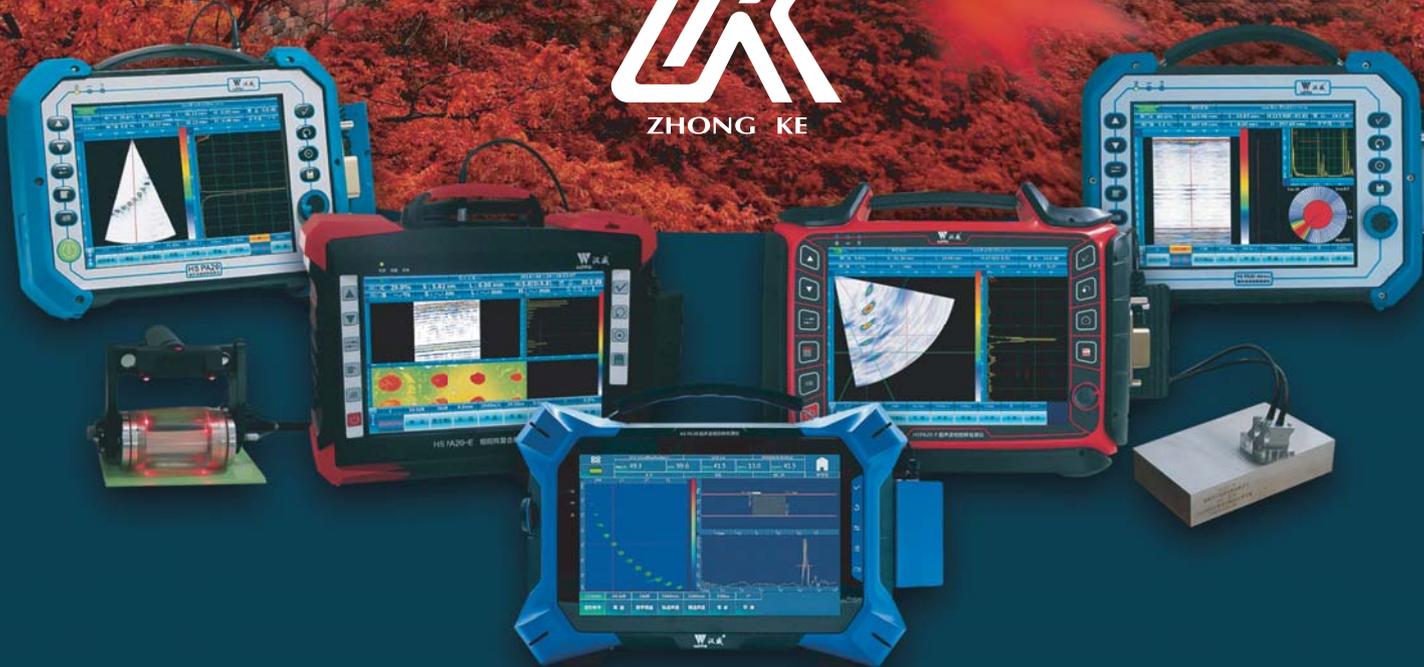
Составил: А.В. Семеренко, ООО «ПАНАТЕСТ»

Кроссворды по теме НК он-лайн см. http://www.sonatest.ru/defektoskop_11.html

ВЕТЕР ПЕРЕМЕН...



ZHONG KE



Реклама

Компания **Wuhan Zhongke Innovative Technology Company (ZHONGKE)** — новое имя на российском рынке, но в Юго-Восточной Азии является одним из крупнейших производителей оборудования для УЗК с богатой 35-ти летней историей.

Линейка УЗ дефектоскопов с фазированной решеткой:

- Апертура от 16:64 до 64:128 каналов
- Дифракционно-временной метод (TOFD)
- Метод полной фокусировки (TFM)
- Метод полного захвата матрицы (FMC)
- Поддержка 2D-преобразователей DLA (dual-linear array) и DMA (dual-matrix array)



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



Территория NDT

СОДЕРЖАНИЕ

4 (октябрь – декабрь), 2022

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 17 октября 2022

Подписано в печать 17 ноября 2022

Формат 60x88 1/8.

Бумага офсетная. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 8,93. Уч.-изд. л. 8,46.

Распространяется бесплатно

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

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

Отпечатано в типографии

ООО «МЕДИАКОЛОР»

127273, г. Москва,

Сигнальный проезд, д. 19

НОВОСТИ

Галкин Д.И. II Международный строительный чемпионат	2
Москва – Стамбул: конференция по вопросам сотрудничества в области промышленности, торговли и инноваций	3
Галкин Д.И. XI отраслевое совещание ПАО «Газпром» «Сварка 2022» в ООО «Газпром ВНИИГАЗ»	3
Сясько В.А. 59-я Конференция Британского института по неразрушающему контролю NDT-2022	4
Цомук С.Р. Заседание «Гурвич-клуба» в новом формате	5
Сясько В.А. 6-th MINDTCE	7

ВЫСТАВКИ. СЕМИНАРЫ. КОНФЕРЕНЦИИ

Итоги IX Международного промышленного форума «Территория NDT 2022. Неразрушающий контроль. Испытания. Диагностика»	8
Всероссийский конкурс РОНКТД «Дефектоскопист 2022» в рамках Всероссийского конкурса профессионального мастерства «Лучший по профессии»	14
Базулин А.Е. Вручение Национальной премии в области неразрушающего контроля и технической диагностики	19
Кинжагулов И.Ю. Всероссийский конкурс выпускных квалификационных работ «Новая генерация – 2022»	20
Сергеев С.С. Итоги 8-й Международной научно-технической конференции «Современные методы и приборы контроля качества и диагностики состояния объектов»	22

ПОЗДРАВЛЯЕМ

ООО «Научно-промышленная компания «ЛУЧ» – 25 лет на рынке неразрушающего контроля	28
---	----

ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ

Ответы специалистов на вопросы читателей журнала	29
--	----

МЕТОДЫ, ПРИБОРЫ, ТЕХНОЛОГИИ

Сясько В.А. NDE 4.0. Итог десятилетия	30
Шевалдыкин В.Г., Самокрутов А.А. Возбуждение поперечных волн пучком продольной ультразвуковой волны	43

ИСТОРИЯ НК

Ковалев А.В. НИИИН, СПЕКТР-АТ и антитеррористическая техника. История и современность	46
---	----

НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ И СТАНДАРТЫ

Зайтова С.А., Ганагин В.Н. Что такое ASME в наших широтах и какова дальнейшая перспектива применения документов в рамках ЕАЭС	68
---	----

II МЕЖДУНАРОДНЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ ЧЕМПИОНАТ



5–8 октября 2022 г. в Казани прошел II Международный строительный чемпионат. Организаторами и учредителями Чемпионата выступили Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ и Госкорпорация «Росатом». Соорганизаторами Чемпионата выступают ООО «Газпром инвест» и Правительство Республики Татарстан. РОНКТД является ресурсным партнером этого грандиозного мероприятия в секторе промышленного строительства.

Наиболее зрелищным событием Чемпионата стало соревнование команд в мультикомандной номинации «Лучшая площадка по сооружению». В рамках выполнения задания в данной номинации команды должны были за два соревновательных дня выполнить монтаж участка технологического трубопровода. Основным требованием к возводимой металлоконструкции являлось ее качество, которое на каждом этапе изготовления подтверждалось членом команды – специалистом неразрушающего контроля. Наряду с выполнением своих производственных функций специалист НК участвовал в индивидуальной номинации.

Для разработки заданий в этой номинации по приглашению организаторов были привлечены представители методического центра системы неразрушающего контроля РОНКТД – АО «НИИИИ МНПО «Спектр».

В этом году в мультикомандной номинации принимали участие сотрудники крупнейших российских компаний, реализующих проекты капитального строительства в России и за рубежом. ГК «Росатом», как и ПАО «Газпром», были представлены тремя командами, две сборные команды направила Республика Татарстан, по одной команде – АО «Институт «Оргэнергострой», ООО «Алабуга Девелопмент».

Также соревнования проходили в студенческой лиге, за главный приз в которой сражались команды Иркутского национального исследовательского технического университета, Полоцкого государственного университета (Беларусь), Казанского государственного архитектурно-строительного университета, Национального исследовательского москов-



ского государственного строительного университета. Участников соревнований студенческой лиги оценивали представители аттестационных центров системы неразрушающего контроля на опасных производственных объектах РОНКТД: ООО «АНТЦ сварочного оборудования и технологий» (Д.Р. Камалутдинов, И.Р. Кабиров, Е.В. Савин, И.А. Клабуков) и ООО «Центр неразрушающего контроля и диагностики» (Д.В. Крупнов, А.В. Савин, А.В. Червяков, Р.Р. Валиев).

*ГАЛКИН Денис Игоревич,
канд. техн. наук, член правления РОНКТД,
руководитель методического центра
НК ОПО РОНКТД*

МОСКВА – СТАМБУЛ: КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ВОПРОСАМ СОТРУДНИЧЕСТВА В ОБЛАСТИ ПРОМЫШЛЕННОСТИ, ТОРГОВЛИ И ИННОВАЦИЙ

27 сентября в г. Стамбул, Турция, прошла конференция по вопросам сотрудничества в области промышленности, торговли и инноваций, организованная Департаментом внешнеэкономических и международных связей города Москвы.

Российское общество по неразрушающему контролю и технической диагностике представляли Д.И. Галкин, генеральный директор НИИИИ МНПО «Спектр», и А.В. Шабаева, исполнительный директор РОНКТД.

Сомодераторами круглого стола «Машиностроение и электроника» выступили Д.И. Галкин от России и Озполат Барыш-Джем, Özpolat Makina Gıda Sanayi ve Ticaret A.Ş., от Турции.

В ходе обсуждения были подняты такие вопросы, как: локализация полного цикла производства в РФ и дружественных странах, ориентация рынка сбыта на внутренний сегмент и рынки дружественных стран, повышение удельного веса высокотехнологичных товаров в общем объеме экспорта, придание дополнительной «цифровой ценности» продуктам.

Участники круглого стола отметили, что в настоящее время спрос на критические комплек-



ствующие значительно превышает возможности производства аналогов в РФ, необходимо заниматься разработкой технологий, а также создавать на их основе продукты и услуги, изменяющие сложившиеся условия конкуренции, формирующие новые тренды развития потребления и спроса, трансформирующие корпоративную структуру рынка. Были отмечены важность организации импорта критических комплектующих из Турции, создание совместных предприятий с турецкими партнерами по производству крупных узлов, составляющей частью которых являются критические комплектующие, выполнение совместных научно-исследовательских разработок.

Помимо этого были достигнуты договоренности о выведе-



нии инновационной и конкурентной российской продукции на рынки дружественных стран, определены возможности для открытия торговых представительств российских предприятий в Турции, создания совместных предприятий для локализации производства, крупноузловой сборки на территории Турции, совместного расширения рынка сбыта продукции на страны Ближнего Востока. Также итогом работы конференции стали достигнутые договоренности о сотрудничестве с турецкими предприятиями, заинтересованными во взаимодействии с Россией, и реализации продукции российских предприятий, производящих оборудование НК.

По информации РОНКТД

XI ОТРАСЛЕВОЕ СОВЕЩАНИЕ ПАО «ГАЗПРОМ» «СВАРКА 2022» В ООО «ГАЗПРОМ ВНИИГАЗ»

С 23 по 26 августа в ООО «Газпром ВНИИГАЗ» прошло XI отраслевое совещание ПАО «Газпром» «Сварка 2022».

В рамках мероприятия состоялась демонстрация оборудования и технологий неразрушающего контроля, в которой приняли участие организации – члены Гильдии российских предприятий –

производителей оборудования и технологий НК: ООО «АЗ Инжиниринг», ООО «АКС», ООО «Константа», ЗАО «НИИИИ МНПО «Спектр», Томский политехнический университет, ООО «НПЦ ЭХО+». Гильдией была представлена мобильная лаборатория на базе а/м «Урал», укомплектованная всем необходимым





для контроля качества сварных соединений и основного металла как строящихся, так и находящихся в эксплуатации газопроводов.

25 августа 2022 г. экспозицию гильдии посетили заместитель председателя правления ПАО «Газпром», чл.-кор. РАН О.Е. Аксютин.

На пленарном заседании член гильдии, директор ЗАО «НИИИИ МНПО «Спектр», канд. техн. наук Д.И. Галкин выступил с докладом на тему «Повышение эффективности производства и эксплуатации за счет формирования цифровой экосистемы неразрушающего контроля». В докладе проведена

оценка перспектив развития неразрушающего контроля, определяемых общими тенденциями цифровизации в Российской Федерации и появлением технической возможности для применения в НК отдельных инструментов Индустрии 4.0, а также рассмотрен потенциал использования объективных, актуальных и структурированных данных неразрушающего контроля для эффективного решения оперативных вопросов по допуску подрядчиков к проведению НК, обеспечения прослеживаемости НК, включения результатов НК в состав цифровых паспортов объ-

ектов, экспресс-анализа эффективности производства работ, обоснования и установления критериев оценки качества, минимизации влияния человеческого фактора на результаты НК, автоматизации процессов обработки данных (оформление протоколов, отчетов и пр.), оптимизации процессов диспетчеризации, планирования ремонтов, переключения режимов работы оборудования.

*ГАЛКИН Денис Игоревич,
канд. техн. наук,
член правления РОНКТД,
руководитель методического
центра НК ОПО РОНКТД*

59-я КОНФЕРЕНЦИЯ БРИТАНСКОГО ИНСТИТУТА ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ NDT-2022

С 6 по 8 сентября в Телфорде после двухлетнего «пандемийного» перерыва прошла очередная конференция Британского института по неразрушающему контролю BINDT. В течение трех дней состоялись три параллельные технические сессии по основным методам, технологиям и применениям неразрушающего контроля и мониторинга состояния. Также были представлены три пленарных доклада приглашенных лекторов: профессора А. Пейтона — о перспективах развития электромагнитного контроля, Т. Блюменсата — о национальных возможностях, оснащении и проводимых исследованиях лабораторий рентгеновской томографии, доктора К. Бретта — о проблемах контроля в энергетической отрасли, связанных с карьерным ростом, К. Пикапа — «Специалист неразрушающего контроля 2050 года». Генеральный директор BINDT Д. Гилберт поделился стратегическими планами BINDT по удовлетворению потребностей сообщества НК, МС и ТД.

Среди тем, рассмотренных на секциях, хотелось бы выделить следующие: NDE 4.0: вихретоковый и ультразвуковой контроль; волноводный контроль: со-



Президент РОНКТД В.А. Сясько с коллегами из Чехии и Казахстана на торжественном ужине

стояние и перспективы; портфель работ RCNDE; новые технологии НК; коммерческая сессия в рамках выставки оборудования. С тезисами докладов можно ознакомиться на сайте института: bindt.org. Большое число докладов было представлено молодыми специалистами — докторантами университетов.

Параллельно с конференцией проходила выставка средств НК и MC Materials Testing – 2022, на которой новые разработки продемонстрировали ведущие британские компании.

Во время конференции прошли переговоры президента РОНКТД В.А. Сясько с британскими и европейскими коллегами о сотрудничестве, участии российских специалистов и ученых в международных выставках, где нас всегда ждут с докладами традиционно

высокого уровня. Также был представлен доклад об отечественной разработке – автоматической системе вихретокового контроля блоков резисторов для международного проекта экспериментального термоядерного реактора ITER, вызвавший большой интерес и живое обсуждение.

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

ЗАСЕДАНИЕ «ГУРВИЧ-КЛУБА» В НОВОМ ФОРМАТЕ

Очередное заседание Петербургского научно-практического семинара по НК «Гурвич-клуб» прошло в необычном формате и в непривычном месте: по предложению Единого центра неразрушающего контроля (ЕЦНК) заседание Клуба было организовано как составная часть Большого тест-драйва, который раз в год организует ЕЦНК.

Большой тест-драйв (БТД) представляет собой однодневное мероприятие, на котором представители известных фирм-производителей презентуют свою продукцию НК, консультируют пользователей, проводят круглые столы по аппаратуре НК. Мероприятие традиционно собирает большую аудиторию работников ЦЗЛ, ЛНК комбинатов, объединений, заводов, предприятий, занимающихся практическим НК. В этот раз БТД был организован с особым размахом (подробная информация о БТД будет опубликована в №1, 2023), что связано как с пропусками мероприятия в предыдущие годы из-за пандемии, так и с активной работой ЕЦНК. Сказалось это и на количестве участников заседания «Гурвич-клуба» – более 70 человек.

Однако такой явке способствовал не только БТД, но и актуальная тема заседания – «Метрология НК». Организовать метрологическое заседание «Гурвич-клуб» собирался неоднократно, но мешали те или иные организационные сложности. На этот раз их удалось преодолеть и сформировать программу из докладов разной направленности и касающихся разных видов НК.

Первый доклад подготовили сотрудники Государственного научного метрологического института ФГУП «ВНИИФТРИ» А.В. Стрельцов и П.С. Маль-

цев. В сообщении «Проблемы метрологического обеспечения ультразвуковых и вихретоковых дефектоскопов» авторы осветили вопросы специфики проведения испытаний на утверждение типа средств измерений (СИ), обратив особое внимание на термин «метрологическая прослеживаемость», рассказали о Государственной поверочной схеме, отметили, что собственной поверочной схемы для средств измерений НК в настоящее время не существует. Для ее создания необходимо структурировать объем утвержденных СИ, создать иерархию рабочих эталонов, рассмотреть возможность перевода настроечных образцов в ранг мер с последующим утверждением типа, установить процедуры передачи единицы от вышестоящих более точных эталонов к нижестоящим средствам измерений. Данная работа, по мнению специалистов ФГУП «ВНИИФТРИ», должна проводиться в объединении не только метрологических институтов, но и предприятий, имеющих опыт, наработки и решения в области проведения неразрушающего контроля.



Докладывает
П.С. Мальцев



Докладывает
Ан.С. Зубарев

Доклад вызвал много вопросов и научную дискуссию, которая стала особенно бурной после эмоционального и аргументированного выступления зав. кафедрой Санкт-Петербургского горного университета, проф. К.В. Гоголинского, который обратил внимание собравшихся на добровольность применения метрологических процедур для СИ в целом и для НК, в частности, и подверг сомнению целесообразность разработки поверочной схемы для средств НК. Споры в зале разгорелись настолько горячие и объемные, что участники семинара предложили продолжить обсуждение возникших вопросов уже на одном из первых заседаний 2023 года.

Второй доклад «Вопросы совершенствования метрологического обеспечения средств НК» был



Участники семинара собираются на заседание

сделан руководителями ООО «АЗ Инжиниринг» Ан.С. Зубаревым и Ал.С. Зубаревым и имел более практическую направленность. Рассматривая несколько актуальных для практиков тем (Нововведения в законодательной метрологии в 2022 г., Проблемы при поверке СИ, фальсификации результатов поверки, Проблемы метрологического обеспечения образцов из комплекта КОУ-2, Предложения по развитию метрологического обеспечения средств НК) авторы значительное внимание уделили проблемам при поверке СИ, фальсификациям результатов поверки, сформулировали ряд четких, обоснованных советов по проверке и организаций, предлагающих услуги по аттестации средств НК, и непосредственно свидетельств с результатами поверки. В качестве одного из примеров была подробно проанализирована проблема контрафактных образцов из известного всем ультразвуковым комплекта КОУ-2. Естественно, такие темы вызвали много вопросов и активное обсуждение.

На этапе подготовки заседания ООО «Актив-ТестГруп» высказало пожелание дополнить программу сообщением о своем опыте решения практических вопросов метрологического обеспечения магнитопорошковых дефектоскопов (МПД). Конечно, время для выступления представительнице фирмы Л.Н. Бабаевой было предоставлено. Собравшиеся с интересом прослушали и обсудили сообщение, в котором были рассмотрены следующие вопросы:

- позиция Росстандарта относительно метрологического обеспечения МПД;
- опыт разработки методик и организации процедуры метрологической аттестации МПД как испытательного оборудования по ГОСТ Р 8.568;
- опыт разработки методик и организации процедуры калибровки МПД в соответствии с требованиями ASTM E 14441 – Standard Practice for Magnetic Particle Examination (Стандартная процедура магнитопорошкового контроля);
- опыт проведения комплекса работ по внесению универсальных и специализированных МПД в Реестр средств измерений, испытательного оборудования и методик измерений, применяемых в ОАО «РЖД».

Обширная программа заседания и разгоревшиеся на нем дискуссии с трудом уместились в намеченный регламент. Но все-таки участники семинара успели после заседания поучаствовать в развлекательной программе и фуршете, закрывающем Большой тест-драйв, пообщаться в неформальной обстановке, получить Сертификаты участников БТД. По общему мнению, поддержание инициативы ЕЦНК по включению заседания «Гурвич-клуба» в программу БТД было весьма удачным и правильным, метрологическое заседание получилось представительным и одним из самых интересных за прошедшие годы.

*ЦОМУК Сергей Роальдович,
председатель совета «Гурвич-клуба»,
Санкт-Петербург*



THE MALAYSIAN SOCIETY FOR NON-DESTRUCTIVE TESTING (MSNT)

The Malaysian Society for Non-Destructive Testing (MSNT) is a society that was registered and approved by the National Registrar of Society (ROS) on 21st December 1989. The Society provides a platform for Malaysia's NDT community to explore and maximize the benefit of NDT technology. MSNT aims to promote the usage and advancement of NDT application and technology within scientific practices and engineering through education, research, seminar, workshop, forum, and compilation and dissemination of relevant information to members and the public. MSNT has its Annual General Meeting (AGM) every year, and a new Board of Directors is elected every two years.

Since its establishment, MSNT has slowly and steadily established itself as a very important entity that has contributed significantly to the development and the future of this technology in Malaysia. The presence of its representatives in many strategic National committees allowed the Society to integrate its need and view into various national policies developed for the nation's progress.

MSNT establishes and provides linkages and networking with other technical and scientific organizations to disseminate and exchange information to enhance the advancement and recognition of NDT practice in Malaysia. MSNT is the appointed Industry Lead Body (ILB) for NDT by the Department of Skills Development (DSD), a member of the Asia Pacific Federation for Non-Destructive Testing (APFNDT), and the International Committee for Non-Destructive Testing (ICNDT). The Society is also a signatory to the ICNDT Multilateral Recognition Agreement (MRA) for Personnel Certification. MSNT has signed a Memorandum of Understanding (MoU) with the Australian Institute for Non-Destructive Testing (AINDT), The Korean Society for Nondestructive Testing (KSNT), and the Non-Destructive Testing Society (Singapore) (NDTSS) in 2014, 2015, and 2017, respectively.

MSNT organizes many courses, training and seminars for its member, including one of the region's biggest NDT conferences and exhibitions, the Malaysia International NDT Conference and Exhibition (MINDTCE), which is held biennially. MSNT looks forward to more partnerships and memoranda that enable members to work together and foster NDT technologies.



6-th MINDTCE

16–17 августа в Куала-Лумпуре прошла шестая Малайзийская международная конференция и выставка по неразрушающему контролю. Хештегом мероприятия было: Революционный НК для устойчивого промышленного развития. Это была первая азиатская региональная конференция, проводившаяся практически без всех ковидных ограничений в теплой дружественной атмосфере.

Конференция прошла по следующим направлениям:

- New and Advanced NDT Methods, Equipment and System
- Digital and Imaging NDT Technologies
- Industrial NDT Applications
- Safety and Security of Industrial Radiography Sources
- NDT for Non-metallic Materials
- NDT Education, Training and Certification
- Research and Development on NDT
- Other Areas Related to NDT

На открытии конференции выступили президент ICNDT С. Бабу, президент APFNDT доктор Н. Оока, руководитель фирмы



«Петронас», генерального спонсора конференции.

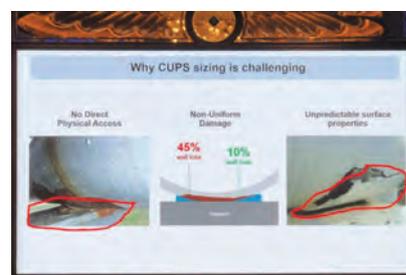
Было представлено 54 доклада специалистов из Азии, Австралии, Америки и Европы, охватывающие большинство из видов и технологий НК, однако основное внимание было уделено проблемам нефтегазового сектора и трубопроводного транспорта, вопросам контроля композиционных материалов в авиационной промышленности, NDE 4.0, подготовки персонала. Каждое из заседаний открывал доклад приглашенного лектора. Президент РОНКТД В. Сясько как приглашенный лектор выступил с докладом «NDE 4.0: Intelligent measuring transducers for advanced cyber-physical systems of smart factories. Structure, standardization and metrological support».

На выставке было представлено разнообразное оборудование ведущих производителей, в том числе российских (ООО «АКС» и ряда других).

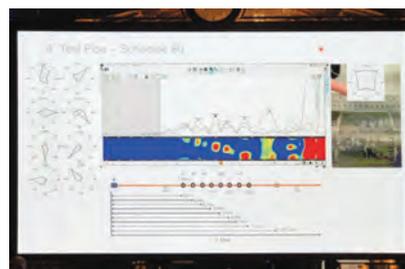
В. Сясько провел переговоры о сотрудничестве с президентом Малайзийского общества по неразрушающему контролю доктором И. Абидином, президентом ICNDT доктором С. Бабу и президентом APCNDT2023 П. Гроссером.

По информации организаторов, конференцию и выставку посетили более 1100 специалистов.

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



Проблемы коррозии в Малайзии актуальны не только в сезон дождей

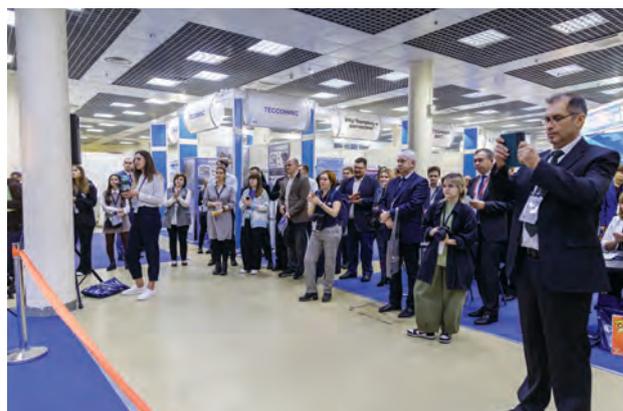


Калибровка системы магнитоэлектрического волноводного контроля на эталоне (имитаторе дефектов)



Автоматизированный и автоматический иммерсионный ультразвуковой контроль крупногабаритных композиционных конструкций для Airbus 350 и Boeing 787 на Малайзийском предприятии STRM, где они серийно изготавливаются

ИТОГИ IX МЕЖДУНАРОДНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ФОРУМА «ТЕРРИТОРИЯ NDT 2022. НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ. ИСПЫТАНИЯ. ДИАГНОСТИКА»



IX Международный промышленный форум «Территория NDT 2022. Неразрушающий контроль. Испытания. Диагностика» прошел в Москве с 24 по 26 октября 2022 года в рамках Российской промышленной недели.

Российская промышленная неделя объединила ключевые российские отраслевые промышленные выставки: «Территория NDT», «Rusweld», «Технофорум». На площади свыше 28 000 м² более 500 экспонентов представили свои достижения. Посетили мероприятия форума 30 тысяч специалистов из всех регионов России и многих стран мира.

Форум «Территория NDT» открылся пленарным заседанием и чествованием победителей Национальной премии в области неразрушающего контроля и технической диагностики. В ходе выставки состоялся ряд важных профессиональных мероприятий: круглые столы деловой программы, молодежная конференция, финальный этап Всероссийского конкурса «Дефектоскопист» и др. Много интересной и полезной информации представили на своих стендах экспоненты выставки.

Пленарное заседание

На пленарном заседании были заслушаны доклады, отражающие актуальные и перспективные темы и задачи:

- «NDE 4.0: итоги десятилетия», В.А. Сясько, доктор технических наук, профессор, генеральный директор ЗАО «Константа», президент РОНКТД;
- «Цифровая трансформация и интеллектуальные средства измерений электрических параметров на железнодорожном транспорте», Д.В. Седых, главный инженер ООО «ГК Имсат».

В пленарном заседании принял участие Николай Андреевич Махутов, член-корреспондент РАН, доктор технических наук, профессор, председатель комиссии РАН по техногенной безопасности. В рамках заседания состоялось награждение победителей Национальной премии в области неразрушающего контроля и технической диагностики. Подробно о вручении национальной премии читайте на стр. 19.

Деловая программа

Деловая программа форума включала 12 круглых столов по темам:

- Автоматический и автоматизированный неразрушающий контроль объектов повышенной опасности;
- НК композиционных материалов в авиастроении;
- Изменения в системах аттестации, сертификации и оценки квалификации и как они связаны с вопросом минимизации рисков, обусловленных человеческим фактором;
- Современные оптические методы НК;
- Методы неразрушающего контроля и антитеррористическая техника;
- Методы и приборы биомедицинской диагностики;
- Цифровизация НК: Национальная экосистема НК;
- Подготовка специалистов в области неразрушающего контроля в системе высшего и среднего профессионального образования Российской Федерации;
- Мониторинг и диагностика в процессе эксплуатации. Комплексные технологии НК для увеличения работоспособности и промышленной безопасности объектов;
- Мониторинг и диагностика в процессе эксплуатации. Комплексные технологии НК для увеличения работоспособности и промышленной безопасности объектов;
- Проблемы нормативного регулирования и метрологического обеспечения средств и методов НК;
- Объединенный экспертный совет по проблемам применения метода акустической эмиссии.

Модераторами круглых столов выступили ведущие ученые, эксперты, руководители компаний из Москвы и регионов России. В работе конференции приняли участие ученые и практики не только из России, но и иностранные участники из Германии, Канады, Беларуси, Китая, Казахстана, Узбе-





кистана. Всего в работе круглых столов приняло участие более 430 человек.

Все заседания прошли в атмосфере живого, профессионального диалога, было много вопросов и обсуждений, из зала звучали предложения, даже после исчерпания лимита времени участники круглых столов продолжали делиться мнениями и прорабатывать поднятые темы.

Мероприятия форума

Молодые участники форума «Территория NDT» смогли представить свои доклады в рамках Молодежной научно-технической конференции. Работы были подготовлены молодыми специалистами, аспирантами и студентами из Москвы, Санкт-Петербурга, Томска, Екатеринбурга, Ижевска, Краснодара и Могилева. Конференция прошла в смешанном, очном и онлайн-формате. Все представленные работы отличались высоким уровнем подготовки.

25 октября состоялся круглый стол «Россия — Китай: опыт международного сотрудничества, проекты РОНКТД в Китае». Выступила госпожа Су Цзин, генеральный директор компании «Управление бизнес-инкубатора «ПуЭ», Шанхай». Участники обсудили проекты РОНКТД в Китае, сотрудничество между двумя странами, а также рассмотрели успешные кейсы сотрудничества. Накануне круглого стола на площадке открытия форума состоялось торжественное подписание соглашения компании «Управление бизнес-инкубатора «ПуЭ», Шанхай» с РОНКТД, а также с АО «МНПО НИИИИ «Спектр» в целях развития научного сотрудничества.

В рамках форума «Территория NDT» прошли:

- заседание рабочей группы ТК 371 по вопросам пересмотра ГОСТ Р 56542–2019 «Контроль неразрушающий. Классификация видов и методов»;
- заседание Российской гильдии предприятий — производителей оборудования и технологий неразрушающего контроля, в рамках которого обсуждались основные задачи формирования национальной экосистемы НК.

Новая генерация

Важным событием пленарного заседания стало подведение итогов II Всероссийского конкурса выпускных квалификационных студенческих работ, направленных на решение задач в области НК и ТД «Новая генерация — 2022».

Победители и призеры конкурса «Новая генерация — 2022» были награждены ценными призами, также победителям была представлена возможность выступить с докладами по тематике ВКР на Молодежной научно-технической конференции. Подробнее об этом читайте на стр. 20–21.

Всероссийский конкурс «Дефектоскопист 2022»

Одним из основных мероприятий форума «Территория NDT» стал финальный этап Всероссийского конкурса специалистов по неразрушающему контролю «Дефектоскопист 2022». В этом году конкурс проходил в рамках Всероссийского конкурса профессионального мастерства «Лучший по профессии», организованном Минтруда и АНО «Национальное агентство развития квалификаций» (НАРК). НАРК также выступил партнером по информационному продвижению конкурса «Дефектоскопист 2022». Подробнее о конкурсе читайте на стр. 14–18.

Участники форума

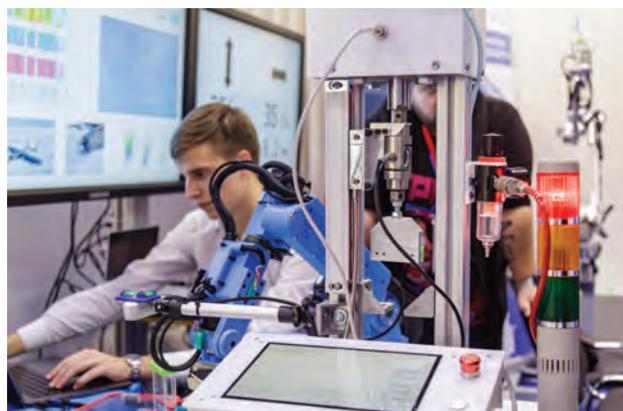
В мероприятиях IX Международного промышленного форума «Территория NDT. Неразрушающий контроль. Испытания. Диагностика 2022» приняли участие 48 компаний: разработчики, поставщики оборудования неразрушающего контроля и диагностики, сервисные компании, учебные и сертификационные центры, специализированные издания, национальные общества.

Среди участников форума такие известные коллективы, как: ООО «АКС», «Интерюнис-ИТ», «КОНСТАНТА», «Мелитэк», НИИИИ МНПО «Спектр», «Алькор», «ЭХО+», Томский политехнический университет, НУЦ «Контроль и диагностика», «Техкон», «Тессоникс», МАИ, «АКА-контроль», «Элемент Но», «Техно НДТ», «ТWN Технолоджи», «Ультра-НДТ», НИИТФА, УриЦ (Cheltec), Ассоциация «ВАСТ», «Алькор», «Тасма».

Были новые экспоненты. Так, компания «Элемент Но» является партнером РОНКТД менее года и участвовала в форуме впервые. «Основная наша задача – популяризация метода рентгенофлуоресцентного контроля качества покрытий. Участие в форуме позволило познакомиться с работой РОНКТД, встретиться с партнерами и участниками мероприятий. Нам удалось установить новые деловые контакты. Особенно хочется поблагодарить организаторов за прекрасную подготовку и проведение форума», – отметила Александра Новикова, ООО «Элемент Но».

Выставка привлекла большое число посетителей – потенциальных покупателей экспонируемой продукции. За три дня форум посетило 3250 человек, среди них – руководители компаний, начальники лабораторий, ведущие специалисты, инженеры различных отраслей деятельности, ответственные за выбор и внедрение технологий НК и диагностики на предприятиях.

По отзывам участников, форум «Территория NDT 2022» продемонстрировал очень высокий уровень организации, научных презентаций и дискуссий, привлек большое количество специали-



стов со всей России, что и позволило многим участникам найти новых клиентов и заключить выгодные контракты.

Значимую поддержку оказали компании-спонсоры форума:

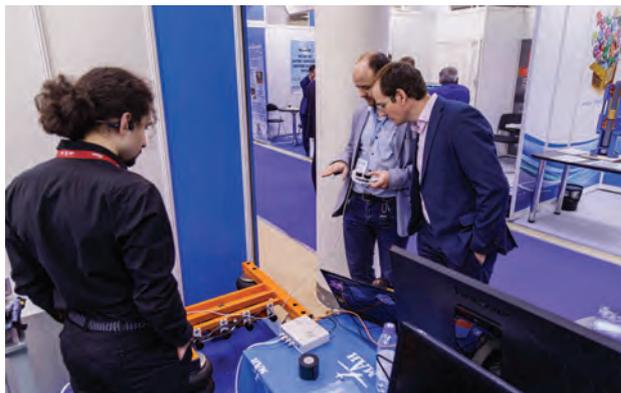
- ООО «КОНСТАНТА» – официальный спонсор форума;
- ООО НПЦ «ЭХО+» – спонсор Национальной премии в области НК и ТД;
- ООО «Константа УЗК» – официальный спонсор конкурса «Дефектоскопист».

Спонсоры номинаций конкурса «Дефектоскопист»:

- ООО «К-М» – номинация «Визуальный и измерительный контроль»;
- ООО «АКС» – номинация «Ультразвуковой контроль»;
- ООО «АЗ Инжиниринг» – номинация «ВИК + УК» и «ВИК + РК»;
- АО «НИИИМ МНПО «Спектр» – номинация «Магнитный контроль».

Благодарим участников и посетителей форума, модераторов круглых столов, партнеров, спонсоров и желаем всем творческих успехов и плодотворной работы!

Коллектив дирекции РОНКТД



**В наших силах
сохранить
этот мир**

constanta.ru



РЕКЛАМА



ЮБИЛЕЙНЫЙ

ХМЕЖДУНАРОДНЫЙ
ПРОМЫШЛЕННЫЙ ФОРУМ
НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ
ИСПЫТАНИЯ • ДИАГНОСТИКА



МОСКВА • ЦВК ЭКСПОЦЕНТР

XXIII ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-
ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ
И ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКЕ

23-25 октября 2023 года

КРУПНЕЙШАЯ ОТРАСЛЕВАЯ ПЛОЩАДКА В РОССИИ И СНГ



18 +
КРУГЛЫХ СТОЛОВ
С УЧАСТИЕМ ЭКСПЕРТОВ



3 000 +
РУКОВОДИТЕЛЕЙ
И СПЕЦИАЛИСТОВ



60 +
КОМПАНИЙ-ЛИДЕРОВ
В ОБЛАСТИ НК И ТД



15 +
НАУЧНЫХ
СЕССИЙ

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

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



В РАМКАХ РОССИЙСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ НЕДЕЛИ



29 000 +
ПОСЕТИТЕЛЕЙ



32 000 м² +
ВЫСТАВОЧНОЙ ПЛОЩАДИ



500 +
КОМПАНИЙ УЧАСТНИЦ

EXPO.ROKNTD.RU



ОРГАНИЗАТОР ФОРУМА

РОССИЙСКОЕ ОБЩЕСТВО ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ
КОНТРОЛЮ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКЕ

ROKNTD.RU

ВСЕРОССИЙСКИЙ КОНКУРС РОНКТД «ДЕФЕКТОСКОПИСТ 2022» В РАМКАХ ВСЕРОССИЙСКОГО КОНКУРСА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МАСТЕРСТВА «ЛУЧШИЙ ПО ПРОФЕССИИ»



Национальное агентство
развития квалификаций



24–26 октября 2022 года в Москве, в ЦВК «Экспоцентр», состоялся финал Всероссийского конкурса РОНКТД по неразрушающему контролю «Дефектоскопист 2022» в рамках Всероссийского конкурса профессионального мастерства «Лучший по профессии».

Дни проведения финала конкурса приурочены к Российской промышленной неделе, в рамках которой состоялась IX Международный промышленный форум «Территория NDT. Неразрушающий контроль. Испытания. Диагностика», Международная выставка оборудования, технологий и материалов для процессов сварки и резки Rusweld 2022, Международная политехническая выставка оборудования и технологий обработки конструкционных материалов «Технофорум-2022», Международная специализированная выставка «Реклама-2022».

Отборочный (региональный) этап проходил с 1 февраля по 10 сентября 2022 года в 32 регионах на базах аттестационных центров СНК ОПО РОНКТД.

В отборочном (региональном) туре в конкурсе приняли участие 394 дефектоскописта из 229 организаций. В финале участвовали 65 специалистов из 56 ведущих организаций России. Многие организации становятся постоянными участниками, в финал прошли 12 финалистов конкурса прошлого года.

По сравнению с прошлым годом общее количество участников и организаций увеличилось почти в 2 раза, доля конкурсанток выросла до 15%. Это произошло в том числе благодаря информацион-

ной поддержке АНО «Национальное агентство развития квалификаций».

В жюри отборочного этапа участвовали специалисты аттестационных центров из Челябинска, Перми, Тюмени, Санкт-Петербурга, Москвы и других городов. Доктора и кандидаты наук, практики с большим производственным стажем вошли в состав рабочих групп жюри по каждому методу.

Неразрушающий контроль имеет высокую степень субъективности, поскольку любое измерение всегда связано с неопределенностью и погрешностью измерения. Поэтому при подготовке заданий составлялись такие задачи, которые были бы максимально объективны и давали однозначный результат выполнения. Эксперты жюри проводили совещания в режиме видеоконференций для того, чтобы сгладить острые углы и несогласие в неоднозначных, спорных вопросах. Самые серьезные и длительные дебаты вызвали задания в рабочей группе по ультразвуковому контролю.

Среди новшеств конкурса 2022 года – просмотр системы оценки, внедрение системы личных кабинетов для конкурсантов. Апробирован этап внутреннего отбора в авторизованном центре на базе Тихвинского вагоностроительного завода. Теперь крупные организации, которые понимают целесообразность конкурса, могут пользоваться отработанной методикой проведения конкурса для внутренних этапов.

Повысилась заинтересованность организаций в конкурсе: руководители выделяют в рабочем гра-



Н.П. Алешин



В.А. Сясько



Д.И. Галкин



П.В. Свистунов

фике специалиста время для подготовки к конкурсу, конкурсанты смотрят мастер-классы, читают нормативную документацию, проходят пробные тесты. Компании организуют учебные центры, где проводят целенаправленную подготовку специалистов и помогают конкурсантам подготовиться.

Финал конкурса состоит из теоретической и практической частей. Для проверки теоретических знаний сформированы задачи по физическим основам методов неразрушающего контроля, основным параметрам и технологии проведения неразрушающего контроля.

Практическая часть финального этапа конкурса заключается в решении нестандартных задач неразрушающего контроля конкретным методом, связанным с выбором параметров контроля, анализом результатов, выявлением дефектов.

Официальное открытие финала конкурса состоялось на площадке выставки Rusweld 2022. Приветствовали участников и выступили с напутственными словами президент НАКС, академик РАН Н.П. Алешин, президент РОНКТД, д-р техн. наук, профессор В.А. Сясько, генеральный директор АО «НИИИИ МНПО «Спектр», руководитель методи-

ческого центра СНК ОПО РОНКТД, канд. техн. наук Д.И. Галкин, первый заместитель генерального директора АНО «Национальное агентство развития квалификаций» П.В. Свистунов.

Николай Павлович Алешин поздравил финалистов и организаторов, подчеркнул важность и почет участия в конкурсе. Он привел пример решения российскими специалистами по неразрушающему контролю сложных задач, которые оказались не по силам западным коллегам. В свою очередь Павел Валентинович Свистунов заметил: «Дефектоскопист – профессия с богатым прошлым, но с еще большим будущим. Она входит в число профессий будущего, поскольку требования к надежности оборудования все выше и именно дефектоскопия дает возможность обеспечить высокую надежность и безопасность».

Впервые состоялась пресс-конференция, посвященная финалу конкурса, в ходе которой спикеры рассказали о значении конкурса для промышленных отраслей и профессионального сообщества, его вызовах и возможностях, особенностях проведения в 2022 году.

Пресс-конференция транслировалась онлайн в



Пресс- конференция





официальных аккаунтах РОНКТД и НАРК в социальных сетях. Вопросы задали журналисты федеральных и региональных СМИ, присутствовавшие очно и онлайн: деловой журнал «Эксперт», интернет-издание СNews, Самарский филиал ИД «Комсомольская правда», профильные журналы «Сварка и диагностика», «Контроль. Диагностика», «Газовая промышленность», «Главный метролог», «Территория NDT», «Электроэнергия», журнал «Межрегиональная промышленность и торговля», научно-технический и производственный журнал «Справочник. Инженерный журнал» и др.

По итогу пресс-конференции отметим тезисы из выступлений спикеров.

Д.И. Галкин:

Конкурс способствует не только обмену опытом в профессиональной среде и повышению уровня участников-специалистов, но и содействует развитию неразрушающего контроля в промышленных масштабах, позволяя руководителям компаний увидеть потенциал и масштаб возможностей неразрушающего контроля для производства.

В процессе подготовки участников к конкурсу проходят семинары, которые проводят ведущие раз-

работчики средств НК, разработчики нормативной документации. Участники имеют доступ ко всем информационным ресурсам.

П.В. Свистунов:

«Лучший дефектоскопист» – одна из пяти номинаций конкурса «Лучший по профессии». Проведение конкурса «Лучший по профессии» не останавливается на проведении самого конкурса, но способствует изменению оценочных средств при оценке квалификации специалистов, в том числе в профстандартах.

Конкурс популяризирует профессии среди молодежи, способствует широкому распространению актуального опыта и лучших практик подготовки кадров.

В.С. Фролов, главный специалист отдела системы НК СРО «Ассоциация НАКС» (оператор конкурса «Дефектоскопист 2022»):

Конкурсанты, возвратившись на предприятие, показывают на практике, что конкурс дает дополнительные знания, которые могут понадобиться в процессе проведения неразрушающего контроля в организации.

Региональный этап имеет обширную географию проведения – от Архангельска до Петропавловска-Камчатского. В конкурсе приняли участие



В.С. Фролов



Жюри конкурса



Победители конкурса

сотрудники как малых компаний численностью от 2–3 человек, так и компаний регионального и федерального уровней, среди них «Алтайвагон», «Приморскуголь», организации, входящее в структуру ПАО «Газпром» и ПАО «Транснефть», Тихвинский вагоностроительный завод, АО «Волжский трубный завод», Рузаевский завод химического машиностроения.

Спикеры отметили несколько ключевых результатов проведения конкурса. На инструментах конкурса отработаны новые методики, которые будут внедрены в систему аттестации специалиста неразрушающего контроля, что в дальнейшем будет способствовать преобразованию системы аттестации СНК ОПО РОНКТД.

О профессии «дефектоскопист» узнало большее число людей, в том числе молодежи, что в конечном итоге приведет к положительному результату: повышению интереса к профессии, росту сложности профессиональных требований, улучшению качества выполнения работ по НК и ТД.

26 октября состоялось подведение итогов финала конкурса. Церемонию торжественного награждения победителей провели В.А. Сясько, Д.И. Галкин, В.С. Фролов. Выступающие отметили высокое качество проделанной работы и выразили бла-

годарность оргкомитету конкурса, организациям, специалисты которых участвуют в конкурсе, аттестационным центрам и их руководителям, а также спонсорам, благодаря которым обеспечено бесплатное участие для конкурсантов.

Денис Игоревич Галкин и Владимир Александрович Сясько вручили кубки и награды победителям – лучшим из лучших дефектоскопистов России.

Номинация «Визуальный и измерительный контроль» (ВИК):

I место – Алексей Гайдай, ООО «Газпром трансгаз Краснодар»

II место – Павел Демидов, ООО «СМН»

III место – Наталья Григорьева, ООО «СибСТК»

Номинация «Ультразвуковой контроль» (УК):

I место – Сергей Вороньжев, ООО «Газпром добыча Надым»

II место – Александр Артемьев, ООО «Сибэнерго-маш-БКЗ»

III место – Андрей Луцик, ООО «Центр сварки и контроля»

Номинация «Радиационный контроль» (РК):

I место – Олег Кочетков, АО «МОСГАЗ»

II место – Валентин Генералов, ООО «Газпром трансгаз Саратов»



Победители конкурса



III место – Рамис Хасбулатов, ООО «Газпром трансгаз Махачкала»

Номинация «Магнитный контроль» (МК):

I место – Дмитрий Еременко, ЧПОУ «ТНПК»

II место – Виталий Резников, АО «Тихвинский вагоностроительный завод»

III место – Иван Солдатенков, Самарский филиал АО «Транснефть – Диаскан»

Мультиноминация «ВИК + УК»:

I место – Дмитрий Минченко, ООО «ПромТЭК»

II место – Константин Капустин, ПАО «Мостотрест»

III место – Алексей Васильев, АО «Трубодеталь»

Мультиноминация «ВИК + РК»:

I место – Алексей Воробей, ОАО «БЕЛГАЗСТРОЙ», управляющая компания холдинга

II место – Анна Тайманова, ООО «ИНТРАФИТ»

III место – Павел Чирсков, ОАО «Волгограднефтемаш»

Во Всероссийском конкурсе профессионального мастерства «Лучший по профессии» в номинации «Лучший дефектоскопист» победили:

I место – Дмитрий Минченко, ООО «ПромТЭК»

II место – Константин Капустин, ПАО «Мостотрест»

III место – Алексей Васильев, АО «Трубодеталь»

Победители отметили, что в повседневной работе нередко приходится решать нетривиальные задачи. Задания практической части интересные, они хорошо показали пробелы в знаниях, которым в будущем необходимо уделить большее внимание. Анна Тайманова, занявшая 2 место в мультиноминации «ВИК + РК», поделилась впечатлениями: «Мы уже подтвердили, что лучшие в своем деле. Победа в конкурсе позволяет подняться по карьерной лестнице, растет репутация, что, в свою очередь, накладывает определенные обязательства – цена ошибки в работе становится выше».

Финалисты имели возможность не только проверить свои силы, стать победителями, получить

призы, но и посетили мероприятия деловой программы форума, где ведущие специалисты и разработчики делились своими достижениями.

Организаторы и спонсоры

- Конкурс проводит Российское общество по неразрушающему контролю и технической диагностике (РОНКТД) при поддержке Министерства промышленности и торговли РФ, Министерства труда и социальной защиты РФ, Ростехнадзора, Правительства г. Москва.

- Оператор конкурса – СРО Ассоциация «НАКС», центральный орган Системы неразрушающего контроля РОНКТД на опасных производственных объектах (СНК ОПО РОНКТД).

- Партнер по информационному продвижению конкурса «Дефектоскопист» в рамках серии конкурсов «Лучший по профессии» – Национальное агентство развития квалификации (АНО НАРК).

- Официальный спонсор конкурса – ООО «Константа УЗК».

Спонсоры номинаций:

- номинация «Визуальный и измерительный контроль» – ООО «К-М»

- номинация «Ультразвуковой контроль» – ООО «АКС»

- номинация «ВИК + УК» и «ВИК + РК» – ООО «АЗ ИНЖИНИРИНГ»

- номинация «Магнитный контроль» – АО «НИИИИ МНПО «Спектр»

Дирекция РОНКТД
+7 (499) 245-56-56

info@ronktd.ru • www.ronktd.ru

ВРУЧЕНИЕ НАЦИОНАЛЬНОЙ ПРЕМИИ В ОБЛАСТИ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ



А.Е. Базулин, А.Х. Вopilкин, Е.А. Славинская, Л.В. Волкова, Н.А. Махутов, В.А. Сясько

В рамках форума «Территория NDT 2022» в торжественной обстановке была вручена Национальная премия в области неразрушающего контроля и технической диагностики, учрежденная Российским обществом по неразрушающему контролю и технической диагностике в 2019 г.

В соответствии с Положением о Национальной премии в области неразрушающего контроля и технической диагностики, утвержденной президентом РОНКТД, экспертным советом рассмотрены оценочные листы кандидатов на премию РОНКТД. Анкеты кандидатов поступали в адрес организационного комитета в период с 1 марта по 30 сентября 2022 г.

Количество поступивших анкет от претендентов на премию:

- за выдающийся вклад в развитие способов и технологий НК, разработку новых приборов и систем НК и ТД – 10 кандидатов;
- молодому специалисту (до 35 лет) за достижения в области НК и ТД – 6 кандидатов.

В работе экспертной комиссии на этапе рассмотрения оценочных листов приняли участие семь экспертов: Н.П. Алешин, А.Х. Вopilкин, В.П. Вавилов, Г.Я. Дымкин, А.А. Самокрутов, Я.Г. Смородинский, В.В. Сухоруков.

По итогам рассмотрения работ кандидатов:

- Премия за выдающийся вклад в развитие способов и технологий НК, разработку новых приборов и систем НК и ТД присуждена коллективу Ижевского государственного технического университета имени М.Т. Калашникова в составе: Волкова Людмила Владимировна, Мышкин Юрий Владимирович, Богдан Ольга Павловна за работу «Разработка технологий диагностики технического состояния металлоконструкций магистральных газопроводов»;
- Премия молодому специалисту (до 35 лет) за достижения в области НК и ТД присуждена Славинской Екатерине Андреевне за работу «Вихретоковый

датчик уровня жидкой стали в сортовом кристаллизаторе».

В соответствии с Положением о Национальной премии лауреатам вручались дипломы, денежная премия от РОНКТД и памятные знаки лауреатов.

Премия в рамках форума «Территория NDT» вручали член-корреспондент РАН, председатель совета комиссии РАН по техногенной безопасности, профессор Николай Андреевич Махутов и президент РОНКТД, д-р техн. наук Владимир Александрович Сясько.

Благодарим участников и экспертов за участие, поздравляем лауреатов и напоминаем, что следующая Премия приурочена к Всероссийской научно-технической конференции «Территория NDT 2023» и будет содержать три номинации:

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

*БАЗУЛИН Андрей Евгеньевич,
канд. техн. наук,
секретарь организационного
комитета*

ВСЕРОССИЙСКИЙ КОНКУРС ВЫПУСКНЫХ КВАЛИФИКАЦИОННЫХ РАБОТ «НОВАЯ ГЕНЕРАЦИЯ – 2022»



В 2021 г. в целях привлечения студентов к научно-исследовательской и инженерно-конструкторской деятельности, а также для повышения качества подготовки выпускников и формирования резерва кадров высшей квалификации РОНКТД было принято решение о проведении Всероссийского ежегодного конкурса выпускных квалификационных работ «Новая генерация».

В 2022 г. конкурс был проведен в двух номинациях (бакалавры и магистры) по следующим направлениям:

- Разработка и развитие методов и средств неразрушающего контроля;
- Автоматизация и роботизация неразрушающего контроля;
- Комплексирование методов неразрушающего контроля.

В Конкурсе приняли участие все ведущие научные школы Российской Федерации, занимающиеся проблемами неразрушающего контроля и технической диагностики. География представленных на конкурс работ весьма обширна и включает такие города, как: Москва, Санкт-Петербург, Томск, Екатеринбург, Ижевск, Новосибирск, Уфа и др.

Решение о победителях и призерах Конкурса выпускных квалификационных работ было принято авторитетной комиссией, состоящей из ведущих ученых в области неразрушающего контроля и технической диагностики под председательством академика Н.П. Алешина.

Победители и призеры конкурса были награждены грамотами за личной подписью председателя комиссии и ценными призами от спонсоров. В 2022 г. спонсорами конкурса стали: ЗАО «НПО «Алькор», ООО «Константа», ООО «Тессоникс», АО «НИИИИ МНПО «Спектр», ООО «Алтес».

В номинации «бакалавриат» победителями и призерами конкурса стали: 1 место

Константин Юрьевич Белослудцев «Исследование влияния механических растягивающих нагрузок на акустические характеристики стали марки ХМ-12», ФГБОУ ВО ИжГТУ им. М.Т. Калашникова;

2 место

Кирилл Игоревич Доронин «Методы и средства контроля физико-механических свойств изделий, изготовленных с помощью аддитивных технологий», Санкт-Петербургский горный университет;

Максим Евгеньевич Плотников «Разработка автоматизированного сканера и методики ультразвукового контроля кольцевых стыковых сварных швов труб TOFD-методом», Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования «Белорусско-Российский университет»;

3 место

Татьяна Владимировна Александрова «Метрологическое обеспечение ускорительного комплекса ионных частиц NICA», Санкт-Петербургский горный университет;

Закий Алексеевич Велеулов «Подводный ультразвуковой толщиномер стенок металлических изделий под диэлектрическим покрытием», Санкт-Петербургский горный университет.

В номинации «магистры» призерами конкурса стали:

1 место

Сергей Павлович Шляхтенков «Разработка методики вихретокового контроля для измерения глубины контактно-усталостных трещин на поверхности катания рельсов», Сибирский государственный университет путей сообщения;

2 место

Елена Дмитриевна Хохлова «Исследование и разработка метода и средств вихретокового контроля качества изделий из углерод-углеродных композиционных материалов», Университет ИТМО;

Никита Юрьевич Елькин «Спектральный анализ сигналов при электромагнитно-акустическом контроле резьбы насосных штанг», ФГБОУ ВО ИжГТУ им. М.Т. Калашникова;

3 место

Анна Владимировна Блинова «Исследование акустических характеристик заготовок из терморасширенного графита», ФГБОУ ВО ИжГТУ им. М.Т. Калашникова;

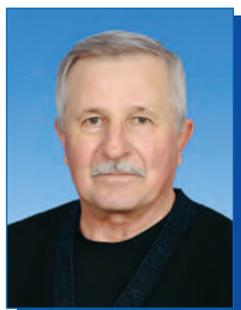
Елизавета Алексеевна Рогова «Разработка методик бесконтактного измерения магнитострикционных характеристик ферромагнетиков на основе лазерной интерферометрии и спекл-интерферометрии», ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина».

Победители и призеры Всероссийского конкурса выпускных квалификационных работ «Новая генерация – 2022» были награждены ценными призами в рамках форума «Территория NDT», также победителям была представлена возможность выступить с докладами по тематике выпускных квалификационных работ на Молодежной научно-технической конференции.

КИНЖАГУЛОВ Игорь Юрьевич,
канд. техн. наук, секретарь Всероссийского
конкурса ВКР «Новая генерация – 2022»



ИТОГИ 8-Й МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ «СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И ПРИБОРЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА И ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ ОБЪЕКТОВ»



СЕРГЕЕВ Сергей Сергеевич
Заведующий кафедрой
«Физические методы контроля»
Белорусско-Российского
университета, Могилев,
Республика Беларусь

В г. Могилеве (Республика Беларусь) 29–30 сентября 2022 г. на базе Белорусско-Российского университета проходила 8-я Международная научно-техническая конференция «Современные методы и приборы контроля качества и диагностики состояния объектов».

Целью научно-технической конференции являлось обобщение результатов работ и обмен опытом между специалистами различных организаций и регионов в области разработки и практического применения неразрушающих методов и средств контроля качества материалов, промышленных изделий, сооружений и технологического оборудования, а также в области диагностирования потенциально опасных объектов, сертификации и подготовки квалифицированных кадров.

Работа конференции реализовывалась по нескольким направлениям: дефектоскопия материалов и промышленных изделий; контроль структуры и физико-механических характеристик материалов и изделий; контроль геометрических параметров объектов; мониторинг, диагностика и прогнозирование остаточного ресурса технических объектов; компьютерные технологии в неразрушающем контроле.

В конференции приняли участие более 30 представителей промышленных предприятий и организаций, академических институтов и вузов. Было представлено 50 докладов учеными из 2 стран (Беларусь, Россия). Активное участие в конференции приняли студенты, магистранты и аспиранты Белорусско-Российского университета.

Со стороны академической науки были представлены доклады ведущими институтами в области физики неразрушающего контроля и технической диагностики стран СНГ (среди которых Институт прикладной физики, Объединенный институт машиностроения и Институт физики НАН Беларуси, Институт физики металлов и Институт машиноведения Уральского отделения РАН и ряд других институтов). Вузовская наука была представлена коллективами Белорусско-Российского университета, Белорусского национального технического университета, Национального исследовательского университета «МЭИ» (Москва), Санкт-



Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ», Поволжского технологического университета (Йошкар-Ола), Белорусского государственного университета транспорта (Гомель), Тюменского индустриального университета и другими вузами. Ряд сообщений сделали известные ученые из научно-производственных объединений и предприятий.

Порадовало присутствие гостей из Санкт-Петербурга: заведующего кафедрой «Электроакустика и ультразвуковая техника» Константина Евгеньевича Аббакумова и заведующего кафедрой «Электронные приборы и устройства» Николая Николаевича Потрахова (Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина)). В докладе проф. К.Е. Аббакумова были рассмотрены результаты исследования акустических характеристик графитовых включений, содержащихся в листах из медных сплавов, получаемых по технологии двойного вакуумного переплава. Показано, что моделирование таких несплошностей слоем монолитного вещества требует использования очень больших коэффициентов затухания ультразвука. Для приведения в соответствие результатов теории и эксперимента предложена модель вещества, заполняющего несплошность, со свойствами гранулированной среды. В докладе проф. Н.Н. Потрахова показаны примеры отечественных исследований в области микрфокусной рентгенографии, которые позволяют принципиально снизить габариты, массу и энергопотребление источников рентгеновского излучения. В результате разработаны многофункциональные рентгенографические и рентгенотомографические установки нового класса в передвижном исполнении – портативные рентгенографические и рентгенотомографические установки.

Особый интерес вызвали доклады гостей из Екатеринбурга. В докладе проф. В.Н. Костина (Институт физики металлов им. М.Н. Михеева УрО РАН) предложен способ избирательной оценки толщины и качества упрочненного слоя на неупрочненной сердцевине, в котором допускается, что измеряемые параметры будут соответствовать установленным



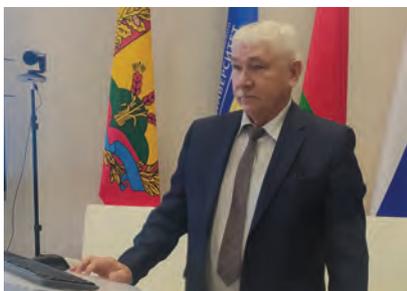
К.Е. Аббакумов



Н.Н. Потрахов

интервалам. В другом докладе показано, что дифференциальная проницаемость может служить параметром контроля рекристаллизации. В докладе В.И. Пудова показано применение разработанной бинокулярной оптической системы исследования магнитной доменной структуры одновременно на двух противоположных поверхностях трансформаторной ленты с ребровой и кубической текстурами. Выявлены формирование многофазной структуры замыкающих доменов и сложная картина перестройки доменов при произвольной ориентации магнитного поля. Доклад М.Г. Ригманта и его коллег был посвящен исследованию структуры, фазового состава и магнитной анизотропии в деформированных прокаткой аустенитных образцах стали 09Х17Н5Ю при образовании в них мартенсита деформации. Представитель Института машиноведения УрО РАН А.М. Поволоцкая представила результаты изучения особенностей поведения магнитных характеристик образцов из корпусной стали 20ГН, предварительно пластически деформированных растяжением на различные степени, в условиях последующего упругого одноосного растяжения. Показано, что рассматриваемые в работе параметры магнитного гистерезиса с ростом приложенных напряжений изменяются немонотонно, с образованием экстремумов.

Столичный регион представил главный конструктор ООО «Научно-производственный центр «ЭХО+» А.Е. Базулин, который продемонстрировал основные особенности систем автоматизированно-



В.Н. Костин



В.И. Пудов

го ультразвукового контроля серии «АВГУР», разработанных и применяемых ООО «НПЦ «ЭХО» в атомной, нефтегазовой, авиационной отраслях, в том числе при предэксплуатационном и эксплуатационном контроле сварных швов. Интересные доклады привезли сотрудники Национального исследовательского университета «МЭИ». Профессор Валерий Павлович Лунин продемонстрировал роль математического моделирования на решении трех актуальных задач магнитного, вихретокового и ультразвукового неразрушающего контроля. Так, например, с помощью численной конечно-элементной модели спроектирован импульсный вихретоковый преобразователь для контроля многослойных металлических структур, широко применяемых в авиационной отрасли. Доцент А.Ю. Марченков представил работу, посвященную проблеме диагностики железнодорожных рельсов методом акустической эмиссии. Ассистент Е.А. Славинская описала импульсный вихретоковый датчик для определения уровня жидкого металла в сортовых кристаллизаторах в процессе непрерывной разливки.

Интерес вызвали два доклада профессора А.Р. Баева, (Институт прикладной физики НАН Беларуси). В первом докладе рассмотрены особенности дистанционного контроля дефектов или диагностики физико-механических свойств материала в труднодоступных местах с использованием в качестве первичной моды волны Рэлея, преобразующейся в краевую моду на технологическом выступе или основании паза изделия. Во втором докладе экспериментально изучены особенности импульсно-лазерного возбуждения ультразвуковых волн с использованием двух видов светопоглощаю-

щих сред, выполненных на полимерной и масляной основе (наномагнитные жидкости).

Профессор С.Г. Сандомирский (Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси) сообщил о новом подходе, позволяющем расширить возможности неразрушающего магнитного контроля физико-механических свойств сталей. Предложено информационные параметры магнитной структуроскопии формировать из результатов измерения их коэрцитивной силы и отношения остаточной намагниченности к намагниченности технического насыщения.

В докладе ученых Белорусского национального технического университета доцента Р.И. Воробья с соавторами рассмотрены особенности фотоэлектрических преобразователей с собственной фотопроводимостью на основе полупроводников с глубокой многозарядной примесью. Использование таких структур позволяет получить новые функциональные свойства магниторекомбинационных одноэлементных преобразователей и измерительных преобразователей для оптической диагностики. Доклад А.К. Тявловского и его коллег был посвящен рассмотрению вопросов проектирования и особенностей конструкции малогабаритного сканирующего электрометрического зонда, предна-



В.П. Лунин



А.Е. Базулин



Участники конференции

значенного для неразрушающего контроля дефектов поверхности полупроводниковых и наноструктурированных материалов.

В докладе аспирантки А.С. Гордеевой (Белорусско-Российский университет) представлено исследование эффективности возбуждения рэлеевских волн с помощью различных стандартных ультразвуковых пьезопреобразователей, а также результаты экспериментальных исследований эффективности применения сменных печатных протекторов из полимерных материалов с различной кривизной контактной поверхности для стандартных наклонных ультразвуковых пьезопреобразователей.

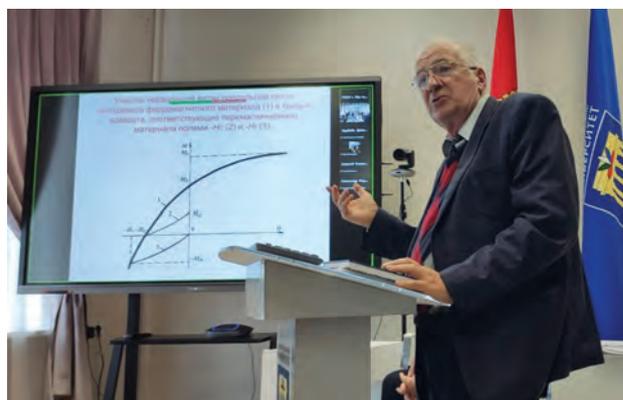
Другие доклады ученых Белорусско-Российского университета были посвящены оригинальным методикам магнитографического контроля сварных швов, использованию марковской модели при анализе риска по параметрам напряженно-деформированного трубопровода и результатам его неразрушающего контроля, способам измерения механических напряжений в тонкостенных стеклянных контейнерах малого размера, особенностям применимости методов измерения параметров тонкопленочных структур.

В целом прошедшая конференция способствовала обмену новейшими результатами в области физики и техники неразрушающего контроля и технической диагностики, установлению научных и деловых контактов между учеными и специалистами.

Следующая, 9-я Международная научно-техническая конференция намечена к проведению в 2024 году.



А.Р. Баев



С.Г. Сандомирский

ВЫСТАВКИ, СЕМИНАРЫ, КОНФЕРЕНЦИИ



официальный дистрибьютор торговой марки JIMTEC



www.jimtec.ru



2999 рублей

✓ СОВМЕЩЕННЫЕ НАКЛОННЫЕ ПЭП УСПЕШНО ПРОТЕСТИРОВАНЫ
С ДЕФЕКТΟΣКОПАМИ ВЕДУЩИХ ЗАПАДНЫХ И РОССИЙСКИХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

Цена включает НДС 20% и действительна до 31 марта 2023 года



Спектр

Издательский дом

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

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

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

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



650 руб.

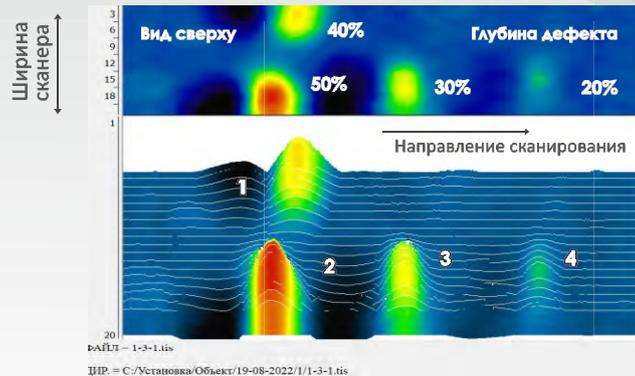
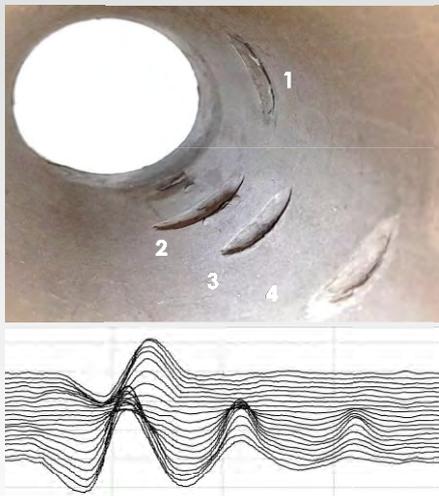
www.idspektr.ru

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

TiS 8C

СКАНИРУЮЩИЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ ДЕФЕКТОСКОП

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



Пример обнаружения коррозионного повреждения на внутренней поверхности стенки трубопровода

ПРЕИМУЩЕСТВА ДЕФЕКТОСКОПА

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



ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ



ООО «НАУЧНО-ПРОМЫШЛЕННАЯ КОМПАНИЯ «ЛУЧ» – 25 ЛЕТ НА РЫНКЕ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ



25 ЛЕТ ДЕЛАЕТ ТАЙНОЕ ЯВНЫМ

Компания «ЛУЧ» основана в 1997 г. и занимается разработкой и изготовлением оборудования для неразрушающего контроля технических изделий и промышленных сооружений.

Компания разрабатывает и выпускает ультразвуковые дефектоскопы и толщиномеры, вихретоковые дефектоскопы и преобразователи, намагничивающие устройства, твердомеры, структуроскопы, стандартные образцы предприятия, комплекты для визуально-измерительного контроля ВИК-1, а также оборудование для решения индивидуальных задач по неразрушающему контролю. В штате компании работают высококвалифицированные специалисты, разрабатывающие различные методики и технологические инструкции по неразрушающему контролю. На базе компании аккредитована лаборатория поверки средств неразрушающего контроля.

Простота и надежность – вот что отличает приборы НПК «ЛУЧ». Среди наиболее ярких примеров можно отметить ультразвуковой дефектоскоп УД2-70 и толщиномер ТУЗ-2, ставшие легендой отечественных средств НК.

За 25 лет работы в ООО «НПК «ЛУЧ» разработано более десятка различных типов новых приборов, которые регулярно модернизируются и совершенствуются с учетом возможностей и требований современности.

Квалификация и опыт сотрудников предприятия позволили за эти годы выпустить серийно более десяти тысяч приборов различных модификаций.

Постоянными заказчиками НПК «ЛУЧ» являются более 7000 организаций. Среди наиболее известных российских компаний-заказчиков приборов НПК «ЛУЧ»: ОАО «РЖД», ПАО «Газпром», Московский метрополитен, ПАО «Татнефть», ПАО «НК «Роснефть», ПАО «Корпорация ВСМПО-АВИСМА», АО «Научно-производственная корпорация «Уралвагонзавод», ПАО «Северсталь» и др.

На протяжении 25 лет компания ООО «НПК «ЛУЧ» стремится к достижению высочайшего качества выпускаемого оборудования, удовлетворения требований заказчиков, проектированию и выпуску современного оборудования.



ТУЗ-2



УД2-70

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

ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ

ОТВЕТЫ СПЕЦИАЛИСТОВ НА ВОПРОСЫ ЧИТАТЕЛЕЙ ЖУРНАЛА

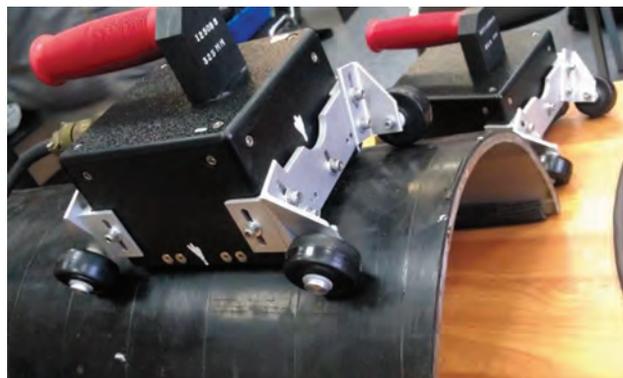
Вопрос задает
Алексей Александрович КОВАЛЬНОВ,
дефектоскопист лаборатории неразрушающего
контроля АО «Самотлорнефтегаз»,
г. Нижневартовск

Возможно ли проводить контроль основного металла нефтепромысловых трубопроводов в заводской ленточной изоляции с внешней стороны на наличие внутренней коррозии? Возможно ли обследовать трубопровод без снятия изоляции?

Отвечает
Мунхэ-Зул Солбонович АЮШЕЕВ,
ведущий инженер лаборатории неразрушающего
контроля ООО «НЦТО»,
г. Нижневартовск

Для сплошного обследования нефтепромысловых трубопроводов в изоляции мы применяем электромагнитный сканирующий дефектоскоп TiS 8C. В описании прибора сказано, что контроль может проводиться через немагнитное покрытие толщиной до 6 мм. На практике мы проводили обследование через заводское ленточное покрытие и большей толщины, при этом успешно обнаруживали коррозионные язвы. Основное условие – покрытие должно быть ровным, без вздутий.

При этом дефектоскоп TiS 8C настраивается на обнаружение минимального фиксируемого утонения, превышающего пороговое значение, проводится сканирование, выявляются области дефектов, а точное значение остаточной толщины стенки в обнаруженной области устанавливается с помощью ультразвукового контроля. Для проведения ультразвуковой толщинометрии требуется локально срезать изоляцию. Обычно при контроле объектов без изоляции удается локализовать дефектный участок до области диаметром 3–4 см. При наличии ленточной изоляции для проведения УЗТ требуется очистить область диаметром не более 10 см.



Ответы на кроссворд

По горизонтали: 1. Экран. 4. Отсечка. 8. Сигнализатор. 9. Ус. 14. Спектроанализатор. 16. Производительность. 19. Зернистость. 20. Разъем. 21. Ориентация. 23. Кассета. 24. Генератор.

По вертикали: 2. Карта. 3. Непер. 5. Квалификация. 6. Чувствительность. 7. Анод. 8. Синхронизатор. 10. Царапина. 11. Скорость. 12. Достоверность. 13. Закат. 15. Подрез. 17. Паз. 18. Плена. 22. Ярмо.



СЯСЬКО
Владимир Александрович
Д-р техн. наук, президент
РОНКТД, ООО «КОНСТАНТА»,
Санкт-Петербург

INDUSTRIE 4.0 или INDUSTRY 4.0

В ноябре 2011 г. правительством Германии принята инициированная в феврале того же года стратегическая инициатива INDUSTRIE 4.0 — проект комплексной цифровизации промышленного производства в целях его лучшего оснащения для будущего, который в своей сути является стратегической инициативой по развитию прежде всего машиностроительного производства как основы современной экономики. Предполагалось, что промышленное производство как губка впитает современные информационные и коммуникационные технологии, используя интеллектуальные системы, объединенные в единую цифровую сеть. С их помощью должно стать максимально возможным самоорганизованное производство: люди, машины, системы, логистика и продукты будут общаться и взаимодействовать напрямую друг с другом. Сетевое взаимодействие оптимизирует не только отдельные этапы производства, но и всю цепочку создания стоимости/ценности, охватив все этапы жизненного цикла продукта — от идеи продукта, разработки, производства, использования и обслуживания до переработки. Производственные процессы должны строиться на основе единого информационного пространства, позволяющего в перспективе взаимодействовать между собой элементам производственных систем и системам в целом без участия человека, опираясь на «вездесущий» и мобильный Интернет, миниатюрные производственные устройства (киберфизические системы), искусственный интеллект и обучающиеся машины [1].

Прошло десять лет, уже забылось, что это национальный проект одной конкретной страны. Англоязычное «INDUSTRY 4.0» и сам номер 4.0 стали глобальными трендами.

Традиционно понятие «INDUSTRY 4.0» (INDUSTRIE 4.0) тесно ассоциируется с четвертой промышленной революцией, о наступлении кото-

рой объявил основатель и президент Всемирного экономического форума в Давосе Клаус Шваб в начале 2016 г.

В Германии подошли к делу неторопливо и обстоятельно. В январе 2011 г. проект был инициирован, а на Ганноверской выставке того же года концепция четвертой промышленной революции была представлена широкой общественности. В ноябре проект «Индустрия 4.0» был принят правительством Германии в рамках плана «Хай-тек-стратегия — 2020». В апреле 2013 г. промышленные союзы Германии ВІТКОМ, VDMA и ZVEI, объединяющие около 5 тыс. компаний, основали платформу «Индустрия 4.0» [2]. При поддержке платформы начали действовать самоорганизующиеся рабочие группы по различным аспектам внедрения проекта. В апреле 2014 г. платформа «INDUSTRIE 4.0» опубликовала первую версию эталонной модели архитектуры для INDUSTRIE 4.0 — Referenzarchitekturmodell für Industrie — RAMI 4.0 [3], цель которой — описание сложных взаимосвязей и разложение их на «удобные» фрагменты. Под новую архитектуру создаются новые стандарты DIN. 14 апреля 2015 г. была опубликована стратегия разворачивания проекта с промежуточными датами по каждому разделу до 2020 г.

В последние годы подобные инновации получили распространение в других промышленно развитых странах. В США эта инициатива возникла под названием «Промышленный интернет-консорциум», или сокращенно ПС. Консорциум промышленного интернета был основан в марте 2014 г. компаниями AT&T, Cisco, General Electric, IBM и Intel. Это некоммерческая организация, которая к началу 2016 г. имела уже более 200 членов, среди участников также неамериканские компании. В Японии есть проекты под названием «Инициатива по цепочке создания стоимости в промышленности», или сокращенно ІVI, лидерами которой являются крупные японские компании. В пятилетнем плане 2015 г. Китай также выступил с инициативами, аналогичными немецкой платформенной индустрии 4.0. Они должны существенно поддержать желаемый переход от страны с низкой заработной платой к мировой промышленной державе. Южная Корея инвестирует в так называемые умные фабрики. В некоторых европейских странах существуют другие виды деятельности, сопоставимые с платформой INDUSTRY 4.0, например во Франции под названием Industrie du futur.

Четвертый этап революционных преобразований в промышленности и, возможно, в социальной сфере, которые мы переживаем в настоящее время,

основан на следующих четырех ключевых направлениях деятельности:

- широком (всепроницающем) распространении Интернета и подключении к нему самых разнообразных неодушевленных объектов (интернет-вещей), оснащенных проводным или беспроводным стандартизованным каналом связи с информационно-коммуникационной сетью и всемирной системой объединенных компьютерных сетей для хранения и передачи информации;
- интенсивном развитии концепции кибер-физических систем – информационно-технологической концепции, подразумевающей интеграцию вычислительных ресурсов в физические сущности любого вида, включая биологические и рукотворные объекты (рис. 1);
- разработке и реализации принципов построения умных фабрик – максимально интенсивного и всеобъемлющего использования сетевых информационных технологий и киберфизических систем на всех этапах производства продукции и ее поставки – создания ценности (рис. 2 и 3);
- активном применении цифровых двойников – цифровых копий физических объектов и/или процессов;
- адаптации идей искусственного интеллекта и глубокого машинного обучения, основанного на теории искусственных нейронных сетей, применительно к производственным процессам и технологиям.

Авторы проекта убеждали и продолжают убеждать, что мы стоим у истоков фундаментальных изменений, по масштабу и последствиям четвертая промышленная революция радикально отличается от всех предыдущих и человечеству предстоит увидеть ошеломляющие технологические прорывы.



Рис. 1. Обобщенная структура киберфизической системы промышленных (машиностроительных) производств



Рис. 2. Умные производственные системы (smart factories)



Рис. 3. Сквозное полностью цифровое системное проектирование по всей цепочке создания ценности – digital end-to-end engineering across the entire value chain of both the product and the associated manufacturing system («цифровое производство» авиационных двигателей ПД-14 для авиалайнера МС21)

NDE 4.0

Идея усиленной интеграции киберфизических систем в производственные процессы, начиная с этапов проектирования высокотехнологичных изделий и проектирования/конфигурирования самих умных фабрик, на основе единого информационного и физического пространства, позволяющего в перспективе взаимодействовать между собой элементам распределенных производственных систем и системам в целом без участия человека, т.е. полностью автоматически, неизбежно захватила и специалистов в области методов, приборов и технологий неразрушающего контроля. Объективная необходимость встраивания методов, технологий и оборудования НК в умные распределенные процессы проектирования, производства и сопровождения продукции сформировала **новое междисциплинарное научно-техническое направление NDE 4.0 как область знаний о физических методах и устройствах для обнаружения неоднородностей материалов и изделий, а также определения их геометрических и физико-механических характеристик в целях количественной оценки структурной целостности и соответствия заданным проектным параметрам с использованием основных технических идей и принципов организации умных фабрик — INDUSTRY 4.0**

(включая единые принципы стандартизации и метрологического обеспечения). Целью развития указанного направления является построение сетей связанных интеллектуальных датчиков, образующих большие системы, встроенные в инфраструктуру распределенных «умных» предприятий/производств, развитие смежных инженерных дисциплин как основы обеспечения автономного долговременного функционирования этих систем на базе реалистичных моделей средств НК и МС, встроенных в робототехнические комплексы, использующих глубокое/машинное обучение, с последующей реализацией принципов искусственного интеллекта при НК и МС с учетом трендов ИНДУСТРИИ 4.0, а также решение задач, связанных с переходом от автоматизированного к автоматическому НК и МС в пределах полного жизненного цикла сложных технических систем и высокотехнологичных изделий.

Ключевой является идея встраивания средств и технологий НК в киберфизические системы и распределенные умные фабрики на основе реализации стратегии — реализация принципов организации единого физического и информативного пространства, позволяющего в том числе практически рассмотреть применение бесконтактных методов НК в поточном высокотех-

нологичном производстве. Это позволяет выделить группу терминов и направлений, объединяющих в единое целое процессы в рамках INDUSTRY 4.0 и NDE 4.0 (рис. 4) путем адаптации технологий и знаний связанных научных и технических направлений (например, метрологии, стандартизации, микроэлектроники, физики, материаловедения и многих других).

Обеспечение указанных целей и принципов при проектировании и построении структурных элементов умных производств и умных производств в целом требует изменения структуры измерительных преобразователей и средств НК в целом с учетом того, что они фактически должны быть многопараметрическими средствами измерения, обеспечивающими получение метрологически достоверной информации о контролируемых параметрах при подавлении мешающих факторов. Это предполагает применение интеллектуальных преобразователей — аддитивных датчиков с функциями метрологического самоконтроля [4], структура которых в киберфизической системе и умном производстве в целом, а также обеспечиваемые (выполняемые) функции представлены на рис. 5.

Также следует учитывать, что разработчики средств НК должны участвовать на всех этапах создания умных фабрик в рамках соблюдения единых принципов структурирования и проектирования, а также обеспечения достоверности получаемой информации и надежности при принятии управленческих решений. Разработка продукта (ценности), процесса и технологии его изготовления, сервиса, а также системы НК и МС, основанных на адекватных цифровых моделях, должна являться единым целым, основанным на общих принципах построения, стандартизации и метрологического обеспечения (рис. 6).



Рис. 4. Термины и направления деятельности, единые для процессов в рамках INDUSTRY 4.0 и NDE 4.0



Рис. 5. Структура перспективных интеллектуальных измерительных преобразователей и их сопряжение с киберфизическими системами (CPS) умных производств

Кроме разработок отдельных специалистов, университетов и предприятий, в ряде стран по инициативе национальных и межгосударственных общественных организаций были созданы рабочие группы и исследовательские центры, в задачу которых входит выработка и последующая поддержка коллективного взгляда на будущие требования к НК в передовых отраслях про-

мышленности, а также формирование соответствующего перечня предложений для промышленных и государственных структур, обеспечивающих достижение синергетического эффекта на межотраслевом, национальном и международном уровнях, в конечном итоге направленном на обеспечение безопасности и улучшение благосостояния населения.

В Германии в структуре Германского общества по неразрушающему контролю выделено направление НК 4.0, в составе которого ведется работа четырех рабочих групп:

- аддитивное производство;
- интерфейсы для передачи данных и хранение данных;
- взаимодействие человека и машины;
- машинное обучение.

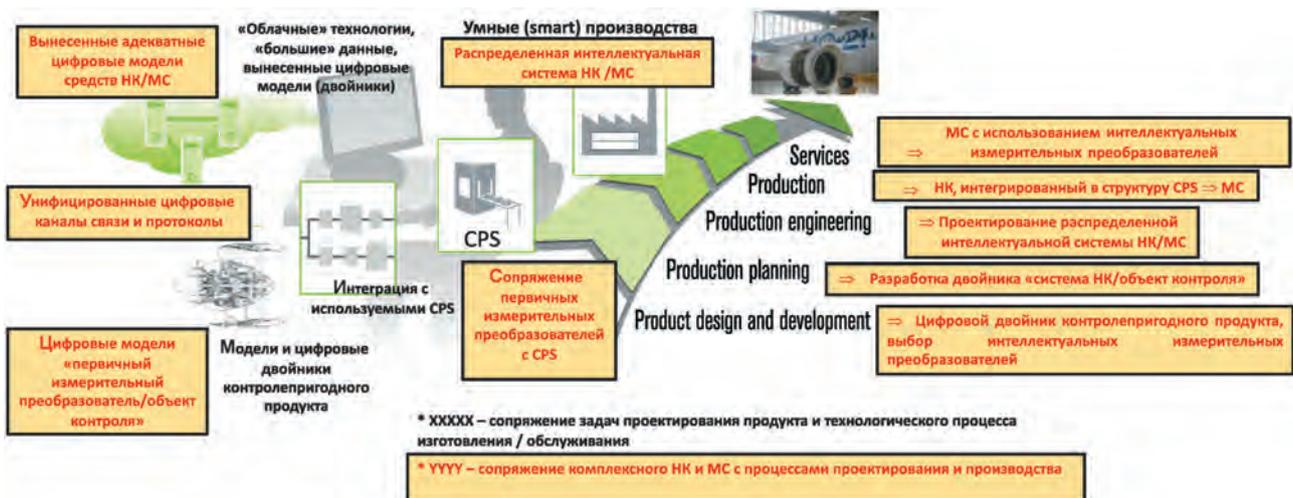


Рис. 6. Интеграция системы НК и МС в единую цифровую цепочку создания продукта (ценности), реализующую принцип digital end-to-end engineering across both entire value chain of the product and the associated manufacturing system (цифровая комплексная разработка всей цепочки создания ценности продукта и соответствующей производственной системы)

В Великобритании с участием BINDT был создан Исследовательский центр по НК (Research Centre in NDE – RCNDE) как ведущее научно-промышленное объединение, осуществляющее промышленно значимые исследования в области НК и структурного мониторинга состояния конструкций, объединяющее более 50 организаций, представляющих аэрокосмос, электро- и ядерную энергетику, нефтегазовую отрасль, оборонные и промышленные сектора.

EFNDT и ICNDT также организовали рабочие группы, в состав которых входят представители большинства национальных обществ.

NDE 4.0: КЛЮЧЕВЫЕ ЦЕЛИ (ЗАДАЧИ) И ПРОГНОЗЫ

Одной из задач рабочих групп и исследовательских центров была выработка неких взглядов на требования **собственно к технологиям и средствам НК и МС** на ближайшую (5 лет), среднюю (10 лет) и дальнюю (25 лет) перспективу, учитывающую вовлеченность в процессы, происходящие в промышленности ведущих мировых держав. Обобщение опубликованных исследований, проводимых примерно с 2010 г., позволяет выделить представленные ниже задачи, прогнозы и направления деятельности, учитывающие отдельные отраслевые тенденции, технологические возможности, инновации, будущие отраслевые потребности и потребности компаний, рыночные, нормативные, экологические и экономические факторы, а также фактор безопасности, сделанные на период примерно 2012–2045 гг. Задачи и прогнозы указали на новые (потребные) возможности НК, а также новые промышленные приоритеты, ориентирующиеся на эти возможности, и наоборот.

Обобщенные задачи и прогнозы включали:

- задачи и прогнозы развития новых технологий НК и МС: контроль композиционных материалов, функциональных покрытий, печатных материалов, определение характеристик дефектов и чувствительности контроля, бесконтактный контроль и др.;
- задачи и прогнозы в области структуры средств контроля материалов и изделий при производстве и эксплуатации: многопараметровый автоматический контроль, моделирование процесса контроля и сбора данных и др.;
- задачи и прогнозы технологического контроля при производстве изделий: самотестирование и самодиагностика средств НК, мониторинг состояния на всем жизненном цикле, машинное обучение, оценка и прогнозирование показателей надежности изделий и др.

Задачи и прогнозы в части методов, средств и технологий получения измерительной информации в таблице выделены зеленым шрифтом, крас-

ным – в части развития аппаратных средств автоматизации НК, синим – программных и аппаратных средств сбора и обработки измерительной информации, а также принятия решений.

Ключевое положение для обобщенного первого пятилетнего прогноза заключается в возможности благодаря достижениям в области методов, средств и технологий НК, ориентированных на использование в автоматизированном производстве, перейти к применению на предприятиях высокоточного высокоскоростного роботизированного НК, выполняемого бесконтактно в локальном физическом и информативном пространстве объекта контроля, соответствуя требованиям краткосрочного бизнес-планирования отдельных предприятий, а также определение тех потребностей бизнеса НК, которые должны быть решены на последующих этапах планирования.

Десятилетний обобщенный прогноз касается развития перспективных технологий как некоего плацдарма для перехода к безлюдным (автоматическим) технологиям НК в составе распределенных умных производств. При этом характерно, что потребности касаются не отдельных предприятий, а группы смежных производств, требующих организации свободного доступа к использованию данных НК и преодоления существующего в настоящее время ограничения с точки зрения обеспечения безопасности. В соответствии с прогнозом ключевым должно быть развитие высокопроизводительных сетей интеллектуальных измерительных преобразователей и средств обработки информации с применением многоуровневого моделирования как основы мониторинга состояния высокотехнологичных объектов, требующих использования распределенных интеллектуальных измерительных преобразователей, построенных, возможно, на одной из унифицированных баз и применяемых в технологическом процессе производства.

Для двадцатипятилетнего прогноза ключевыми фактически являются уход от разрушающего контроля (испытаний) при условии развития неразрушающего контроля как междисциплинарного направления и тотальный переход к мониторингу состояния как основы качества и работоспособности изделий, а также мониторингу самого технологического цикла производства при условии полностью автоматической обработки результатов и принятия решений на всех уровнях с использованием адекватных моделей, в том числе при общении встроенных в процесс киберфизических систем. При этом время, затрачиваемое на НК, не будет удлинять производственный цикл. Бесконтактные измерения в едином информационном и физическом пространстве при применении принципиально новых контролепригодных материалов должны стать реальностью.

Ключевые задачи и прогнозы в области НК и МС на 5, 10 и 25 лет

Через 5 лет	Через 10 лет	Через 25 лет
Новое в технологии контроля		
<ul style="list-style-type: none"> Использование теории материаловедения для повышения достоверности выявления и определения характеристик дефектов Контроль объектов сложной геометрии, в том числе многослойных со сложной внутренней структурой и неконтролепригодных ранее Уменьшение объема или полное исключение ручного контроля с последующей заменой роботизированным НК Использование манипуляторов с постоянно установленными или встроенными датчиками, применение локальных систем мониторинга Усложнение расчетных моделей с последующей экспериментальной проверкой Совместная обработка данных в режиме реального времени 	<ul style="list-style-type: none"> Системы моделирования методов и технологий НК Физические модели «измерительный преобразователь – объект контроля» и использование вероятностного подхода при выявлении дефектов (PoD) Единый формат данных, стандартизованные протоколы передачи данных, сжатие объема сохраняемых данных Распределенные сети измерительных преобразователей Автоматическая адаптация к характеристикам материала, многопараметровый контроль для подавления мешающих параметров Измерение механических характеристик материалов Универсальное автономное адаптируемое оборудование для удаленного НК Автоматическая обработка данных онлайн, помощь оператору в принятии решений Автоматический НК с использованием удаленного доступа 	<ul style="list-style-type: none"> НК изделий из любых материалов с полным 3D-отображением структуры Быстрый, бесконтактный НК больших площадей и на больших расстояниях датчиками без механического сканирования Построение моделей с учетом реальных свойств используемых материалов для оценки состояния конструкций Создание «цифрового двойника» объекта для оценки состояния конструкций в течение жизненного цикла Функциональная совместимость систем НК и мониторинга, полная автоматизация обработки данных Внедрение систем искусственного интеллекта Биологические датчики
Новое в структуре средств контроля материалов и изделий		
<ul style="list-style-type: none"> Минимизация объема ручного контроля Широкое использование роботов и манипуляторов для НК и МС эксплуатируемого оборудования, особенно при ограничении доступа или в неблагоприятных условиях Использование долговечных, надежных, постоянно установленных датчиков, объединенных в распределенные сети для мониторинга развития дефектов Локальные системы мониторинга состояния в ответственных недоступных областях эксплуатируемых изделий 	<ul style="list-style-type: none"> Расширение областей мониторинга и скрининга на объектах больших площадей Автоматические самокалибрующиеся датчики с расширенным сроком службы Переход от неразрушающего контроля к мониторингу состояния Широкий выбор универсальных платформ для удаленного и автоматизированного производственного НК (кранулеры, БПЛА и т.д.) 	<ul style="list-style-type: none"> Полное оснащение заводов системами НК с дальностью 10 – 100 км Методы самоконтроля для производственных структур, умные системы неразрушающего контроля и мониторинга состояния Интеграция систем мониторинга и НК в структуру умного предприятия для получения полной информации о его состоянии и оптимизация его функционирования
Новое в технологическом контроле при производстве изделий		
<ul style="list-style-type: none"> Развитие технологического мониторинга производственных процессов (для металлических и неметаллических изделий) НК для изделий, изготовленных по аддитивным технологиям Высокоточный роботизированный НК для протяженных/крупногабаритных объектов сложной формы 	<ul style="list-style-type: none"> Онлайн-томография изделий, изготавливаемых по аддитивным технологиям Операционный технологический НК в процессе производства, заменяющий выходной контроль 	<ul style="list-style-type: none"> Разработка материалов, удобных для НК Конструирование оборудования/изделий с учетом контролепригодности Комплексная оценка продукции, при которой качество каждого из компонентов должно обеспечивать прогнозируемые эксплуатационные характеристики Полный мониторинг цикла производства продукции от заготовки до покупателя Проведение НК без увеличения длительности производственного цикла

Основополагающими моментами, обеспечивающими реализацию указанных в таблице задач в контексте решения аналогичных задач в рамках инициативы INDUSTRIE 4.0, кроме собственно развития НК как междисциплинарного направления, являются: обеспечение достоверности, а возможно, и избыточности, многопараметрической первичной измерительной информации, гарантированной адекватности двойников изделий, средств НК и моделей «многопараметрический измерительный преобразователь – объект контроля», а также подтвержденной квалификации пользователей, что может гарантироваться только соответствующей системой метрологического обеспечения и стандартизации, позволяющей реализовать единство подходов при построении измерительных преобразователей и распределенных сетей, каналов связи и форматов данных в рамках единства терминов и определений.

Следует также обозначить общетехнические задачи, решение которых будет базой для практической реализации указанных целей:

- 1) **разработка базовых принципов построения и реализации автономных монокристаллических (монокорпусных) интеллектуальных первичных измерительных преобразователей для умных распределенных систем с возможностью самотестирования и удаленной калибровки (поверки), обеспечивающих:**
 - автоматическую коррекцию погрешности, появившейся в результате воздействия мешающих параметров и/или старения компонентов;
 - самовосстановление при возникновении единичного дефекта в датчике;
 - самообучение с использованием цифровых моделей в облачном пространстве;
 - передачу информации по беспроводным быстродействующим цифровым каналам связи;
- 2) **обеспечение системного подхода к измерениям в области НК как многопараметрическим, учитывающим влияние контролируемых и мешающих параметров на результаты измерения;**
- 3) **разработка, стандартизация и законодательное утверждение новых принципов метрологического обеспечения распределенных сетей интеллектуальных измерительных преобразователей:**
 - обеспечение прослеживаемости измерительной информации, получаемой при процедурах контроля, к первичным эталонам, обеспечивающим единство и достоверность исходных данных для систем мониторинга и управления;
 - обеспечение адекватности процедур самоконтроля и самокалибровки первичных измерительных преобразователей (интеллектуальных датчиков);
 - метрологическое обеспечение и верификация методик интерпретации получаемых данных,

включая цифровые модели распределенных систем НК;

- метрологическое обеспечение и валидация расчетных моделей (цифровых двойников) объектов контроля;
 - аттестация методик контроля на основе комплексных испытаний на реальных объектах или контрольных образцах;
- 4) **оснащение автономных средств измерения (СИ) беспроводным коммуникационным оборудованием для подключения через Интернет к единому облачному пространству:**
 - разработка и утверждение (стандартизация) формата представления измерительной информации;
 - создание аппаратно-программной платформы (платформ) для обмена данными, а также сбора и обработки информации от средств измерения, подключенных к Интернету (единому облачному пространству);
 - разработка и утверждение единого универсального формата представления данных о средстве измерения (тип, заводской номер, метрологические характеристики и т.д.);
 - 5) **разработка и утверждение единого подхода к построению программно-аппаратных платформ сбора и обработки данных в части:**
 - универсальных форматов сбора и хранения информации;
 - правил использования цифровых моделей для обработки исходных данных;
 - формата размещения данных в облачных хранилищах;
 - требований по защите информации;
 - 6) **разработка системы метрологического обеспечения многоуровневых цифровых моделей (в том числе облачных) распределенных автономных средств измерений (интеллектуальных датчиков) и объектов контроля для расчета контролируемых параметров и параметров надежности объектов, гарантирующих:**
 - адекватность и полноту используемых физических моделей;
 - применимость используемых математических методов;
 - точность задания параметров моделируемых объектов и граничных условий их применения;
 - испытание цифровых моделей при утверждении типа измерительных преобразователей;
 - возможность ведения реестра цифровых моделей;
 - возможность аттестации персонала и аккредитации организаций на право использования цифровых моделей для прогнозирования и управления реальными объектами и процессами;

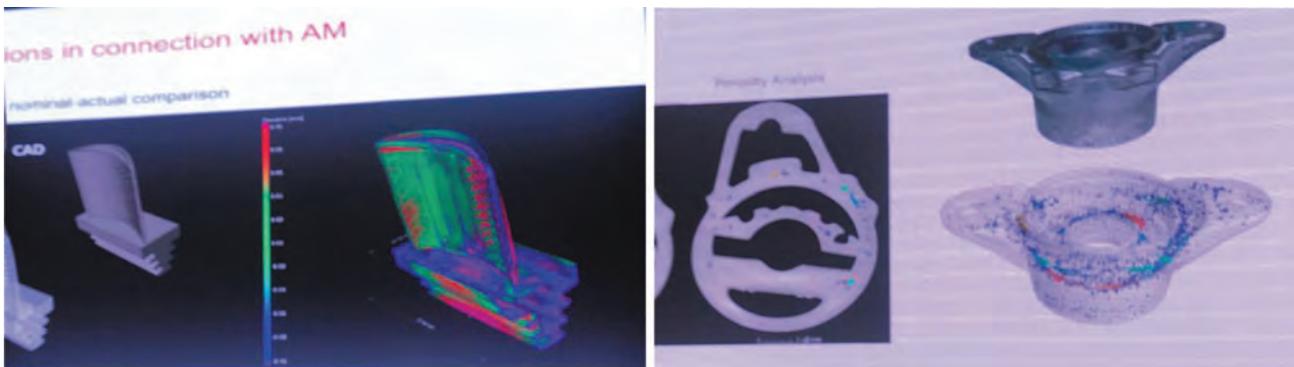


Рис. 7. Результаты автоматического контроля деталей сложной формы с градацией шероховатостей и выделением дефектных областей или участков изделий

7) создание организационно-правовой системы и инженерно-технической инфраструктуры для установления полноты и адекватности цифровых моделей (верификации), установления ограничений их применимости (валидации), а также контроля за корректностью применения цифровых моделей в реальных условиях.

NDE 4.0: примеры достижений

Ряд концернов, пытающихся локально реализовать основные идеи стратегической инициативы, основываясь на выделенных направлениях развития в рамках принятых терминов и определений, общих для INDUSTRY 4.0 и NDE 4.0, спроектировали и создали предприятия или производственные участки, которые в целом могут быть отнесены к умным фабрикам с единым физическим и информационным пространством, основанным на киберфизических системах, использующих цифровые двойники изделий, с встроенными системами контактного или бесконтактного неразрушающего контроля и мониторинга состояния изделий и самих технологических процессов производства, реализующих в совокупности принципы «digital end-to-end engineering across the entire value chain of both the product and the associated manufacturing system» (см. рис. 6).

Концерн BMW (FRG) разработал автоматическую поточную производственную линию со встроенной системой 3D-рентгеновской томографии металлических деталей сложной формы для автомобиле- и авиастроения, отвечающей большинству признаков умных производств и тенденций INDUSTRY 4.0 и NDE 4.0. Отличительные черты производственной линии, интегрированной с системой контроля в рамках единого физического и информационного пространства:

- виртуальная модель «система НК – объект контроля» для всех контролируемых деталей;
- автоматические процессы обработки результатов (больших массивов данных) и принятия решений по результатам контроля;

- физическая и модельная привязка системы НК к технологическому процессу производства;
- интеллектуальный измерительный преобразователь с функциями самотестирования;
- программное обеспечение с функциями глубокого обучения (модель нейронной сети);
- переход от НК к МС изделий и технологического процесса производства;
- расширенный интервал автоматической калибровки.

Однако система не использует облачные технологии, отсутствует доступ к результатам контроля у сторонних организаций, не используются прочие интернет-технологии, которые должны стать ключевыми для распределенных умных фабрик. Все процедуры, связанные с хранением и обработкой данных, реализованы в рамках закрытых внутренних сетей концерна, обеспечивающих безопасность при их применении. Примеры результатов контроля деталей сложной формы представлены на рис. 7.

Концерн «Тойота» при участии фирмы Tessonics разработал автоматическую поточную линию сварки кузовов автомобилей со встроенной системой мониторинга технологического процесса сварки и управления сварочным оборудованием непосредственно в процессе сварки. Уникальностью оборудования является то, что в один из сварочных электродов встроен охлаждаемый ультразвуковой совмещенный пьезопреобразователь, работающий в эхо-режиме (рис. 8).

В процессе сварки контролируется формирование ядра сварки. Графическое (восстановленное) изображение позволяет оценить параметры формирующегося ядра в процессе сварки и корректировать параметры технологического процесса. При этом в режиме реального времени проводится контроль глубины проникновения ядра сварки в пластины, момента начала плавления, скорости затвердевания расплава, факта выплеска и момента выплеска с возможностью оперативно-

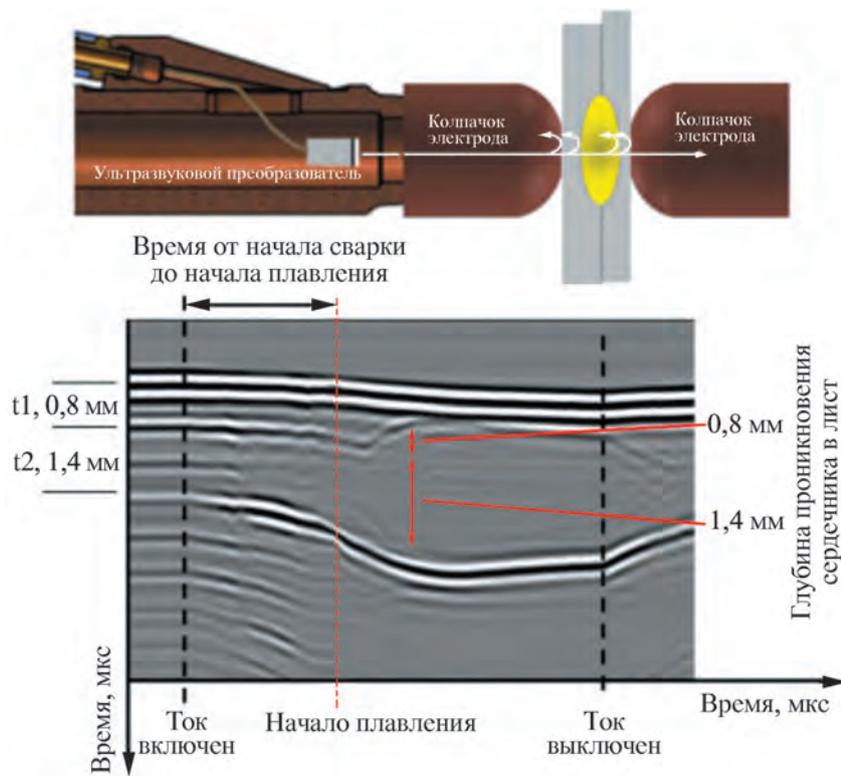


Рис. 8. Электроды сварочного автомата со встроенным ультразвуковым совмещенным преобразователем и временная диаграмма, иллюстрирующая процесс формирования ядра

го управления параметрами сварочного процесса в реальном времени. Моделирование процесса контроля сопряжено с необходимостью учета состояния металла в процессе сварки, что накладывает дополнительные требования к валидации систе-

мы и всего комплекса аппаратного и программного обеспечения. Дополнительно реализована система глубокого обучения (разработка соответствующих методик, образцов и алгоритмов). Все процессы, с учетом их быстротечности, выполняются

автоматически, также автоматически выполняется самотестирование оборудования, обеспечивающее высокую достоверность результатов на длительных временных интервалах эксплуатации. Оборудование позволяет реализовать еще одно из требований – неизменность времени основных технологических процессов при введении операций неразрушающего контроля. Однако этой системе также присущи ограничения, связанные с нерешенностью вопросов обеспечения безопасности и скорости передачи информации с использованием облачных технологий. Все процессы обработки и хранения информации выполняются с применением исключительно заводского оборудования.

В ряде случаев возникает задача автоматического неразрушающего контроля в процессе монтажа/изготовления высокотехнологичного оборудования на различных заранее подготовленных площадках, в частности оборудования на атомных электростанциях. При этом ставится задача замены рентгеновского контроля на ультразвуковой. По заказу концерна «РОСАТОМ» фирмой «ЭХО+» была разработана автономная система размерного ультразвукового автоматического

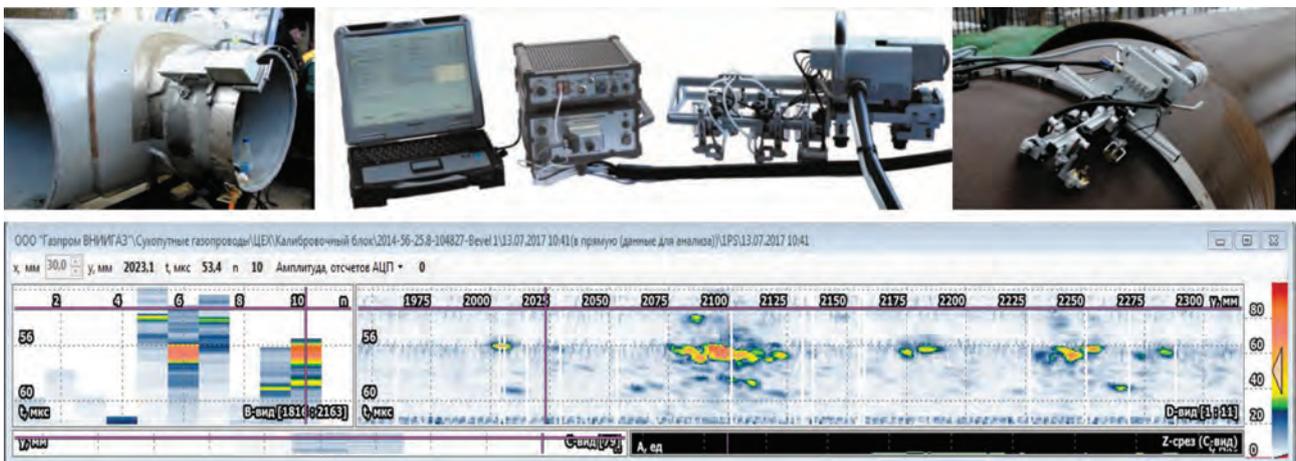


Рис. 9. Автономная система размерной ультразвуковой автоматической дефектоскопии при контроле сварных швов с использованием методов TOFD и фазированных решеток и автоматическое формирование результатов контроля

контроля сварных швов с использованием методов TOFD и фазированных решеток (рис. 9). Были решены задачи:

- совместной когерентной обработки тысяч эхо-сигналов для получения изображения отражателей с высокой фронтальной разрешающей способностью и низким уровнем шума;
- восстановления изображения отражателей с учетом эффектов преломления и отражения от границ объектов контроля и смены типа ультразвуковых волн, анизотропных и неоднородных свойств материала в районе сварного шва и неоднородных границ объекта контроля.

Это потребовало создания виртуальной библиотеки образов дефектов, располагаемой в облачном пространстве, а также методик использования при обратных преобразованиях и автоматическом формировании результатов контроля.

Применение указанных в таблице методов, технологий и методик обратных преобразований в сочетании с облачными технологиями позволило добиться результатов ультразвукового контроля, сопоставимых с рентгеновскими (рис. 10).

Однако основным вопросом, ограничивающим применение системы контроля, является необходимость использования облачных технологий, безопасного хранения и доступа к виртуальным моделям и образам типовых внутренних дефектов, а также неопределенность процедур верификации и валидации моделей и методик проведения неразрушающего контроля.

Также следует отметить достижения в применении бесконтактных методов и технологий при неразрушающем контроле и мониторинге. При рассмотрении задач, являющихся ключевыми в направлениях INDUST-

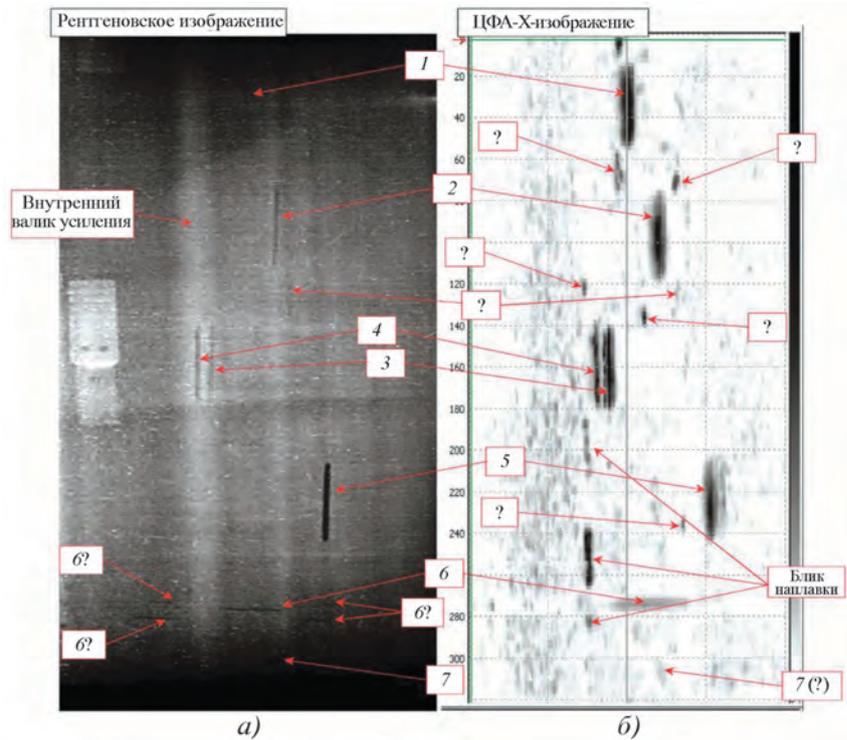


Рис. 10. Рентгенограмма всего образца (а) и свернутое по максимуму изображение С-типа, полученное как объединение по среднему на поперечной волне в режиме тройного сканирования (б)

RY 4.0 и NDE 4.0, также акцентировано внимание на необходимости мониторинга состояния изделий на протяжении всего жизненного цикла и развития бесконтактных методов и технологий неразрушающего контроля. В качестве примера решения таких задач можно привести совместную работу фирм Boeing, Airbus и Automation Technology (FRG) – технологию и методику мониторинга состояния нового поколения самолетов «Боинг 787» и «Аэрбас 350» с большим числом стеклопластиковых элементов и узлов в процессе эксплуатации. Одна из главных задач – стопроцентный высокопроизводительный НК обшивки фюзеляжа при плановых обследованиях в ангарах и оперативный НК в полевых условиях в случае механических воздействий на элементы конструкции самолетов (удары птиц, молний, столкновения с наземным оборудованием и др.). Комитет по

ремонту композитов коммерческой авиации (CACRC) сталкивается с этими проблемами при необходимости принятия оперативных решений по дефектации и ремонту на разных континентах. Именно активная термография удовлетворяет указанным требованиям для этих моделей самолетов. Форма отчетных документов позволяет пересылать их высококвалифицированным экспертам в любую точку мира (например, в проектные бюро) для принятия решения об уровне опасности дефектов и необходимости проведения ремонта. Методы активной термографии и выпускаемое на их базе оборудование все активнее развиваются как базовые для вновь проектируемых крупногабаритных изделий авиа- и ракетостроения. В частности, ведутся работы по использованию вихревых токов в качестве источника теплового нагружения, решаются вопросы автоматизи-



Рис. 11. Система активной термографии C-CheckIR. Варианты исполнения и применение

рованного контроля с применением многокоординатных роботов и пр. Описываемая система включает в свой состав один из вариантов исполнения переносного мобильного комплекса активной термографии C-CheckIR (рис. 11), методики применения, программное обеспечение для безбазовой привязки результатов контроля к цифровым двойникам воздушных судов, автоматические интерфейсы для передачи защищенной информации, системы автоматической обработки результатов и принятия решения о критичности выявленных повреждений конструкции и выдачи заключений о необходимости проведения ремонтных работ и остановки эксплуатации (рис. 12).

Система обеспечивает практически полную автоматизацию процессов передачи и обработки информации, а также частичную

автоматизацию при формировании перечня рекомендаций для эксплуатирующих организаций. В ходе разработки решен вопрос защиты информации при ее передаче от места проведения контроля до головных офисов фирм — разработчиков самолетов. Можно утверждать, что эта система обеспечивает риск-ориентированный подход при эксплуатации высокотехнологичного оборудования в распределенной системе эксплуатации и обслуживания.

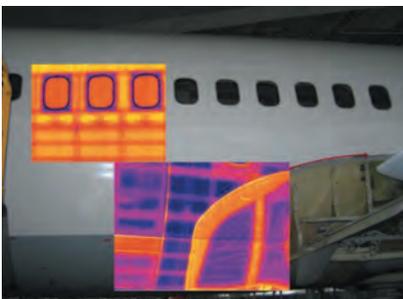
Можно привести еще достаточно яркие примеры решений в области неразрушающего контроля и мониторинга состояния, которые можно в целом отнести к направлению NDE 4.0, в том числе в области аддитивных технологий. Однако следует констатировать, что они носят локальный характер и многими специалистами рассматривают-

ся как достижения в области роботизации и автоматизации процессов обработки измерительной информации, а не ростки действительно революционных изменений.

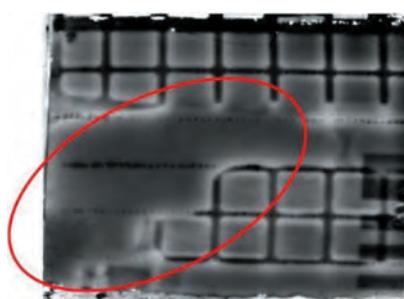
Интеграция INDUSTRY 4.0 и NDE 4.0. Некоторые промежуточные итоги

Прошедшие десять лет позволяют подвести некоторые итоги и связать результаты проекта INDUSTRIE 4.0 (направления INDUSTRY 4.0) и фактически инициированного специалистами в области НК междисциплинарного направления NDE 4.0.

Прежде всего следует отметить, что параллельно с разработками в технической сфере в рамках стратегической инициативы INDUSTRIE 4.0 были обозначены различные проблемы и риски, связанные с реализацией проекта: информационная безопасность, изменения на рынке труда (обучение новым компетенциям, исчезновение старых профессий), вовлечение в процесс не только промышленных гигантов и государственных корпораций, но и неизбежное вовлечение малых и средних предприятий, составляющих основу немецкой и мировой экономики. Казалось, что вот-вот произойдет что-то грандиозное. Индустрия 4.0 выйдет, наконец, из стадии планирования и исследований в цеха и начнет приносить свои плоды. Прошло десять лет, новые тех-



а)



б)

Рис. 12. Привязка дефектограмм участков в районе иллюминаторов и крыла с изображением самолета в отчетном документе для последующей обработки результатов применительно к цифровому двойнику самолета и принятия решения (а) и дефектограмма с местами расслоения стеклопластиковых элементов фюзеляжа (б)

нологии действительно впечатляют. Но в большинстве случаев они созданы фактически вне рамок немецкого проекта и не относятся к реформированию производства как такового. При этом утверждается, что настоящая революция еще впереди. Индустрия 4.0 еще не достигла цели, первое десятилетие было учебным. Но даст ли рынок компаниям еще десять лет на раскачку?

Опросы немецких предприятий выявили проблемы пробуксовки Индустрии 4.0, среди которых: недостаточность финансовых ресурсов (77 % опрошенных); требования к конфиденциальности (61 %) и ИТ-безопасности (57 %); нехватка специалистов (55 %). Несмотря на то что 95 % немецких промышленных компаний по-прежнему рассматривают INDUSTRY 4.0 как шанс для своего бизнеса, две трети (66 %) честно признали себя отстающими [5]. В последние годы прирост производительности труда в Германии самый низкий со времен Второй мировой войны. Всплеска, связанного с INDUSTRY 4.0, за исключением небольшого количества локальных решений в рамках ведущих мировых концернов, например «Сименс», не наблюдается. Многие производственные компании переключились на внедрение разнообразных цифровых систем, но явной отдачи от этих инвестиций пока нет. При этом оставшиеся «без присмотра» фундаментальные проблемы в цехах остаются нерешенными. Очевидно, что необходимо трезво посмотреть на неизбежность внедрения цифровых технологий как основы всей четвертой промышленной революции (а ведь прошло всего десять лет) и еще раз (через сорок лет!) подтвердить верность и неизбежность проявления парадокса Солоу (парадокса производительности) [6], определенного в восьмидесятых годах прошлого века как воспринимаемое несоответствие между показателями инвестиций в информационные технологии (ключевые в инициативе INDUSTRIE 4.0) и показателями выпуска продукции на национальном, а в настоящее время и международном уровне. Это еще раз подтверждает вывод о том, что в очередной раз мы наблюдаем отложенный во времени экономический эффект, что неоднократно наблюдалось при внедрении действительно прорывных технологий. В частности, в электроэнергетике эффект стал явно ощутимым лишь через 40 лет после начала электрификации. Аналогичная картина наблюдается в годы разворачивания проекта INDUSTRIE 4.0. Немецкие предприятия в последние годы все больше инвестируют в научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКР) и информационные технологии. Но проблема в том, что одновременно сокращаются вложения в совершенствование продуктов, процессов и оборудования.

Происходит снижение темпа роста производительности. Также в качестве причин парадокса следует выделить управленческие ошибки, связанные с объективным отсутствием компетенций и опыта в вопросах глобальной цифровизации, вытекающее отсюда недостаточное использование потенциала новых технологий, негативные последствия увеличения объемов информации, высокие издержки на совершенствование технологических процессов при внедрении информационных технологий, завышенные ожидания. Необходимо признать, что ожидать сверхбыстрых экономических результатов от цифровой трансформации и внедрения новых технологий не приходится.

При этом базовым должен быть следующий тезис: цифровизация неэффективных процессов приводит лишь к неэффективным цифровым процессам, т.е. только комплексный подход позволит добиться значимых результатов.

Ключевые задачи и прогнозы, разбитые на три временных интервала, приведенные в таблице, а также указанные базовые общетехнические задачи при их комплексном решении могли бы в прошедшие десять лет и могут в будущем обеспечить технический и экономический эффект в рамках направления NDE 4.0. Некоторые методические и технические вопросы/задачи в области методов, средств и технологий НК (обобщенный первый пятилетний прогноз), не требующие объединения усилий в масштабах страны или на международном уровне, достаточно успешно решаются фирмами за счет собственных материальных и интеллектуальных ресурсов или при незначительной государственной поддержке. Однако задачи в рамках десятилетнего обобщенного прогноза, а также выделенные ключевые общетехнические задачи, не говоря уже о задачах двадцатипятилетнего прогноза, не могут быть решены в рамках фирм и даже концернов, так как имеют междисциплинарный характер и в общем случае требуют того или иного согласования и утверждения подходов на законодательном уровне (стандарты, нормативные документы, утвержденные методики и т.д.).

Действительно, анализ показывает, что в целом основные задачи обобщенного первого пятилетнего прогноза за прошедшие десять лет выполнены. Поэтому при подведении некоторых итогов развития направления NDE 4.0 с учетом объема и сложности задач следующих двух этапов и упомянутых уже общетехнических задач следует констатировать следующее:

- направление является междисциплинарным, охватывающим самые широкие области знаний и технологий, начиная от фундаментальных ос-

нов физических методов получения измерительной информации, микроэлектроники и программирования, метрологического обеспечения до безопасной передачи, хранения и обработки измерительной информации при обеспечении свободного доступа к ней специалистов в области технической диагностики и других смежных областей деятельности;

- необходимо прежде всего решить вопросы в области терминов и определений, разумно увязав их, но отнюдь не копируя, с уже утвержденными в ряде национальных стандартов терминами и определениями в части стратегической инициативы INDUSTRIE 4.0/INDUSTRY 4.0;
- необходимо организовать платформу NDE 4.0 под эгидой одного из национальных обществ либо EFNDT или ICNDT (по аналогии с принятыми организационными решениями в рамках стратегической инициативы INDUSTRIE 4.0). В крайнем случае попытаться открыть раздел NDE 4.0 на общепромышленных платформах (см., например, [2]);
- направление по-настоящему может развиваться только в рамках стратегической инициативы INDUSTRIE 4.0/INDUSTRY 4.0 при тесной кооперации со специалистами смежных областей деятельности, прежде всего материаловедов, технологов, специалистов в области математического моделирования, обработки и передачи информации, а также стандартизации;
- направление требует объединения усилий специалистов не только на национальном уровне, но и на межнациональном;
- специалисты в области НК и МС должны участвовать в работе профессиональных групп, решающих вопросы цифровизации в производственной и управленческой сферах;
- особое внимание следует уделить взаимодействию с метрологическим сообществом, так как наметился стремительный переход от неразрушающего контроля как испытаний к измерительному неразрушающему контролю с использованием цифровых моделей в рамках автоматических производств и измерительных систем, работающих в непрерывном цикле, предполагающих самотестирование и автокалибровку. Взаимодействие возможно на европейской или национальных метрологических платформах [7, 8].

Учет указанных требований, фактически сводящийся к объединению усилий сообществ специалистов и ученых разных профилей на межнациональном уровне, позволяет надеяться, что в ближайшие десять – пятнадцать лет будут решены задачи десятилетнего обобщенного прогноза и будут заложены основы автоматическо-

го многопараметрового неразрушающего контроля и мониторинга состояния высокотехнологичных изделий, сложных технических систем и технологических процессов их изготовления, а также риск-ориентированного подхода при эксплуатации до момента утилизации, обеспечивающие безопасность и комфорт жизни всего человечества.

Из положительного хочется отметить то, что в ICNDT сформирована активно работающая группа NDE 4.0, в состав которой вошли ведущие специалисты национальных обществ Азии, Европы и Америки. Были сформулированы основные направления работы и выделены приоритеты, намечены пути взаимодействия с ISO, решаются вопросы координации работ объединений специалистов и национальных обществ, актуальные вопросы регулярно обсуждаются на всемирных, европейских и региональных конференциях по неразрушающему контролю.

Библиографический список

1. **Industrie 4.0 und Echtzeit** / herausgegeben von: Wolfgang A. Halang, Herwig Unger. Springer Vieweg, 2014. (Informatik Aktuell). ISBN 978-3-662-45108-3
2. **What is the Plattform Industrie 4.0.** URL: <https://www.plattform-i40.de/IP/Navigation/EN/Home/home.html>
3. **Industrie 4.0: Das Referenzarchitekturmodell Industrie 4.0 (RAMI 4.0).** URL: https://www.plattform-i40.de/IP/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/zvei-faktenblatt-rami.pdf?__blob=publicationFile&v=4
4. **ГОСТ Р 8.673–2009.** Государственная система обеспечения единства измерений. Датчики интеллектуальные и системы измерительные интеллектуальные. Основные термины и определения. М.: Стандартинформ, 2019.
5. **Horn A.** Zehn Jahre Industrie 4.0: Null Produktivitätsfortschritt/Alexander Horn // Telepolis. 13 September 2021. URL: <https://www.heise.de/tp/features/Zehn-Jahre-Industrie-4-0-Null-Produktivitaetsfortschritt-6189847.html>
6. **Robert Solow.** "We'd better watch out" // New York Times Book Review, July 12, 1987, 36 p.
7. **Сясько В.А.** Неразрушающий контроль и вызовы четвертой промышленной революции // В мире НК. 2018. № 2. С. 8 – 12.
8. **Gogolinskiy K., Syasko V.** Prospects and challenges of the Forth Industrial Revolution for instrument engineering and metrology in the field of non-destructive testing and condition monitoring // Insight. 2019. No. 8. P. 434 – 447.

ВОЗБУЖДЕНИЕ ПОПЕРЕЧНЫХ ВОЛН ПУЧКОМ ПРОДОЛЬНОЙ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ВОЛНЫ



ШЕВАЛДЫКИН

Виктор Гаврилович

Д-р техн. наук, ООО «Акустические Контрольные Системы», Москва



САМОКРУТОВ

Андрей Анатольевич

Д-р техн. наук, ООО «Акустические Контрольные Системы», Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

Изложены условия экспериментального обнаружения слабого излучения поперечных ультразвуковых волн, исходящего от пучка продольных волн. Приведены результаты эксперимента, подтверждающие предположение о механизме возникновения этого излучения.

Хорошо известно, что головная волна, распространяясь по поверхности металла, излучает в его объем боковую поперечную волну под третьим критическим углом [1–3]. При измерении диаграммы направленности малоапертурного ультразвукового (УЗ) преобразователя поперечных волн, например, элемента антенной решетки, этот эффект искажает его диаграмму в области углов, больших третьего критического на 2–7°. Амплитуда боковой волны в этом секторе углов даже превышает амплитуду основной поперечной вол-

ны, излучаемой исследуемым преобразователем. Причем время задержки боковой волны непрерывно уменьшается при увеличении угла наблюдения, начиная от третьего критического, сначала на доли микросекунды, а затем и на единицы микросекунд. В результате интерференции основной и боковой волн на диаграмме направленности образуется большой выброс примерно при углах от 35 до 40° [4, 5].

Однако при снятии диаграммы направленности элемента электромагнитно-акустической (ЭМА) антенной решетки в области малых углов наблюдения, от нуля до 10–15°, был обнаружен некий слабый сигнал поперечной волны, интерферирующий с сигналом основной волны. Причем так же, как и при третьем критическом угле, этот сигнал опережал основной сигнал поперечной волны на изменяющееся от угла время от десятых долей микросекунды до 1,5–2 мкс [5]. Причину появления этого сигнала ничем нельзя было объяснить, кроме как возбуждением поперечной волны продольной волной, которую побочно излучал испытуемый элемент решетки в направлении углов 60–70°. Это объяснение было вначале принято в качестве рабочей гипотезы.

Если поперечная волна могла генерироваться пучком продольной волны, то направление ее распространения, отклоненное от оси этого пучка на угол, равный или близкий к третьему критическому, и должно было составлять малые углы с нормалью к поверхности, где располагался элемент решетки. Физически этот эффект мог быть вызван механизмом, аналогичным механизму генерации боковой поперечной волны головной волной.

Причина возникновения боковой волны от головной в том, что на поверхности полупространства вследствие продольных (горизонтальных) смещений частиц среды возникают вертикальные смещения. Их вызывают разрежения – сжатия среды в головной волне [3]. Пространственный период этих вертикальных смещений поверхности в направлении третьего критического угла образует пространственный период поперечных смещений боковой волны.

В пучке продольной волны разряжения-сжатия среды в продольном направлении вследствие эффекта Пуассона вызывают деформации среды в поперечном направлении. На оси пучка поперечные деформации каждого элементарного объема среды почти полностью компенсируются такими же деформациями соседних элементарных объемов, расположенных вблизи оси (рис. 1). Но на краях пучка такой компенсации нет, поскольку чем дальше от оси, тем меньше акустическое давление. И нескомпенсированные поперечные деформации элементарных объемов среды должны генерировать боковую поперечную волну так же, как это происходит в головной волне.

Экспериментальное подтверждение изложенной гипотезы было выполнено на полумонокристаллическом стальном образце радиусом 200 мм, используемом для снятия диаграмм направленности преобразователей. Схема эксперимента представлена на рис. 2.

На плоскую поверхность образца был установлен прямой пьезопреобразователь с рабочей частотой 2,5 МГц. На цилиндрическую поверхность установили малоапертурный ЭМА-приемник, способный принимать как продольные, так и поперечные волны. Место его установки выбрали на прямой, проходящей через центр цилиндрической поверхности под углом к плоской поверхности, немного превышающим третий критический, который для стали равен примерно 33°. Под таким углом (примерно 35°) обычно наблюдается максимум сигнала боковой волны.

При возбуждении пьезопреобразователя коротким импульсом на выходе ЭМА-приемника появлялась последовательность импульсов, пример которой изображен на рис. 3. Кроме им-

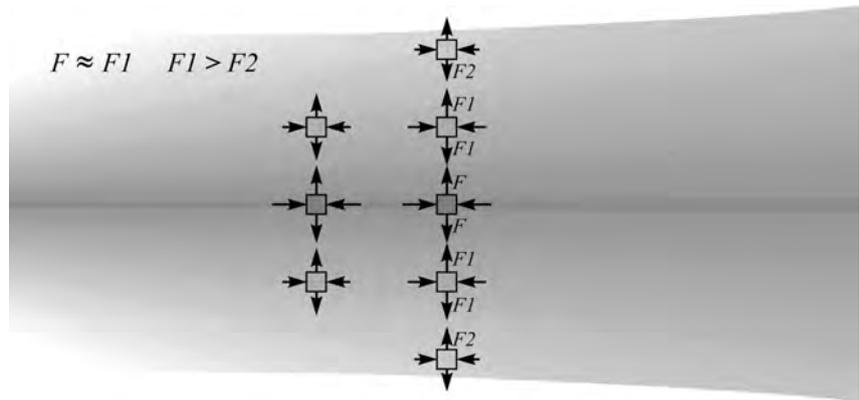


Рис. 1. Схема действия сил F на элементарные объемы среды в пучке продольной волны

пульса 1 — обычной наводки импульсы возбуждения излучателя — в ней присутствовал импульс 2 продольной волны, прошедшей напрямую к ЭМА-приемнику, и еще группа импульсов 3, 4, 5 почти вдвое дальше по времени.

Импульсы 4 и 5 — это импульсы прямого прохождения поперечной волны к приемнику от ближнего и дальнего краев апертуры излучателя. Времена

задержки сигналов продольной и поперечной волн точно соответствовали расчету. Растянутый во времени импульс 3 по времени задержки соответствовал прохождению сигнала по ломаной траектории (см. рис. 2). Часть его траектории — путь пучка продольной волны, другая часть — путь поперечной волны под углом 35° относительно нормали к пучку. Больше количество колебаний в

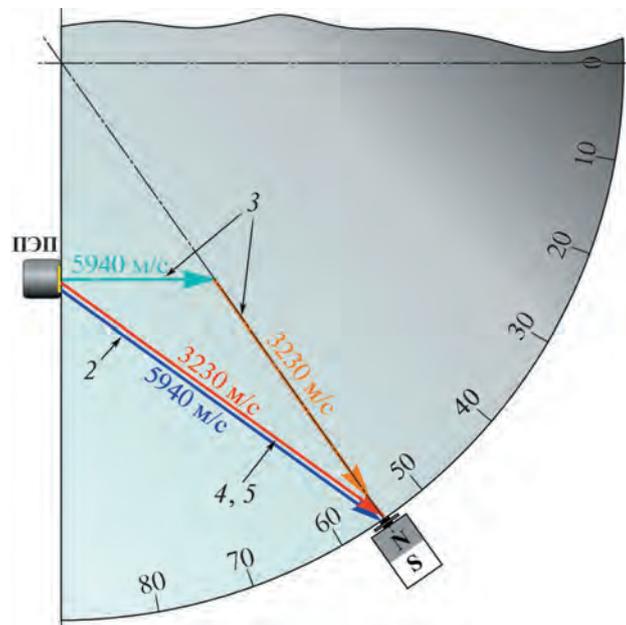


Рис. 2. Схема хода лучей УЗ-волн при обнаружении поперечной волны, возбужденной пучком продольной волны.

Цифрами обозначены пути, по которым проходят сигналы, изображенные на рис. 3

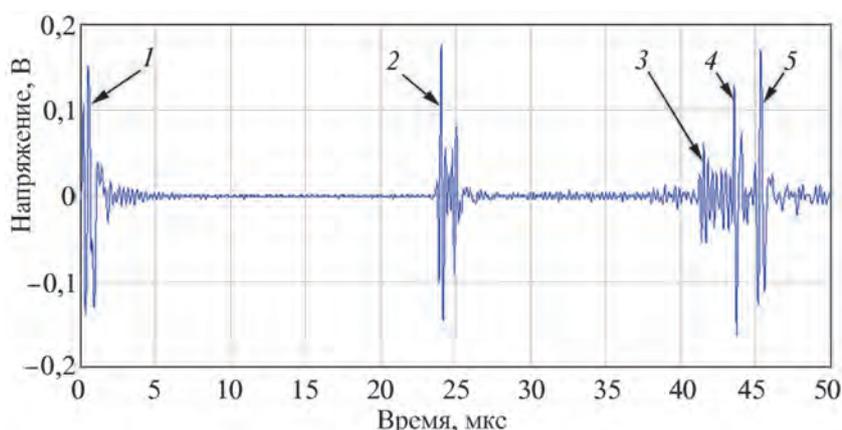


Рис. 3. Осциллограмма сигналов на выходе ЭМА-приемника: 1 — наводка от импульса возбуждения; 2 — импульс продольной волны; 3 — колебания боковой волны; 4, 5 — импульсы поперечной волны от краев апертуры ПЭП

импульсе 3, чем в других импульсах, можно объяснить тем, что боковые волны генерируются обоими краями пучка продольной волны. Поэтому на приемник приходит сумма этих волн с некоторым временным сдвигом из-за разных путей распространения. Аналогичные осциллограммы получались при разных положениях излучающего пьезопреобразователя на образце. Во всех случаях расчетные времена задержки импульсов хорошо совпадали с измеренными значениями.

Следует обратить внимание на малую амплитуду колебаний импульса 3. Она мала даже в

сравнении с амплитудами сигналов продольной и поперечной волн, которые сами минимум на два порядка меньше сигнала продольной волны на оси пучка. Это означает, что эффект генерации боковых поперечных волн пучком продольной волны очень слабый. Головная волна от точечного источника на поверхности твердого тела порождает значительно более сильную боковую волну.

Библиографический список

1. Werner G. Neubauer / Ultrasonic reflection of a bounded beam of Rayleigh and critical angles for a plane liquid – solid interfa-

ce // J. Appl. Phys. 1973. V. 44. P. 48–53.

2. Ермолов И.Н., Разыграев Н.П., Щербинский В.Г. Использование акустических волн головного типа для ультразвукового контроля // Дефектоскопия. 1978. № 1. С. 33–40.

3. Юозонене Л.В. Упругие поверхностно-продольные волны и их применение для неразрушающего контроля // Дефектоскопия. 1980. № 8. С. 29–38.

4. Люткевич А.М., Жуков А.В., Самокрутов А.А., Шевалдыкин В.Г. Акустические поля малоапертурных преобразователей. Поперечные волны, излучаемые прямоугольным источником нормальной силы // Контроль. Диагностика. 2004. № 4. С. 3–8.

5. Шевалдыкин В.Г., Самокрутов А.А. Экспериментальные диаграммы направленности малоапертурных ЭМА-преобразователей при вертикальном и горизонтальном магнитном поле // Сборник тезисов докладов XXIV Петербургской научно-технической конференции «Инновационные средства и технологии ультразвукового контроля и диагностики». Санкт-Петербург, 24–27 мая 2022 г., СПб., 2022. С. 15–17.

ЖУРНАЛ «ТЕРРИТОРИЯ NDT»

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

В свободном доступе
НА САЙТЕ
www.tndt.idspektr.ru



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



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



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

НИИИН, «СПЕКТР-АТ» И АНТИТЕРРОРИСТИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОСТЬ



КОВАЛЕВ Алексей Васильевич
Д-р техн. наук, профессор,
ООО НПЦ «Спектр-АТ», Москва

Представленная работа имеет две цели. Во-первых, ознакомить читателя с историей становления научного направления – «специальное приборостроение на основе методов интроскопии», неразрывно связанного с историей создания и функционирования НИИИНа. Во-вторых, привести примеры наиболее значимых и востребованных современных антитеррористических средств, разработанных на основе методов интроскопии предприятиями, созданными на базе отдельных структурных подразделений НИИИНа, конкретно – на примере НПЦ «Спектр-АТ».

Научно-исследовательский институт интроскопии создан в соответствии с распоряжением Высшего Совета народного хозяйства Советов министров СССР от 6 мая 1964 г. Этим документом предписывалось «...в целях дальнейшего развития научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по интроскопии для удовлетворения потребностей народного хозяйства и обороны страны в приборах и средствах внутривидения в непрозрачных телах и средах принять предложение об организации Научно-исследовательского института интроскопии (НИИИН) с опытно-производственной базой и возложить на НИИИН разработку теоретических основ и создание методов и средств внутривидения в непрозрачных телах и средах».

Следует отметить, что рождение и становление института совпало с началом в Советском Союзе так называемой «эпохи застоя», продолжавшейся с 1964 по 1985 годы и характеризовавшейся практическим прекращением экономического роста страны,

приоритетным развитием тяжелой промышленности и ВПК. Однако техногенные проблемы и острая необходимость решения в стране задач дефектоскопии металлоконструкций и технической диагностики аэрокосмической техники сыграли определяющую роль в пользу аргументов создания такого института. Создать НИИИН в этот период, оснастить его современным оборудованием, привлечь необходимых специалистов, обеспечить стабильное развитие и вывести институт на мировой уровень было весьма сложной задачей, с которой успешно справились команды ученых-единомышленников под руководством Павла Кондратьевича Ощепкова, а затем Владимира Владимировича Клюева (рис. 1).

Уже в первые годы работы, несмотря на трудности размещения и оснащения, в институте начали проводиться интенсивные исследования по разработке методов и созданию технических средств диагностики, используя практически весь частотный диапазон электромагнитного спектра, акустические волны, электростатическое поле и корпускулярное излучение. Следует отметить, что уже первые результаты исследований отличались высоким профессионализмом и вполне соответствовали мировому уровню, что не осталось незамеченным руководством отрасли и страны.

Еще одной проблемой того периода, не только внутригосударственной, но и международной, было резкое нарастание террористических актов, связанных с вооруженным захватом и угоном самолетов, подготовкой и проведением серий взрывов в ряде европейских стран, резким увеличением контрабандной торговли оружием и наркотиками.



Рис. 1. П.К. Ощепков, В.В. Клюев, А.Н. Лепорский (слева направо)

Необходимость противостояния нарастающим террористическим угрозам требовала ускоренного оснащения органов государственной безопасности специализированными техническими средствами, способными решать сложные поисковые и антитеррористические задачи. Одним из возможных путей быстрого решения этой проблемы было использование научно-технического потенциала профильных научно-исследовательских предприятий. Государство использовало такую возможность путем создания специализированных структур (спецотделов) на ряде ведущих научно-производственных предприятиях страны. Основными задачами таких подразделений было проведение исследований, разработка и выпуск специальных технических средств в интересах органов безопасности, в том числе с применением имеющейся на предприятии технологической базы, наработанных научно-технических и конструктивных решений, а также опыта сотрудников.

Следовало ожидать, что недавно созданный институт, его научные результаты и эффективная работа, профиль исследований и профессионализм сотрудников не могли не заинтересовать соответствующие службы государственной безопасности и явились, по всей вероятности, не последним аргументом в пользу организации в его структуре специализированного научного подразделения.

Прошло чуть более трех лет после создания института и, по согласованию с его руководством, Министерством приборостроения и КГБ СССР в структуре института на основании Постановления директивных органов (в то время ЦК КПСС и СМ СССР) от 15 августа 1967 г. был организован специальный отдел, основная задача которого была определена как проведение исследований и создание безопасных для обслуживающего персонала специальных технических средств, обеспечивающих «видение» в оптически непрозрачных средах. Отдел получил название «Специальные методы контроля» (второе название: Научно-исследовательский отдел № 6, далее Отдел) и собственную историю отсчитывает с 15 августа 1967 г. Таким образом, в институте было сформировано научное подразделение, предназначенное для целевого создания поисковой техники, обеспечивающей видение внутренней структуры практически любого объекта контроля в прошедших, отраженных или рассеянных лучах с заданным коэффициентом трансформации размеров изображения, необходимой для оснащения спецслужб, правоохранительных органов и силовых структур. Разумеется, в основе такой техники должны были лежать методы интроскопии и неразрушающего контроля, а также накопленные в институте научно-технологические результаты и конструктивные решения по разработке методов и средств технической диагностики.

Уже на начальном этапе работы нового подразделения стало ясно, что для создания эффективных поисковых средств требуется проведение целенаправленных исследований, поскольку возможность использования диагностических технических средств общепромышленного назначения для решения поисковых задач практически исключалась из-за особенностей и многообразия объектов контроля, высоких требований к функциональным возможностям, чувствительности, надежности, массогабаритным и эксплуатационным характеристикам аппаратуры, специфических условий ее применения. Спецслужбам требовалась аппаратура, способная эффективно обеспечивать решение таких задач, как: выявление в различных средах и объектах взрывчатых веществ (ВВ) и взрывных устройств (ВУ), оружия и боеприпасов, пресечение попыток нелегального провоза запрещенных предметов, контрабанды и наркотиков; обнаружение и локализация систем съема и передачи аудио- и видеoinформации; обнаружение подделок и фальшивок; предотвращение террористических актов, угроз и т.п.

В настоящее время, оценивая итоги многолетней работы созданного Отдела, можно сделать практически один вывод, заключающийся в том, что формирование в структуре НИИИИ отдельного подразделения, а впоследствии и целого научного направления, названного «антитеррористическая диагностика», было целесообразным, своевременным и безусловно полезным.

В соответствии с профилем НИИИИ в Отделе в качестве основных физических методов неразрушающего контроля для разработки поисковых технических средств были определены следующие:

- 1) радиационный (рентгеновский) метод;
- 2) тепловой и визуальный (оптический) метод;
- 3) акустический метод;
- 4) радиоволновой (СВЧ) метод.

В соответствии с выбранными методами была построена структура Отдела, которая включала научные лаборатории по направлениям, конструкторское подразделение и небольшое производство — макетную мастерскую.

С момента образования и по 1983 г. специализированным отделом руководил канд. техн. наук А.Н. Лепорский (см. рис. 1). В 1983 г. его сменил А.В. Ковалев.

В 1984–1986 гг. произошла реорганизация, расширение, кадровое и техническое переоснащение и обновление Отдела. Его штатная численность увеличилась практически втрое и достигла 98 человек. Начиная с 1985 г. и до первой половины 1990-х Отдел ежегодно одновременно выполнял несколько научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, а также совместно с опытным заводом поставлял мелкосерийные партии аппаратуры

заказчикам. Особенностью работы Отдела была его полная загрузка и ориентированность на заказы структур государственной безопасности.

Начало 1990-х ознаменовалось цепочкой событий в стране, институте и отделе, которые кардинальным образом изменили ситуацию с финансированием, заказами на нашу продукцию и услуги. Дефолт и кризис, пожар в НИИИН в ночь с 6 на 7 февраля 1990 г., развал страны, да и ряд других событий привели к тому, что государство в лице правоохранительных органов и силовых структур практически отказалось от заказов антитеррористической техники, а службы безопасности крупных организаций, фирм, банков и госкорпораций только формировались.

Резкое сокращение финансирования привело в 1991–1993 гг. к значительному снижению заработной платы, что явилось одной из главных причин увольнения сотрудников. Штатная численность Отдела снизилась до 32 человек, т.е. в 3 раза. Остались наиболее преданные науке, профессии и коллективу с надеждой, что лихолетье закончится и все скоро изменится к лучшему. Многие из уходивших сотрудников продолжали искать себя в профессии путем организации малых предприятий, подробнее о которых будет сказано ниже.

Снижение штатной численности Отдела и уменьшение финансирования, к сожалению, вынудили от чего-то отказаться, что-то приостановить, сосредоточиться только на самом необходимом для выживания. Главной потерей было прекращение работ по радиоволновой (СВЧ) тематике.

Начиная с 1995 г. состояние с финансированием и загрузкой Отдела начало улучшаться, и к 1998 г. Отдел твердо встал на ноги.

В том же 1998 г. по решению российского правительства институт специальных отделов в стране был кардинально реорганизован. Поскольку к этому времени ряд предприятий, в структуре которых были спецотделы, прекратили существование, акционировались или поменяли профиль деятельности,

правительство своим решением упразднило такие спецотделы. НИИИН попал в рамки этого решения, но в сентябре 1998 г. Отдел не был упразднен, а стал структурной единицей института, его тематика и научные направления не изменились, но появилась большая свобода в поиске и выборе заказчиков, формировании тематики и выполнении инициативных разработок. Отдел получил новое название – НИО-6, или «Отдел специальных методов контроля». Такая трансформация, как оказалось, послужила началом роста объема заказов и реорганизации структуры научно-исследовательского отдела. Суть реорганизации заключалась в необходимости определиться в наиболее перспективных направлениях исследований и сосредоточить основные силы подразделения на них.

Принятые в то время решения, по всей вероятности, были верными, несмотря на то что отдельные направления исследований в результате реорганизации НИО-6 были утрачены. Полагаю, будет полезно рассмотреть судьбу каждого из них.

Радиоволновой (СВЧ) метод

Научные исследования и разработка аппаратурных средств на основе радиоволнового (СВЧ) метода начались в Отделе с момента его создания. У истоков стояли первый руководитель Отдела канд. техн. наук А.Н. Лепорский и проработавший в Отделе непродолжительное время д-р техн. наук В.А. Павельев.

Основным итогом работы этого направления, функционировавшего достаточно короткий период, было создание ряда комплектов радиоволновой аппаратуры серий «КОНДЕНСАТОР», «РАДАР» и МДА (рис. 2), предназначенной для обнаружения и определения местоположения токопроводящих и диэлектрических включений, а также конструктивных и искусственных пустот в строительных конструкциях из бетона, железобетона, кирпича и дерева. С помощью этой аппаратуры можно выявлять местоположение скрытой провод-



Рис. 2. Основные результаты работы радиоволнового сектора

ки и инженерных коммуникаций, определять глубину их залегания и диаметр, обнаруживать локальные включения, изготовленные практически из любого материала, воздушные полости (тайники или раковины), другие дефекты в строительных конструкциях. За небольшой период работы этого направления удалось достичь значительных результатов, которые выразились в том, что в декабре 1990 г. были приняты на вооружение органов безопасности изделия «Конденсатор-2» и «Конденсатор-4». На рис. 2 представлены основные разработки спецотдела, поставляемые различным подразделениям КГБ СССР. Комплект «Конденсатор-7» в 1994 г. был принят на вооружение.

С 1995 г. финансирование этого направления практически прекратилось. Попытки решить вопрос продолжения исследований за счет собственных средств перечеркнул дефолт 1998 г.

В 2006 г. в НИО-6 была предпринята попытка возобновить исследования и разработки на основе радиоволнового метода с использованием терагерцового излучения для диагностики диэлектрических конструкций. Уже на следующий год была разработана (совместно с ФИРЭ РАН РФ) приемопередающая линейка в 3-миллиметровом диапазоне радиоволн, проведены первые эксперименты и получены первые результаты в виде радиоизображения визуально не наблюдаемого объекта (*тонкого протяженного проводника, размещенного в оптически непрозрачном материале на глубине около 10 мм*), полученного с помощью этой линейки. Однако развитие работы в этом направлении не удалось из-за отсутствия должного финансирования и необходимой контрольно-измерительной аппаратуры.

Таким образом, для НИИИИНа и предприятий, вышедших из него, радиоволновый метод контроля как основа создания поисково-досмотровой техники был практически утрачен.

Акустический метод

Решение о начале работ по исследованию возможностей акустического метода неразрушающего контроля в Отделе было принято в конце 1983 г. Толчком для такого решения послужило задание от основного заказчика: «...рассмотреть возможность решения задачи диагностики железобетонных (ЖБ) конструкций с помощью аппаратурных средств на основе акустического метода контроля». Несколько позже формулировка задачи была конкретизирована: «...провести исследования, создать ультразвуковой (УЗ) дефектоскоп с определенными характеристиками и разработать соответствующие методики контроля». Задача была сверхсложной, поскольку аппаратурных средств диагностики ЖБ-конструкций в то время не существовало, да и результаты исследований в этом направлении были весьма скуд-

ными. Технические требования к дефектоскопу казались и вовсе фантастическими: требовалось обеспечить обнаружение и определить координаты дефекта размером не более теннисного шарика в железобетонной конструкции на глубинах до 1 м при разрешении по фронту и глубине не хуже 10 см. Задача усложнялась тем, что дефектоскоп должен работать как по горизонтальным, так и по вертикальным поверхностям железобетонных конструкций, причем при одностороннем подходе к объекту контроля.

В целях решения поставленной задачи, несмотря на, казалось бы, ее неприступность и скептическое отношение к идее создания такого дефектоскопа ряда ведущих специалистов-акустиков, в том числе и из НИИИИНа, в структуре Отдела была создана лаборатория (Сектор) акустических методов контроля, куда были приглашены молодые, амбициозные специалисты, оригинально мыслящие, с ярко выраженным стремлением применять в своей работе современные технологии и вычислительные средства. В 1984 г. руководителем лаборатории был назначен молодой канд. техн. наук В.Г. Шевалдыкин.

В 1988 – 1989 г. коллектив лаборатории закончил работы по созданию опытных образцов ультразвукового томографа с жидкостным контактом, получивших название УИ201С «Отзв», а также ультразвукового толщиномера бетона УТ201М.

Результаты были уникальными. В то время никто в мире не имел таких результатов и тем более таких приборов.

Работа продолжалась, перспектива просматривалась великолепная, но наступил 1991 г., госзаказы приказали долго жить, и коллективу необходимо было определяться, что делать дальше. Практически единогласно принимается решение любыми путями сохранить наработанные научно-технологические результаты и профессиональные кадры. Поиск заказов, готовность взяться за любую работу, связанную с разработкой аппаратуры, привел к необходимости создания собственного малого предприятия, которое и было учреждено в 1991 г. под названием товарищество с ограниченной ответственностью «Акустические контрольные системы» (ТОО «АКС»).

Это предприятие принимало и выполняло коммерческие заказы практически на любые разработки, связанные с УЗ-толщинометрией, что являлось неплохой прибавкой к минимальной зарплате, получаемой в институте, а также хорошим подспорьем для финансирования инициативных разработок по бетонной тематике.

К 2001 г. УЗ-тематика в НИО-6 сформировалась в четкое самостоятельное направление, интерес к которому проявляется в большей степени со стороны промышленной безопасности. И в этом же году акустический сектор НИО-6 был преобразован в научно-исследовательский отдел № 16, руководи-



Рис. 3. Первые разработки акустического сектора и современная продукция «АКС»

телем которого назначен канд. техн. наук А.А. Самокрутов.

Что сегодня? Отдела № 16 «Акустические методы контроля» в НИИИИ нет, но действует сформировавшееся в известный, в том числе и за рубежом, бренд – предприятие «Акустические контрольные системы». Это предприятие, пройдя путь от микроколлектива в несколько человек, взявшихся с энтузиазмом за решение сложнейшей на тот период задачи и создавших первые образцы не имеющей аналогов аппаратуры контроля бетона, превратилось в современный научный центр, развивающий самые продвинутые технологии в области ультразвукового контроля. Спектр научных интересов и создаваемой техники значительно расширился. Низкочастотный и высокочастотный ультразвук, ЭМА-технологии, томографические системы на базе антенных решеток, роботизированные и автоматизированные средства диагностики с максимальной компьютеризацией и минимизацией человеческого фактора в диагностических процедурах – это те направления, которые успешно развиваются в «АКС». Для оценки прогресса в области создания УЗ-диагностических средств на рис. 3 представлены для сравнения первые разработки «Акустического сектора» и современные – «АКС».

Радиационный метод

Уже через три года после начала работы серьезные результаты в спецотделе были получены в секторе «Радиационные методы контроля» в виде первой отечественной разработки – портативного рентгеновского флуороскопа РД-12ПК («Осока»),

завершенной в 1971 г. Комплект изделия включал в себя ручную просмотрную темную камеру с флуоресцентным экраном 150×150 мм и поворотным зеркалом, рентгеновский аппарат типа 7Л2 («Осока») и принадлежности. Портативный флуороскопический комплекс «Осока» относился к пассивным радиационным флуороскопическим системам, основные достоинства которых – простота конструкции, неприхотливость, высокая надежность, низкая стоимость, простые методики контроля, а главный недостаток – высокая радиационная нагрузка на объект контроля и на оператора.

В 1986 г. в результате модернизации комплекта «Осока» была завершена новая разработка, представляющая собой активный высокочувствительный флуороскоп ФП-1 («Швертбот-3»), в котором в качестве усилителя яркости светотеневой картины использовался микроканальный электронно-оптический преобразователь (ЭОП) второго поколения.

Следующим важным шагом в совершенствовании портативных средств визуализации внутренней структуры объектов в нестационарных условиях контроля стало создание в конце 1986 г. комплекса «Очертание-К2», включающего флуороскопическую камеру ФП-1 («Швертбот-3») и портативный рентгеновский аппарат нового поколения «РАМ-75» на основе высокочастотного преобразования, что обеспечивало ступенчатую установку постоянного анодного напряжения: 30, 40, 50 и 75 кВ при плавной регулировке анодного тока в пределах от 0 до 5 мА. Такой комплекс резко расширял номенклатуру обследуемых объектов. Комплекс «Очертание-К2» и флуороскоп ФП-1 («Швертбот-3») и флуороскоп ФП-1 («Швертбот-3»)



Рис. 4. Результаты разработок сектора радиационных методов контроля

были приняты на вооружение правоохранительных органов и силовых структур и стали базовыми изделиями в серии портативных флуороскопов, созданных во второй половине 1980-х гг.

В последующий период, вплоть до конца 1990-х гг., в Отделе в рамках радиационного направления было разработано, сконструировано и производилось небольшими сериями целое семейство различных рентгеновских средств контроля. Среди них особую нишу занимает портативный флуороскоп ФП-ЗИ («Шенкель»), представляющий собой простой в эксплуатации, автономный, портативный прибор с радионуклидным источником гамма-излучения (I-125, Gd-153) и предназначенный для визуализации внутренней структуры широкого круга небольших объектов и предметов в полевых условиях. Мобильный поисковый рентгенотелевизионный интроскоп «Шест», являвшийся модернизированным вариантом комплекса «Очертание-K2», в котором блок усиления яркости на основе ЭОП был заменен на телевизионный тракт, включающий высокочувствительную передающую ТВ-камеру. Для оснащения временных, полустационарных или мобильных контрольно-пропускных пунктов и таможенных постов был разработан рентгенотелевизионный комплекс «Шелест». Этот комплекс позволял в режиме реального времени визуализировать внутреннюю структуру объектов контроля в многокурсном варианте. Новым шагом для того времени в разработке специальных средств рентгеновского контроля стало создание стационарного двухкурсного флуороскопа «Шималит», обеспечивающего эффективный контроль с высокими чувствительностью и простран-

ственным разрешением достаточно крупных объектов с размерами до $400 \times 500 \times 700$ мм. В флуороскопе были применены два излучателя с возможностью независимой регулировки тока и напряжения: первый — 5–50 кВ при максимальном токе 20 мА и второй — 50–120 кВ при токе до 5 мА.

В конце 1990-х гг. создано новое поколение аппаратурных средств рентгеновского контроля, к которым относятся портативный рентгенотелевизионный флуороскоп «Швертбот-ТВ», мобильная рентгенотелевизионная система «Очертание-ТВ», стационарный рентгенотелевизионный флуороскоп высокого разрешения «Лотос-ТВ». Эти технические средства были для того времени эффективным инструментом решения антитеррористических задач. Основное достоинство этих систем — низкие радиационные нагрузки на объект контроля, высокие разрешение и дефектоскопическая чувствительность, практически абсолютная безопасность для обслуживающего персонала. Разработки сектора радиационных методов контроля представлены на рис. 4.

Несмотря на, казалось бы, неплохие результаты в создании специальных рентгеновских средств, объем заказов в этом направлении к 2005 г. стал резко уменьшаться. Кроме того, появились проблемы с помещениями для проведения рентгеновских исследований (отсутствие боксов) и с кадрами. Последствием дефолта 1998 г. стало увольнение ряда специалистов-профессионалов, составляющих ядро сектора. Совокупность перечисленных факторов, а также общие проблемы в Отделе с заказами, заработной платой, кадрами и прочее привели к свертыванию работ по рентгеновской тематике. Сектор рентге-

новских методов контроля был ликвидирован, но к этому времени выходцами из НИИИИНа было создано и достаточно крепко встало на ноги предприятие «Флэш электроникс», во главе с А.А. Буклеем, которое успешно работало и работает в направлении создания портативных рентгеновских средств досмотра.

Таким образом, в результате реорганизации, а также с учетом финансовых и кадровых возможностей номенклатура перспективных разработок НИО-6 ограничилась тепловым и визуальным (оптическим) методами.

Несмотря на реорганизацию и значительное сокращение научной тематики и штатной численности, НИО-6 продолжал разработку и создание новых технических средств, более того, в 2005 г. ряд сотрудников Отдела стали лауреатами Премии Правительства РФ в области науки и техники за «Создание и внедрение средств... антитеррористической безопасности». Однако структурные изменения, новая политика руководства института и нарастающие экономические проблемы создали практически непреодолимые препятствия эффективной работе Отдела. Достаточно реальной стала угроза увольнения ряда ведущих сотрудников и, как следствие, расформирование Отдела.

Создание и работа Центра

Оптимальным решением проблемы сохранения тематики разработок, научного потенциала и квалифицированных кадров было преобразование НИО-6, а точнее, создание на его базе административно- и финансово-экономически самостоятельной структуры. Такая структура с согласия и одобрения руководства НИИИИИ была создана в виде общества с ограниченной ответственностью (ООО) 7 сентября 2007 г. и названа «Научно-производственный центр антитеррористической и криминалистической техники «Спектр-АТ» (далее НПЦ «Спектр-АТ» или Центр). В сентябре 2007 г. в Центр было принято на работу подавляющее большинство сотрудников НИО-6 с передачей научно-технологического оборудования и конструкторско-технологической документации. Территориально НПЦ «Спектр-АТ» расположился на арендованных у НИИИИИ площадях, занимаемых ранее коллективом НИО-6.

Проведенное таким образом преобразование НИО-6 в Центр дало основание считать НПЦ «Спектр-АТ» полноправным преемником НИО-6 и, соответственно, Спецотдела № 6, который свою историю ведет с 15 августа 1967 г., т.е. функционирует на тот момент в составе института более 40 лет.

В итоге НПЦ «Спектр-АТ» получил в «наследство» от НИО-6, помимо коллектива и научно-технологического оборудования, результаты научно-технологических и конструкторских разработок, основанных на тепловом и визуальном (оптическом) методах контроля.

Возможности этих методов, как показало время, позволили создать большое количество поисково-досмотровых технических средств, аппаратуры разведки, наблюдения и контроля, а также криминалистической техники. Я объединил эти методы, поскольку исследования на их основе с разной степенью интенсивности и в разные периоды велись в одной лаборатории Отдела. Если до 1984 г. упор в создании технических средств делался на видимое, ультрафиолетовое и ближнее инфракрасное (ИК) излучение, то начиная с 1985 г., когда в соответствии с постановлением директивных органов институту (исполнителем был НИО-6) было поручено создание отечественного портативного неохлаждаемого тепловизионного приемника, работающего в диапазоне 7–13 мкм, предназначенного для решения специальных поисково-диагностических и разведывательных задач, основные научные силы Отдела были сосредоточены на исследованиях в области длинноволнового ИК-излучения, имеющего второе название — тепловое. Однако следует отметить, что работы и в других областях оптического диапазона не прекращались.

В настоящее время главным направлением работы НПЦ «Спектр-АТ» является сформулированная директивными органами более 50 лет назад для коллектива спецотдела № 6 НИИИИИ, но несколько перефразированная в соответствии с требованием времени задача: «проведение исследований, разработка и создание технических средств, предназначенных для решения антитеррористических, поисково-разведывательных и криминалистических задач». В Центре сложилась четкая направленность исследований, а накопленный опыт и научно-технический задел, подготовленные высококвалифицированные кадры, современные технологии и оборудование позволяют создавать современные технические средства и занимать на рынке аппаратурных средств борьбы с террором одно из лидирующих положений. Центр осуществляет исследования, разрабатывает, производит и поставляет технические средства по следующим, на наш взгляд, важнейшим направлениям:

- неохлаждаемые тепловизионные приборы и комплексы различного исполнения;
- оптико-электронные (в том числе широкополосные и многоканальные) средства наблюдения и контроля;
- поисково-досмотровые комплекты, средства, инструменты;
- эндоскопические системы (оптоволоконные, тепловизионные) различного исполнения;
- криминалистическая аппаратура;
- аппаратура поиска НВ и ВВ (в том числе и газоанализаторы).

Сегодня номенклатура выпускаемой НПЦ «СПЕКТР-АТ» продукции (более 50 наименований) соответствует главному направлению работ Центра.

Продукция Центра

Поисково-досмотровая аппаратура

Создание поисково-досмотровых комплектов, средств и инструментов имеет более чем 50-летнюю историю. Практически с момента создания в спецотделе, затем в НИО-6, а в настоящее время — в Центре разрабатывается и производится семейство оптических досмотровых средств (зеркал) серии «Поиск» (рис. 5), предназначенных для контроля при проведении поисковых мероприятий труднодоступных (скрытых), узких полостей, конструктивных и искусственных пустот в транспортных средствах, строительных конструкциях, оборудовании, различных агрегатах, мебели, интерьере и т.п. Эти изделия отличаются конструктивным исполнением, размерами, масштабированием изображения, монтируются на телескопической, гибкой или жесткой штанге различной длины, имеют конструктивную или внешнюю подсветку. Современная модификация комплектов «Поиск-2ПС», «Поиск-2УПС», «Поиск-2КШ», несмотря на их, казалось бы, простоту, позволяет решать серьезные поисковые задачи, они приняты на снабжение подразделений ФСБ России.

Прародителем современного телевизионного досмотрового комплекса «Поиск-ТВ-12», принятого на снабжение ряда силовых структур, является разработка конца 1990-х гг. — «Поиск-ТВ». Аппаратура предназначена для визуального досмотра труднодоступных мест и зон различных объектов, транспортных средств, сооружений и т.п. с помощью ТВ-камеры с ИК-подсветкой, закрепляемой на телескопической штанге.

В 2012 г. в Центре разработан и принят на снабжение подразделений МВД России и Росгвардии универсальный поисковый комплекс «Мираж-ДТВ», предназначенный для проведения поисковых и специальных операций подразделениями силовых структур и правоохранительных органов, а также для визуального обследования труднодоступных мест при таможенном досмотре, промышленной диагностике, дорожной инспекции, при спасательных операциях. Комплекс имеет несколько вариантов исполнения (комплектации), обеспечивая тем самым оптимальное решение практически любой поисково-досмотровой задачи значительно эффективнее, чем известные аналоги, эндоскопические и досмотровые средства. Конструкция аппаратуры предусматривает возможность расширения числа модулей наблюдения, а при исполнении в специальном варианте комплекс

дополняется радиоканалом для параллельной передачи видеоизображения и речевой информации на удаленный до 1000 м пост контроля.

Изделия «Поиск-ТВ-12» и «Мираж-ДТВ» являются в настоящее время эффективными техническими средствами для досмотра грузов, транспортных средств и помещений, поиска тайников и укрытий, обследования завалов, проходов и опасных мест, обнаружения людей в разрушенных сооружениях и блокированных пространствах, проверки технического состояния агрегатов, установок и конструкций, выявления посторонних и опасных предметов при осмотре различных объектов.

К категории поисково-досмотровых средств относятся производимые в настоящее время в Центре два типа гибких эндоскопов — оптоволоконные и телевизионные.

Гибкие оптоволоконные эндоскопы имеют два варианта исполнения — с внешними источниками подсветки (серия ЭТГ) и автономные, со встроенным источником подсветки на основе сверхъярких светодиодов (серия ЭТА).

Эндоскопические системы на основе оптоволоконных жгутов, предназначенные для решения сложных поисково-досмотровых задач, где доступ к объекту контроля возможен через отверстия или щели небольшого размера, были разработаны в Отделе в начале 1990-х гг. Эти разработки в значительно улучшенном, усовершенствованном варианте, с применением современных материалов, комплектующих и технологий производятся и в настоящее время.

Значительным спросом пользуются эндоскопы серии ЭТА, отличающиеся компактностью, малой массой, простотой в эксплуатации. Пластмассовый обрезиненный корпус и встроенный модуль «холодной» подсветки на основе сверхъяркого светодиода обеспечивают практически полную безопасность оператора.

Семейство разработанных эндоскопических систем дополняют жесткие эндоскопы серии ЭТЖ на основе линзовой или градиентной оптики, а также тонкие и сверхтонкие эндоскопы серии ЭТЖ-ОС, где оптический тракт построен с использованием оптоволоконных стержней, что значительно повысило прочностные характеристики данного типа эндоскопов. Длина рабочей части такого эндоскопа может составлять более 1 м при диаметре до 1 мм.

В последнее время возможности жестких эндоскопов расширены за счет дополнительных опций в виде фото- либо ТВ-тракта, что существенно упростило процедуры наблюдения, обработки и документирования результатов досмотра или диагностики.

В конце 1990-х гг. создан ряд специальных эндоскопических систем для контроля протяженных уз-

ких каналов и полостей, труб, колодцев, шахт и другого труднодоступного и удаленного пространства. Это прежде всего специальные телевизионные системы серии «Крот», имеющие рабочий модуль диаметром не более 15 мм при длине в несколько десятков метров.

С появлением в начале 2000-х гг. миниатюрных и сверхминиатюрных телевизионных камер и сенсоров в Центре началась разработка телевизионных эндоскопов – видеоскопов серии ЭТВЦ. Создан ряд изделий, отличающихся конструктивным исполнением, техническими характеристиками и, соответственно, функциональными возможностями.

Основным достоинством видеоэндоскопов или телевизионных эндоскопов серии ЭТВЦ является исключение оптического волокна из канала наблюдения, в результате чего исчезают связанные с ним ограничения на длину рабочей части, а пространственное разрешение и дистанция наблюдения определяются только возможностями используемого телевизионного тракта. Эти устройства позволяют без применения дополнительных аксессуаров выполнять покадровую или фрагментарную регистрацию процесса наблюдения. Эндоскопы серии ЭТВЦ выпускаются с рабочей частью длиной до 3 м и диаметром от 6 до 10 мм. Управление дистальным концом осуществляется в одной плоскости на угол $\pm 180^\circ$ или в двух взаимно перпендикулярных плоскостях на угол $\pm 120^\circ$, причем выбранное положение может фиксироваться.

На рис. 5 представлены несколько образцов поисково-досмотровой техники, разработанных в разное время.

Криминалистическая аппаратура

Направление, связанное с исследованием и созданием технических средств, относящихся к криминалистической аппаратуре, с конца 1970-х гг. и по настоящее время было и остается одним из главных в работе Спецотдела и Центра. За прошедший период создан широкий спектр криминалистических средств, предназначенных в основном для контроля документов, архивных материалов, произведений живописи, денежных знаков, банкнот, ценных бумаг, акцизных и специальных марок, а также другой защищенной печатной продукции или объектов, относящихся к вещественным доказательствам или представляющим интерес для правоохранительных органов. К такой аппаратуре следует отнести:

- ультрафиолетовые излучатели различной конструкции, генерирующие излучение в средне- и длинноволновой области УФ-спектра;
- устройства визуализации в УФ-диапазоне;
- приборы, визуализирующие различные изображения в диапазоне коротких или средних волн инфракрасного излучения;
- комплексные системы контроля (кримблочки и видеоспектральные компараторы), использующие несколько диапазонов оптического излучения и различные методики контроля.

В 1978 г. коллективу Спецотдела была сформулирована задача, заключающаяся в необходимости создания переносных приборов и стационарных комплексов для поиска скрытых дефектов и посторонних вложений в плоских диэлектрических материалах, выявления подчисток и исправлений в документах и ценных бумагах. В рамках этого на-



Рис. 5. Поисково-досмотровое оборудование



Рис. 6. Продукция Спецотдела № 6 и НПЦ «Спектр-АТ»

правления к 1984 г. были разработаны и серийно выпускались такие поисковые средства, как «Торнадо-И», уникальный малогабаритный прибор «Ореол», в течение многих лет стоявший на вооружении правоохранительных органов, стационарные комплексы «Тула», «Абакан», «Тюк» в комплекте со вспомогательными приборами «Топсель-У» и «Топсель-В».

В период с 1985 по 1992 гг. создана новая серия аппаратных средств, пришедшая на смену морально устаревшей технике: «Уфо-1», «Шкода», «Дозор», «Дозор-КМ», «Гриф», «Гриф-2», «Гриф-2М», предназначенных для контроля документов, ценных бумаг, банкнот и других материалов в ультрафиолетовом диапазоне спектра.

Следующим шагом в разработке аппаратных средств криминалистической диагностики было создание в 1994 г. настольного криминалистического блока «Камин», который серийно выпускался в течение ряда лет. Это изделие было предназначено для контроля документов, ценных бумаг, банкнот, акцизных и специальных марок, других документов и объектов, имеющих различные типы меток в видимом и ультрафиолетовом диапазонах оптического излучения.

Для оснащения мобильных контрольно-пропускных пунктов в 1997 г. был разработан комплект аппаратуры «Корунд», а в 1998 г. на его базе – носимый комплект «Корунд-ПК», впоследствии одобренный и рекомендованный НИИ ГОЗНАКа для проверки достоверности акцизных, идентификационных и специальных марок.

Очередным этапом в создании криминалистического оборудования была разработка в 1996 г. видеоспектрального компаратора ВСК-1 («Гинейя») и компьютеризированного криминалистического комплекса КРК-1, предназначенных для решения сложных криминалистических задач, включая контроль признаков подлинности документов: паспортов, удостоверений личности, водительских удостоверений, банкнот, ценных бумаг, печатей, штампов, подписей и т.п. и выявления в них изменений и дополнений при исследовании материалов в различных спектральных диапазонах электромагнитного излучения.

В течение 1998–2003 гг. в результате модернизации кримблока «Камин» созданы изделия «Генетика-02.01» и «Генетика-02.02», обеспечивающие решение широкого спектра задач, стоящих перед пограничной, таможенной и иммиграционной службами, подразделениями экономической безопасности банков, крупных фирм и т.п. В состав комплекта «Генетика-02.02» входит криминалистический блок «Генетика-02.01» и инфракрасная видеолупа с цветным ЖКИ-монитором «Генетика-ЛТВ», которая может использоваться как самостоятельный инструмент для решения многих криминалистических задач. Эта аппаратура обеспечивает углубленную проверку документов оптическим методом в спектральном диапазоне 315–1000 нм по всем основным признакам подлинности, позволяет контролировать качество бумаги, материалов типографского и рукописного оформления, водяных знаков, люминесцирующих волокон, защит-

ных меток, люминесцентных, метамерных и других красителей, выявлять подтирки, подчистки, подделки текста, печатей, штампов, следы клея и давления пишущих инструментов, обнаруживать следы химического воздействия на объект контроля, визуализировать уничтоженный или залитый красителями текст и т.п.

Применение новых технологических решений для защиты денежных знаков, ценных бумаг, акцизных марок и других объектов обусловили необходимость разработки в начале 2000 г. портативных ИК-преобразователей для визуализации антистоксова излучения «Дозор-ИКМ» и «Дозор-ИКБ». Эти изделия предназначены для визуального контроля защищенных материалов на наличие антистоксовой люминесценции и специальных меток, возбуждаемых инфракрасным излучением фиксированной длины волны.

На замену принятой на вооружение ФПС ФСБ РФ изделия «Генетика-02» в 2009 г. был разработан настольный прибор для светооптической проверки документов «Генетика-09», обеспечивающий углубленную проверку документов в спектральном диапазоне 315 – 1000 нм по всем основным признакам подлинности, признакам фальшивок и несанкционированных изменений. Сфера применения данной аппаратуры: кабины паспортного контроля ПС ФСБ, контрольные посты таможенных служб в аэропортах, морских портах, ж/д вокзалах и др., МВД, спецподразделения ВВ, банки, больницы, компании, где необходима проверка идентификации паспортов, пропусков и т.д., особенно в условиях массового потока. Аппаратура принята на снабжение ПС ФСБ России, производится в настоящее время в трех модификациях: «Генетика-09.01», «Генетика-09.02» и «Генетика-09У». Применение в производстве аппаратуры современных материалов и полупроводниковых излучателей обеспечили ее полную электрическую и биологическую безопасность.

Для оснащения мобильных пограничных нарядов и осуществления проверочных мероприятий в нестационарных условиях в 2010 г. был разработан портативный аналог аппарата «Генетика-09» – прибор «Корунд-МТВ», а в 2019 г. на его замену – «Корунд-МТВ-19». Изделие «Корунд-МТВ» в 2015 г. было принято на снабжение подразделений ПС ФСБ России, а «Корунд-МТВ-19» готовится в настоящее время после доработок по результатам первой апробации к проведению испытаний и опытной эксплуатации с последующим принятием решения о принятии на снабжение.

На рис. 6 представлены некоторые образцы криминалистической техники разных периодов разработки, позволяющие оценить уровень прогресса в создании такой аппаратуры.



Рис. 7. Аппаратура наблюдения и контроля

Как уже отмечалось, основной продукцией Центра в настоящее время являются оптические и тепловизионные системы, т.е. аппаратные средства, основанные на оптическом (визуальном) и тепловом (тепловизионном) методах контроля. При этом основная доля в общем объеме производимой продукции принадлежит тепловизионной технике.

Оптико-электронные средства наблюдения и контроля

Аппаратурные средства наблюдения и контроля, о которых пойдет речь, представляют собой оптико-электронные средства разведки и предназначены для эффективного круглосуточного и всепогодного наблюдения за различными объектами, зонами, территориями и т.п. К этому классу относятся приборы ночного видения (ПНВ), работающие в активном и пассивном режимах, аппаратура дистанционного обнаружения и локализации длиннофокусных оптоэлектронных средств, ведущих встречное наблюдение, а также технические средства, позволяющие обнаруживать и визуализировать скрытые малогабаритные системы видеонаблюдения с оптикой малой апертуры.

Начало производства технических средств наблюдения и контроля в Отделе было положено в 1993 г. созданием серии приборов ночного видения «Эдельвейс» (рис. 7). Приборы этой серии в вариантах «Эдельвейс-М», «Эдельвейс-МП», «Эдель-

вейс-М400», «Эдельвейс-М450», модернизированные со значительно уменьшенными массогабаритными характеристиками на основе ЭОП 1-го, 2-го и 3-го поколения, производились и поставлялись заказчикам до начала 2000-х гг. Для расширения функциональных возможностей этой аппаратуры были разработаны различные механические приспособления, дополнительные источники подсветки, работающие в ИК-диапазоне, позволяющие вести фото- и видеорегистрацию процесса наблюдения.

Новая разработка ПНВ серии «Контур-614» (см. рис. 7), где используются ЭОПы с черно-белым экраном, завершена в 2014 г. и после небольшой модернизации производится в настоящее время. Это серия компактных, многофункциональных устройств со значительно улучшенными эксплуатационными и техническими характеристиками. Использование ЭОПов с черно-белым экраном имеет две цели: с одной стороны, улучшить технические характеристики аппаратуры и комфортность наблюдения, а с другой — создать канал ночного видения для комплексации с тепловизионным, что существенно дополнит возможности тепловидения. Аппаратура принята на снабжение МВД и ФСБ России.

Наряду с разработкой и производством ПНВ в Отделе с середины 1990-х гг. приступили к разработке аппаратуры обнаружения оптических устройств, обеспечивающих возможность дистанционного поиска и локализации оптических, оптико-механических и оптико-электронных средств наблюдения и прицеливания как в рабочем, так и в выключенном состоянии.

Целесообразность создания такой аппаратуры обуславливалась необходимостью оснащения подразделений органов безопасности техническими средствами для решения важной поисковой задачи, ставшей особенно актуальной в тот период, — обеспечения информационной безопасности и усиления борьбы с террором.

Появление объективов типа pinhol и малогабаритных ТВ-камер стимулировало создание миниатюрных систем скрытого видеонаблюдения (СВИД), которые в целях получения негласной информации могут быть легко размещены в переносных устройствах (папки, кейсы, зонты и т.п.), очках, бижутерии, деталях одежды и т.п. Светосильная современная оптика и электронно-оптические преобразователи обусловили появление длиннофокусных объективов, прицелов, приборов ночного видения и комбинированных систем, которые позволяют эффективно решать задачи наблюдения, контроля, прицеливания и получения информации на расстояниях от 500 м и более.

С 1998 г. задача создания аппаратурных средств для обнаружения оптики решалась на основе опти-

ко-локационного метода, основанного на эффекте световозвращения, возникающего при лазерном зондировании контролируемых объектов. Суть эффекта световозвращения состоит в способности оптических объектов отражать зондирующее излучение в обратном направлении под углом, близким к углу его падения.

Для обнаружения малоапертурной, скрыто размещенной оптики была разработана аппаратура, получившая название «Антисвид» (см. рис. 7), позволяющая визуализировать местоположение скрытых систем видеонаблюдения, имеющих входную оптику с апертурой 1 мм, с высокой точностью и достоверностью при поиске на расстоянии до 15–20 м.

Одновременно с этой разработкой была создана аппаратура для обнаружения длиннофокусной оптики и приборов ночного видения на значительных (до 1000 м) расстояниях. Изделие получило название «Спин» (второе название, менее распространенное — «Антиснайпер»), имеет небольшие массогабаритные характеристики и позволяет обнаруживать практически любые прицелы, бинокли, длиннофокусные объективы и приборы ночного видения на расстоянии до 1000 м.

Современные профессиональные аппаратурные средства «Антисвид-2» и «Спин-2», как результат модернизации и усовершенствования предыдущих моделей, обладают высокими техническими и эксплуатационными характеристиками и рекомендованы для оснащения подразделений силовых структур и правоохранительных органов, в функции которых входит обеспечение информационной безопасности, «Спин-2» принят на снабжение подразделений МО РФ.

В 2008 г. была выполнена разработка упрощенного (общегражданского) варианта аппаратуры поиска скрытых малоапертурных телевизионных средств видеонаблюдения «Гранат», имеющая небольшие массогабаритные характеристики, низкое энергопотребление и стоимость. А в 2012 г. создан портативный прибор «Гранат-2», наделенный двумя диапазонами зондирующего излучения, которые могут работать в раздельном и комбинированном вариантах, в непрерывном или импульсном режиме, что значительно расширяет возможности такой техники по поиску скрытых и защищаемых телевизионных средств видеонаблюдения.

Постоянно растущая потребность и заинтересованность в использовании аппаратуры «Спин-2», полученные отклики, предложения и замечания от различных специалистов, работавших с такой техникой, обусловили необходимость и целесообразность ее модернизации.

В 2019 г. завершилась разработка новой портативной оптико-электронной системы «Спин-3»,

предназначенной для обнаружения оптических и оптико-электронных средств наблюдения на расстоянии до 2000 м, измерения расстояния до обнаруженных целей, определения ее азимута и угла склонения, вычисления координат цели.

Достаточно высокие функционально-технические характеристики в совокупности с небольшой массой и габаритами достигнуты за счет реализации в аппаратуре высокочувствительного ТВ-канала со светосильным вариообъективом, полупроводникового лазерного излучателя с оптическим формирователем зондирующего растра, встроенных лазерного дальномера, электронного компаса, акселерометра и GPS/ГЛОНАСС-модуля. Результаты наблюдения можно регистрировать на встроенную память в виде отдельных телевизионных кадров. Количество кадров определяется емкостью используемой карты памяти.

Тепловой (тепловизионный) метод и тепловизионная аппаратура

Следуя принятому методу изложения материала в этой работе, описание современных разработок тепловизионных систем Центра начнем с достаточно краткого, но, по мнению автора, необходимого исторического экскурса.

Как уже отмечалось, в 1983 г. в соответствии с постановлением директивных органов перед коллективом НИИИИ МНПО «Спектр», а точнее, перед Спецотделом № 6 была поставлена задача создания отечественного портативного неохлаждаемого тепловизионного приемника, работающего в диапазоне 8–13 мкм, предназначенного для решения специальных поисково-диагностических задач.

Уже к концу 1985 г. эта задача была решена. Результат – разработана первая отечественная портативная неохлаждаемая тепловизионная камера, где в качестве преобразователя ИК-излучения использовался пирокон (пировидикон), обладающий режимом панорамирования и модуляции. Эта аппаратура относилась ко второму поколению тепловизионной техники. Тепловизионная камера была разработана в двух модификациях: ТН-1 и ТН-2, отличия между которыми заключались в формировании тепловизионного изображения: аналоговый режим в модели ТН-1 и цифровой – на основе периферийного модуля УФТИ в ТН-2. Аппаратура предназначалась для решения поисковых задач, связанных с диагностикой строительных конструкций и осуществления поиска тепловыделяющих объектов на открытых пространствах. Доработанное с учетом специфических требований эксплуатации в полевых условиях изделие ТН-2, получившее название «Отблеск-1», в ноябре 1990 г. было принято на снабжение одного из подразделений органов безопасности.

Следующими шагами в создании тепловизионной техники была завершенная в 1993 г. разработка поисковой неохлаждаемой многофункциональной тепловизионной камеры ТН-3, в 1997 г. – неохлаждаемой тепловизионной камеры ТН-4 со значительно уменьшенными массогабаритными характеристиками и расширенными функциональными возможностями. В основе этих камер был все тот же пировидикон, но с несколько улучшенными техническими характеристиками.

В 1999–2002 гг. были разработаны два типа тепловизионных приемников: на основе твердотельной пироэлектрической матрицы форматом 320×240 элементов – ТН-4604МП и на основе болометрической матрицы того же формата – ТН-4604МБ. Несколько позже для решения специальных задач на основе тепловизора ТН-4604МП был разработан многофункциональный тепловизор «Скат», наделенный рядом специальных функций. Температурная чувствительность этой аппаратуры уже составляла 0,08–0,1 °С.

В этот же период для решения вопросов приобретения необходимых для создания новой техники тепловизионных матриц, производство которых в России отсутствовало, были налажены тесные контакты с одним из лидеров производства такой продукции – американской фирмой L-3 Communications. Обе стороны были заинтересованы в сотрудничестве, более того, в течение нескольких лет НИИИИИ в лице НИО-6 имел статус официального представителя L-3 Communications в России. Однако контакты сохранялись до 2012–2013 гг., а затем не по нашей вине прекратились.

Итогом сотрудничества можно назвать приобретенный опыт разработки тепловизионных средств на основе современных многоэлементных преобразователей, а также разработанные и выпускаемые в течение ряда лет портативные тепловизоры «Катран-2» и «Катран-3». Производство этих моделей прекратилось в связи с прекращением поставок фирмой L-3 Communications ИК-модулей.

Дальнейшие разработки тепловизионной аппаратуры велись в Центре на основе ИК-преобразователей, где использовался сенсор производства фирмы ULIS, а алгоритм формирования тепловизионного изображения и мультиплексор – российские. Эти преобразователи имеют два основных формата: 384×288 или 640×420 и собственное температурное разрешение 0,05–0,08 °С.

Формируя стратегию развития в Центре тепловизионного направления, было решено сосредоточиться на разработках неохлаждаемой тепловизионной аппаратуры, относящейся к третьему поколению, с использованием многоэлементных неохлаждаемых твердотельных матриц с рабочим диапазоном 8–14 мкм. Такие тепловизионные си-



Рис. 8. Неохлаждаемые тепловизионные средства производства Спецотдела № 6 и НПЦ «Спектр-АТ»

стемы (ТС) относятся к классу «наблюдательные» или «поисковые» и условно, в соответствии с общепринятой классификацией, делятся на три основные группы:

- ТС малой дальности действия (до 0,7–1,0 км по ростовой фигуре человека (РФЧ) и до 1,5–2,0 км по броневозу (БРВ));
- ТС средней дальности действия (соответственно 1,2–1,5 и 2–4 км, а также до 8 км по самолету);
- ТС повышенной дальности действия, превышающей значения, соответствующие средней дальности.

Тепловизионные средства малой и средней дальности – это, как правило, портативные приборы, а тепловизоры повышенной дальности относятся уже к стационарным или мобильным системам.

В основу стратегии разработки и производства тепловизионных систем в НПЦ «Спектр-АТ» заложена идеология триединого направления, заключающаяся в использовании матричных многоэлементных не охлаждаемых ИК-преобразователей при создании аппаратуры, относящейся к любой из указанных выше групп ТС.

К первому из трех направлений относится разработка и производство портативных поисковых тепловизионных средств, которые включают в себя удерживаемые в руках портативные тепловизоры массой до 2 кг, малогабаритные прицелы для стрелкового оружия, наплечные и наголовные тепловизионные приборы наблюдения.

К носимым ТС, относящимся к аппаратуре малой и средней дальности, предъявляются, казалось бы, противоречивые требования. С одной стороны, они должны иметь качественную оптику, хорошее температурное и пространственное разрешение для обеспечения наблюдения и разведки на рас-

стоянии до 1000–3000 м, с другой – требуются небольшие размеры, масса, габариты, энергопотребление, обеспечивающие длительную автономную работу, высокая защищенность от влаги и пыли, прочность корпуса и удобство эксплуатации.

Классическим примером портативной носимой тепловизионной аппаратуры, отвечающей практически всем этим требованиям, являются современные аппаратурные средства серии «Катран». Разработка аппаратуры с таким названием началась в начале 2010-х гг., и к 2012 г. последовательно появились портативные неохлаждаемые тепловизоры «Катран», «Катран-М», «Катран-2», «Катран-3», изображенные на рис. 8.

Одновременно для расширения спектра портативных аппаратурных средств осуществлялся поиск конструктивно-технических решений для производства тепловизионных очков и тепловизионных прицелов, разработка которых была завершена, изготовлены опытные образцы аппаратуры, но их производство по разным причинам на некоторое время было приостановлено.

Другая ситуация сложилась с тепловизионной аппаратурой серии «Катран». В результате модернизации и доработок аппаратуры с учетом предложений и пожеланий пользователей к 2022 г. сформировался типовой ряд этой серии, представленный на рис. 8.

Общим для всей аппаратуры серии «Катран» является их функциональное назначение – эффективное наблюдение за объектами или охраняемыми зонами в любое время суток и в сложных метеословиях. Однако каждая из разработок имеет свои особенности и в соответствии с ними свои области применения.

«Катран-СМ» – портативный малогабаритный поисковый тепловизор является полнофункциона-

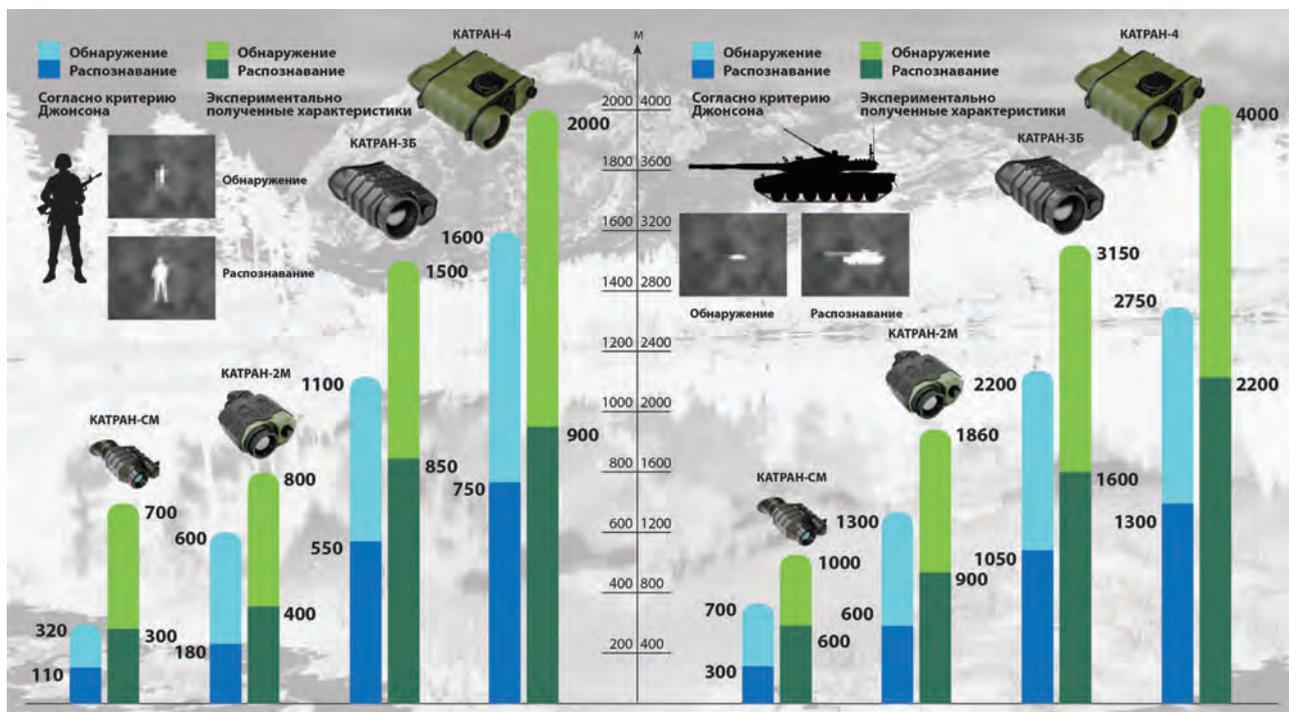


Рис. 9. Сравнение обнаружительных характеристик тепловизоров серии «Катран»

нальным, серийно выпускаемым универсальным и эффективным средством всепогодного круглосуточного наблюдения, обладающий лучшими среди близких аналогов массогабаритными и функциональными характеристиками, предназначен для индивидуального оснащения наблюдателя, разведчика или бойца спецподразделения, относится к тепловизионным средствам малой дальности действия.

Конструкция прибора позволяет использовать его как классический монокуляр с цифровым увеличением 1×, 2×, 4× или устанавливать его на оголовье (шлеме) наблюдателя, что освобождает обе руки, а также соединить два прибора, создав тем самым тепловизионный бинокль, который с успехом заменяет тепловизионные очки типа «Циклоп-2», имеющие большую массу и габариты.

«Катран-2М» — портативный неохлаждаемый поисковый тепловизор, имеющий корпус из ударопрочного пластика с ребристым обрешиванием. Объектив прибора защищен выступами корпуса и резиновой блендой. Аппаратура наделена функциями расцветивания ИК-изображения (4 палитры), цифрового увеличения (2×; 4×), измерения расстояния в диапазоне от 25 до 250 м с помощью дальномерной сетки. Помимо основной функции решения поисково-разведывательных задач, является великолепным средством наблюдения для охотников, экологов, пожарных. Предназначен для работы на расстоянии до 800 м. Это индивидуально-групповое средство наблюдения и разведки.

«Катран-3Б» — высокоэффективное тепловизионное средство наблюдения с возможностью поккадровой и видеофрагментной съемки. Бинокляр аппаратуры не требует изменения межзрачкового расстояния и диоптрийной настройки, дополнен «датчиком глаз», который автоматически отключает (включает) дисплей бинокля при удалении (приближении) прибора от глаз наблюдателя. Такая функция снижает вероятность обнаружения наблюдателя в темное время суток. Корпус прибора изготовлен из легкого прочного металла, обрешивен. В дополнение к решению задач наблюдения может применяться при проведении поисково-спасательных операций, охраны границ и периметров объектов, решении разведывательных и криминалистических задач, оценки степени маскировки различных объектов. Прибор предназначен для оснащения отдельных разведывательных подразделений и поисковых групп, пограничных нарядов и постов наблюдения, эффективен на расстоянии до 1500–1800 м и относится к тепловизионным средствам средней дальности действия.

Функционально-технические и массогабаритные характеристики рассматриваемого ряда тепловизионных средств, принятых на снабжение подразделений МО, Росгвардии, МВД и ФСБ России в 2016–2019 гг., позволяют оптимальным образом решать задачи, стоящие перед спецподразделениями и силовыми структурами путем обеспечения ка-



Рис. 10. Портативная многоканальная мультиспектральная аппаратура серии «Спрут»

чественного наблюдения и разведки в любое время суток и в любых погодных условиях на расстояниях от десятков до тысяч метров. Аппаратура серийно выпускается и поставляется в силовые структуры и органы безопасности.

Анализ результатов эксплуатации аппаратуры, в том числе и в реальных боевых условиях, а также отзывов, рекомендаций и пожеланий специалистов убедительно подтвердил целесообразность и необходимость модернизации аппаратуры в направлении создания более функциональных средств наблюдения и разведки с увеличенной дальностью обнаружения различных целей.

В достаточно сжатые сроки, учитывая пожелания, рекомендации и просьбы, в 2020 – 2021 гг. был разработан неохлаждаемый многофункциональный портативный тепловизор «Катран-4» (см. рис. 8) с увеличенным до 1500–2000 м расстоянием обнаружения РФС, наделенный функцией определения собственных координат, измерения расстояния до цели, азимутального угла и, наконец, вычисления координат цели с выводом информации на дисплей окуляра или последующей ее трансляцией по различным служебным каналам в фиксированный адрес. Помимо этого в аппаратуре обеспечивалась возможность сохранения полученной информации в виде фото- и видеофрагментов, а также псевдо-расщепления получаемого тепловизионного изображения на основе одной из пяти палитр. Аппаратура названа «Тепловизионный прибор разведчика», относится к тепловизионным средствам средней дальности, получила, как уже отмечалось, шифр «Катран-4» и замкнула на настоящий момент серийный ряд.

Обнаружительные возможности тепловизионной аппаратуры серии «Катран» представлены в графическом виде на рис. 9, который наглядно демонстрирует то, что арсенал тепловизионных средств серии «Катран» позволяет выбрать и использовать конкретный вид аппаратуры для оптимального решения поставленной поисковой или разведывательной задачи.

Мультиспектральные многоканальные тепловизионные системы

Особенно эффективными средствами наблюдения и разведки являются мультиспектральные многоканальные оптико-электронные приборы, содержащие два и более информационных канала, работающие в различных спектральных диапазонах, к разработке которых приступили в Центре с 2014 г.

В задачу разработчиков входило создание комбинированной портативной многофункциональной мультиспектральной системы, относящейся к ТС средней дальности, способной обеспечивать в режиме круглосуточного и всепогодного наблюдения решение широкого спектра поисково-досмотровых, разведывательных и антитеррористических задач.

Итогом такой работы явилось создание в 2016 г. аппаратурных средств серии «Спрут», представленных в нескольких модификациях, отличающихся друг от друга вариантами объединения в одном и том же корпусе нескольких рабочих информационных каналов, основным из которых является тепловизионный, а в качестве остальных могут быть высокочувствительный телевизионный канал (канал ночного видения) или канал лазерной локации.

Такие двухспектральные или двухканальные модели получили названия: «Спрут-2НВ» – устройство, включающее тепловизионный канал и канал ночного видения на основе ЭОПа, совмещенного с ТВ-камерой; «Спрут-2ОЛ» – все тот же тепловизионный канал и канал лазерной локации. Внешний вид аппаратуры серии «Спрут» представлен на рис. 10.

Результаты опытной эксплуатации аппаратурных средств серии «Спрут-2» в различных подразделениях силовых структур и органов безопасности, а также их предложения и рекомендации позволили достаточно четко сформулировать технические и функциональные требования к перспективным аппаратурным средствам такого класса и разработать в 2020–2022 гг. новые устройства, предназначенные для всепогодного круглосуточного наблюдения и разведки, обнаружения снайперов и

наблюдателей, выявления стрелковых, минометных и артиллерийских позиций, снабженных оптическими или оптико-электронными средствами наблюдения. Такая аппаратура, представленная на рис. 10, получила шифр «Спрут-3» и название «Многоспектральный прибор разведчика».

Как и в варианте аппаратурных средств серии «Спрут-2», в оптико-электронных системах серии «Спрут-3» базовым информационным каналом является тепловизионный, но со значительно улучшенными характеристиками, аналогичными реализованным в изделии «Катран-4».

Первым шагом в создании аппаратуры серии «Спрут-3» была разработка промежуточной модели, названной «Спрут-3ПМ», где вторым информационным каналом является высокочувствительный телевизионный, обеспечивающий детальное рассмотрение обнаруженного объекта даже в сумерках за счет высокой чувствительности телевизионного сенсора и светосильной оптики с переменным фокусным расстоянием (zoom). Для наблюдения в ночное время на расстоянии до 150 м в аппаратуре имеется ИК-подсветка (850 нм). Обработка получаемых по каждому из информационных каналов изображений осуществляется по заданному алгоритму в режиме реального времени. Результаты наблюдения фиксируются в фото/видеоформате на карту памяти емкостью не менее 8 Гб.

Следующая модификация аппаратуры – оптико-электронная система «Спрут-3М». Эта модель отличается от предыдущей наличием третьего канала – лазерного дальномера с рабочей длиной волны 1,54 мкм, обеспечивающего определение расстояния до обнаруженного объекта на дистанции до 4000 м (стена здания), а также электронного компаса и GPS/ГЛОНАСС – навигационного модуля. Лазерный дальномер в комплекте с электронным компасом и навигационным модулем позволяют контролировать собственные координаты наблюдателя, а также определять координаты обнаруженных целей.

В модификации оптико-электронной системы «Спрут-3Л» вторым каналом является канал лазерной локации, работающий в «дуэльном» режиме обнаружения длиннофокусных оптических и оптико-электронных средств наблюдения и прицеливания. Функциональные и технические характеристики этого канала аналогичны параметрам оптико-электронной аппаратуры «Спин-3».

Источником зондирующего излучения в оптико-электронной системе «Спрут-3Л» является полупроводниковый лазер с рабочей длиной волны 808 нм, работающий в импульсном режиме. Лазерное зондирующее излучение сформировано в узкую вертикальную полосу, отражение которого занимает небольшую часть централь-



Рис. 11. Стационарные одно- и двухканальные оптико-электронные системы серии TCH

ной области телевизионного раstra поискового прибора.

По аналогии с предыдущей моделью в аппаратуре «Спрут-3Л» устанавливается лазерный дальномер с рабочей длиной волны 1,54 мкм, электронный компас и GPS/ГЛОНАСС – навигационный модуль, обеспечивающие определение координат обнаруженных целей.

Таким образом, оптико-электронный прибор «Спрут-3Л» является по сути синергетической интеграцией двух отдельных аппаратурных средств – портативного тепловизора «Катран-4» и оптико-электронного прибора «Спин-3».

Электронно-оптические приборы серии «Спрут-3» предназначены для проведения разведывательных мероприятий, поиска и распознавания людей и техники на открытых пространствах и в условиях тщательной маскировки, обнаружения оптических и оптико-электронных приборов (прицелы, бинокли, ПНВ, фото- и видеокамеры), ведущих встречное наблюдение. Оптимальное сочетание высоких технических характеристик и широких функциональных возможностей при небольших массогабаритных параметрах делает аппаратуру серии «Спрут-3» универсальным средством всепогодного круглосуточного наблюдения и разведки при проведении антитеррористических мероприятий и поисково-разведывательных операций, охране объектов, территорий и акваторий, контроле границ и решении других задач, где применение мультиспектральных оптико-электронных систем является решающим фактором быстрого получения максимально полной информации.

Стационарные и быстроразворачиваемые охранно-наблюдательные и разведывательные комплексы

Стационарная тепловизионная аппаратура относится к третьей группе тепловизионных систем и предназначена для решения задач охраны и наблюдения, поиска, локализации, отслеживания и сопровождения целей на расстоянии более 3000 м.

Одной из важных сфер применения такой аппаратуры является ее легкое встраивание в телевизионные системы наблюдения и охраны, значительно расширяя возможности последних. Основная функция охранных телевизионных систем – наблю-



Рис. 12. Быстроразвертываемый мобильный комплект охранного наблюдения «Спектр-С»

дение, в то время как тепловизионные системы предназначены для обнаружения различных целей.

Стационарные тепловизионные системы, в том числе и производства «Спектр-АТ» серии ТСН (рис. 11), делятся на простые одноканальные, комплексные и комбинированные. Простейший одноканальный вариант представляет собой термостабилизированный корпус с тепловизионным модулем и объективом, фокусное расстояние которого лежит в пределах 35 – 300 мм и зависит от выполняемой аппаратурой задачи.

Комплексные и комбинированные системы той же серии имеют два канала, работающие в различных спектральных диапазонах и объединенные в единой конструкции: тепловизионный и телевизионный, обладающие высокой чувствительностью и пространственным разрешением. Эти каналы имеют одно общее или различные входные окна для разных областей спектра. При этом каждый канал может работать совместно или автономно.

Особенностью комплексных и комбинированных систем является возможность компенсации недостатков одного канала достоинствами другого. Такая аппаратура обеспечивает эффективное наблюдение по каждому каналу на расстояние до 10 000 м. Небольшое отличие комбинированных систем от комплексных заключается в том, что в комбинированных системах осуществляется полное или частичное совмещение оптических осей каналов наблюдения.

Первые образцы стационарных тепловизионных систем, созданных в Центре в начале 2000-х гг., представлены типовым рядом под общим названием ТСН, в состав которого входят одно- и двухканальные приборы, устанавливаемые на кронштейнах или опорно-поворотных устройствах (ОПУ).

В тепловизорах этой серии используются различные типы неохлаждаемых матричных ИК-преобразователей, объективы с различным фокусным расстоянием, процессорные модули. Тепловизоры серии ТСН изготавливаются в зависимости от назначения в различных термокожухах, что обес-

печивает их работу при пониженных температурах (до $-45 \dots -50 \text{ }^\circ\text{C}$), обладают высокой степенью защищенности (IP66-IP67) от воздействия влаги, пыли и т.п.

Изделия серии ТСН могут использоваться как самостоятельное эффективное средство наблюдения, так и встраиваться в систему видео (телевизионного) наблюдения, значительно повышая ее обнаружительные характеристики.

Период с 2000 по 2015 гг. стал для Центра важным этапом, связанным с наработкой опыта и созданием технологий производства современных многоканальных многоспектральных систем наблюдения и разведки. В этот период был разработан по ТЗ заказчиков ряд отдельных единичных экземпляров оптико-электронных комплексов.

Эта аппаратура включает несколько информационных каналов, работающих в различных спектральных диапазонах и объединенных в единый корпус. Изображения от каждого канала выводятся на отдельные мониторы и одновременно вводятся в ЭВМ, которая осуществляет обработку информации от отдельных каналов и совместно по алгоритмам, выбираемым оператором. Важным результатом работы в этот период была разработка структурно-функциональных и принципиальных электронных схем информационных каналов, создание технологической и конструкторской документации производства многоканальных мультиспектральных систем, которые могут включать любой набор из следующих информационных каналов:

- тепловизионный – LWIR, спектральный рабочий диапазон 7 – 14 мкм;
- тепловизионный – SWIR, спектральный рабочий диапазон 0,8 – 1,9 мкм;
- телевизионный высокочувствительный канал высокого разрешения, спектральный рабочий диапазон 350 – 700 нм;
- ближний ИК, спектральный рабочий диапазон 700 – 1000 нм;
- канал лазерной локации (рабочая длина волны лазера 820 нм);
- канал лазерной подсветки с различными рабочими диапазонами;
- канал измерения расстояния на основе лазерного дальномера (рабочая длина волны 915 или 1555 нм);
- ГЛОНАСС/GPS – модуль и компас, обеспечивающие определение собственных координат, азимута и углов наклона аппаратуры в пространстве.

К современной реализации такого типа аппаратурных средств относится принятый в 2020 г. на снабжение подразделений МО РФ быстро разворачиваемый комплект технических средств наблюдения «Спектр-С», представленный на рис. 12.



Рис. 13. Многоканальный мультиспектральный оптико-электронный комплекс наблюдения и разведки «Пластун-СТМ» и «Пластун-М»

Быстро разворачиваемые системы охраны (БРСО) относятся к аппаратным средствам охранной сигнализации и предназначены для контроля периметров временных полевых объектов, отдельных рубежей или зон. В зависимости от типа используемых сенсоров все БРСО делятся на классы, принадлежность к которым определяется физическим принципом работы и собственно используемым датчиком: СВЧ-лучевой, инфракрасный (ИК), емкостной, вибрационный, акустический и т.п.

Комплект «Спектр-С» принадлежит к классу быстроразворачиваемых инфракрасных систем охраны рубежей и предназначен для видеотепловизионного наблюдения и предупреждения о приближении нарушителя к охраняемому объекту или о нахождении его в некоторой контролируемой зоне. Аппаратура может применяться как самостоятельно, так и дополнять традиционные системы охраны периметров.

Базовый комплект «Спектр-С», куда входит автоматизированное рабочее место (АРМ) с антенно-фидерной системой, четыре комбинированных двухканальных оптико-электронных сенсора, размещенных на штативе или специальном кронштейне. В зависимости от комплектации количество сенсоров, называемых блоком камер или выносной точкой наблюдения, может быть увеличено до 16 единиц. В качестве опций любой вариант комплектации БРСО «Спектр-С» может дооснащаться носимыми средствами наблюдения (НСН), в качестве которых используются портативный тепловизор «Катран-ЗБ» (НСН-1) и оптико-электронный прибор «Спин-2» (НСН-2).

Связь между выносными точками наблюдения и АРМ реализована в двух вариантах — беспроводном (до 1000 м) и кабельном (до 200 м).

Комплект «Спектр-С» позволяет решать следующие оперативно-тактические задачи:

- обеспечение охранного видеотепловизионного наблюдения на временно разворачиваемых объектах;
- обеспечение охранного видеотепловизионного наблюдения стоянок военной техники и мест размещения личного состава в полевых условиях;
- расширение технических возможностей видеонаблюдения в особых условиях;
- оснащение личного состава караульных и дежурных служб носимыми средствами наблюдения (тепловизионными, телевизионными с функцией обнаружения оптики и комбинированными);
- использование в качестве резервного средства охранного наблюдения при выходе из строя элементов стационарных систем на время проведения ремонта или восстановления.

Другим примером современных многофункциональных оптико-электронных средств разведки и наблюдения является многоканальный мультиспектральный комплекс наблюдения и разведки «Пластун».

Комплекс «Пластун» предназначен для решения задач круглосуточного наблюдения и разведки, в том числе в сложных метеоусловиях и при постановке противником оптических помех, в целях выявления и определения координат стрелковых огневых точек, минометных и артиллерийских батарей, боевых и транспортных средств, позиций на-

блюдателей и снайперов, а также других объектов, относящихся к категории «цели».

Комплекс имеет два варианта исполнения — стационарно-мобильный и мобильный. Стационарно-мобильный вариант комплекса «Пластун-СТМ» предназначен для ведения наблюдения и разведки на расстояние до 10 000 м, а мобильный вариант «Пластун-М» — на расстояние до 5000 м.

Стационарно-мобильный вариант «Пластун-СТМ» (рис. 13) состоит из двух модулей, соединенных кабелем длиной до 15 м, — основного и блока обработки информации (БОИ).

Основной блок представляет собой металлический кофр с размещенной в нем раздвижной телескопической мачтой, на которой установлено опорно-поворотное устройство (ОПУ) с оптико-электронным модулем (ОЭМ). Корпус блока имеет специальные крепления для его установки на транспортном средстве или непосредственно на грунте.

Блок обработки информации с дисплеем и аккумуляторным модулем размещается в ударопрочном кофре, обладающем повышенной защищенностью от внешнего воздействия.

Комплекс «Пластун-СТМ» может быть размещен на любом транспортном средстве, приводится в рабочее состояние не более чем за 30 мин.

Высота подъема ОЭМ с помощью телескопической мачты при установке аппаратуры на земле не превышает 3,5–4 м.

Мобильный вариант «Пластун-М» также состоит из двух рабочих блоков, оснащенных разъемным кабельным соединением, — выносного и блока обработки информации.

В состав выносного блока входит штатив с установленным на нем оптико-электронным модулем, оснащенный опорно-поворотным устройством. Штатной упаковкой выносного блока является ударопрочный кофр, переносимый в руках или в варианте рюкзака.

Блок управления (БУ), включая пульт управления ОПУ и ОЭМ, планшет-монитор, монокуляр высокого разрешения, аккумуляторный блок питания с зарядным устройством размещаются в ударопрочном кейсе и переносятся в кофре, аналогичном штатной упаковке выносного блока. В этом же кофре укладывается комплект кабелей, необходимых для коммутации двух рабочих блоков и зарядки аккумуляторов.

Длина кабельного соединения РБМ-1с РБМ-2 — 15 м.

Время, необходимое для приведения комплекса «Пластун-М» в рабочее состояние, не превышает 5 мин.

В оптико-электронных модулях комплексов «Пластун-СТМ» и «Пластун-М» реализованы базовые информационные каналы:

- тепловизионный (7–14 мкм, LWIR);

- высокочувствительный телевизионный с варио-объективом;
- лазерный дальномер (1,55 мкм) в комплекте с электронным компасом, акселерометром и GPS/ГЛОНАСС-модулем.

В качестве дополнительных опций в комплексах предусмотрена возможность реализации следующих информационных каналов:

- тепловизионный SWIR-диапазона;
- тепловизионный MWIR;
- телевизионный ночного видения (ПНВ);
- лазерной локации;
- целеуказания.

Количество информационных каналов в одном комплексе определяется его функциональным назначением, требуемыми техническими и массогабаритными характеристиками.

Созданный в НПЦ «Спектр-АТ» аппаратный ряд неохлаждаемых тепловизионных средств позволяет выбрать оптимальное с точки зрения функциональных и массогабаритных характеристик, а также ценовых рамок техническое устройство, необходимое для решения конкретной задачи, связанной с круглосуточным всепогодным наблюдением, разведкой, прицеливанием, сопровождением целей, охраной объектов, таможенным контролем, криминалистическими исследованиями, вождением транспортных средств, поиском раненых и пострадавших в результате военных действий или стихийных бедствий, обнаружением мин, схронов, незаконных погребений и т.п. Круг решаемых задач с помощью тепловизионных средств достаточно широк, что подтверждается достаточно часто повторяемой специалистами, работающими в сфере разработки и производства тепловизионной техники, фразой: «Трудно найти поисково-досмотровую или диагностическую задачу, которая не могла бы быть решена с помощью тепловизионных средств».

Заключение

На первый взгляд представленная работа может показаться не совсем профильной тематике настоящего издания. По крайней мере автора преследует такое ощущение. Однако об обратном говорит достаточно много фактов. Во-первых, уже давно в ходу у специалистов такие термины, как «криминалистическая диагностика» и «антитеррористическая диагностика» наряду с «технической диагностикой», что свидетельствует о едином методическом подходе различных специалистов к решению стоящих задач. Помимо этого аппаратура, применяемая для решения антитеррористических задач, основана на методах интроскопии и по структурно-функциональным схемам весьма схожа с техническими средствами неразрушающего контроля. Наконец обмен информацией, связанной с техни-

ческими и технолого-конструктивными решениями, еще никому не мешал.

В итоге, набравшись смелости, автор предлагает организовать в настоящем издании раздел «Антитеррористическая техника» или «Антитеррористическая техника и диагностика», в наполнении которого статейным материалом, думаю, что с удовольствием примет участие достаточно широкий круг специалистов.

Список использованной литературы

1. Клюев В.В. Моя неразрушающая история. М.: Машиностроение, 2006. 240 с.
2. Ковалев А.А., Ковалев А.В. Технические средства антитеррористической и криминалистической техники: учеб. пособие / под общ. ред. В.В. Клюева. М.: ИД «Спектр», 2011. 206 с. (Диагностика безопасности).
3. Ковалев А.В. Антитеррористическая и криминалистическая диагностика. // Неразрушающий контроль: справочник: в 8 т. / под ред. В.В. Клюева; Т. 8. Кн. 2. М.: Машиностроение, 2005. С. 509–798.
4. Ковалев А.В. Неразрушающий контроль и антитеррористическая безопасность. История и реальность // 50 лет НИИ интроскопии МНПО «Спектр». М., 2014. С. 26–47.
5. Ковалев А.В. Антитеррористическая и криминалистическая диагностика // Контроль. Диагностика. 2004. № 2. С. 13–29.
6. Ковалев А.А., Ковалев А.В. Разработка и производство тепловизионной поисково-досмотровой техники для решения антитеррористических задач // Контроль. Диагностика. 2009. № 4. С. 54–64.
7. Ковалев А.В., Самокрутов А.А., Федчишин В.Г., Шевалдыкин В.Г. Специальные поисковые средства интроскопии // Контроль. Диагностика. 1999. № 5. С. 24–29.
8. Ковалев А.В., Матвеев В.И. Разработка и развитие микроволновых методов и приборов технической диагностики // Контроль. Диагностика. 2014. № 3. С. 89–92.
9. Самокрутов А.А., Шевалдыкин В.Г., Козлов В.Н. История АКС // 50 лет НИИ интроскопии МНПО «Спектр». М., 2014. С. 52–62.
10. Каталог тепловизионной аппаратуры – 2022: Альбом проспектов НПЦ «Спектр-АТ». М., 2022.



СВАРПРОМ

С НАМИ НАДЕЖНЕЕ

Тел.: +7 (9372) 25-84-67

Моб.: +7 (927) 115-41-34

E-mail: svarprom1@mail.ru
(Кочнев Алексей Сергеевич)



Компания ООО «АСТ «Сварпром» предлагает широкий спектр услуг по всей территории России

- Неразрушающий контроль сварочных соединений и материалов
- Механические испытания, химический анализ
- Сварочно-монтажные работы
- Технадзор за строительством объекта
- Специалисты по сварочному производству IV уровня НАКС
- Оформление исполнительной и сдаточной документации
- Геодезические работы
- Обследования и испытания бетонных конструкций



Лаборатория ООО «АСТ «Сварпром» готова к выполнению технически сложных задач, поставленных перед нашими специалистами.

РЕКЛАМА

ТЕХЖОН
ТЕХНИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ



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

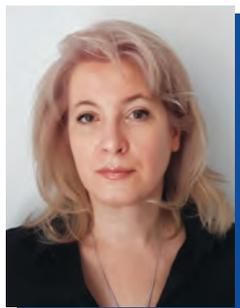
OmniScan X3

ФЛАГМАН ультразвуковых
ДЕФЕКТОСКОПОВ
с фазированными решетками



www.techkontrol.ru
+7 (495) 133-58-62

ЧТО ТАКОЕ ASME В НАШИХ ШИРОТАХ И КАКОВА ДАЛЬНЕЙШАЯ ПЕРСПЕКТИВА ПРИМЕНЕНИЯ ДОКУМЕНТОВ В РАМКАХ ЕАЭС



ЗАИТОВА Светлана Александровна
Президент СРО ОЮЛ КАЗАХСТАНСКИЙ РЕГИСТР,
председатель МТК 515 «Неразрушающий контроль»,
Республика Казахстан

Тема, которая давно многих интересует, но публично не обсуждается активно. Ее мы рассмотрим вместе с уполномоченным инспектором ASME Валерием Ганагиным.

Начнем с самой системы и организации The American Society of Mechanical Engineers, которой уже ни много ни мало 142 года. С 1880 г. некоммерческая организация объединила инженеров для разработки единых кодов и стандартов в целях «*for advancing technical knowledge and a safer world*». Высокотарно, но стабильно и постоянно развивающееся ASME в 2020 г. учредило сестринскую некоммерческую организацию Metrix Connect LLC в качестве цифровой платформы и организатора сетевых мероприятий.

И сейчас ASME – это экосистема, которая «*serves a wide-ranging engineering community through quality learning, the development of codes and standards, cer-*



ГАНАГИН Валерий Николаевич
Уполномоченный инспектор ASME, консультант
по внедрению стандартов ASME на заводах-изготовителях,
г. Алматы, Республика Казахстан

tifications, research, conferences and publications, government relations, and other forms of outreach».

Чем же так интересно для нас, членов ЕАЭС, Американское общество инженеров-механиков?

Прежде всего ASME – это профессиональная, независимая от государственного регулирования система обеспечения безопасности продукции и процессов ее жизненного цикла с учетом действующих рыночных механизмов таких, как: фактическое страхование на всех этапах от проектирования до эксплуатации и утилизации; независимая квалификация экспертов ASME и коллективная ответственность членов ASME своей репутацией и местом на рынке за возможное причинение вреда третьим лицам.

Независимых от государственного регулирования систем обеспечения безопасности в ЕАЭС нет,

так же как и фактического рынка страховых услуг на основании независимого технического аудита опасных технических устройств. Но есть отдельные элементы, как институт экспертов по опасным техническим устройствам, согласно законодательству Российской Федерации, или отдельные требования по проектам на основе внедрения ASME, которые принадлежат иностранным консорциумам на территории Республики Казахстан, действующие параллельно с требованиями официального законодательства.

Перенять часть системы ASME в форме документов по стандартизации или сертификации отдельных технических устройств без создания целой национальной (или наднациональной, как ISO) инфраструктуры невозможно, но использовать в качестве добровольной дополнительной процедуры – это широко распространенная практика, особенно на предприятиях с иностранным участием и системой международного перестрахования.

Что дает сертификация ASME?

- *ASME offers a continuously evolving portfolio of standards across a wide range of topics, including pressure technology, power plants, elevators, construction equipment, piping, nuclear components, and many more.*
- Наиболее распространенные объекты сертификации ASME в РФ и РК – это производители сосудов под давлением и оборудования к ним. Сертификация ASME позволяет продавать то-

вар международным заказчикам как на внутреннем рынке, так и за рубежом. Вопрос цены логистики.

- Постоянно актуализируемые требования ASME в зависимости от изменений материалов производства и методов контроля, что позволяет заказчикам и собственникам объектов находиться в технологическом тренде.
- Собственная система качества, специализированная под объекты производства и интегрированная на цифровой платформе ASME.
- Высочайшие требования и ответственность инспекторов ASME, результаты технического аудита которых позволяют страховым компаниям принимать на себя риски.

Какие направления деятельности ASME востребованы в ЕАЭС?

- Сертификация заводов изготовителей сосудов.
- Квалификация субподрядчиков по сварке, неразрушающему контролю, проектированию, закупкам материалов и комплектующих, инжиниринговых компаний.

Сколько и какие предприятия являются держателями сертификата ASME?

Согласно данным официального сайта ASME <https://caconnect.asme.org/directory>, сертифицированных производств нет в Армении, Беларуси и Кыргызстане.

Данные по Российской Федерации:

Company Name	Division Name	Abbrev.	Plant Address	City	State/Province	Country/Region	Type	Certificate Status
JSC "Volgogradneftemash"		VNM	45, Elektrosovskaya Str.	Volgograd		Russian Federation	U	25836 Active
JSC "Volgogradneftemash"		VNM	45, Elektrosovskaya Str.	Volgograd		Russian Federation	U2	26837 Active
PJSC Uralhimnash			Khibinogorsky per., 33	Ekaterinburg		Russian Federation	U	38681 Active
Uraltehnostroy - Tuymazykhimnash JSC			37, Gorky Street	Tuymazy, Bashkortostan		Russian Federation	U	40099 Active
PJSC Uralhimnash			Khibinogorsky per., 33	Ekaterinburg		Russian Federation	U2	41485 Active
"Machine-Building Factory of Podolsk" JSC		JSC "ZIO"	23 Mashinostroiteley St.	Podolsk		Russian Federation	S	46886 Active
"Machine-Building Factory of Podolsk" JSC		JSC "ZIO"	23 Mashinostroiteley St.	Podolsk		Russian Federation	U	46887 Active
JSC Kashira Steel Structures and Boiler Building Plant		JSC KZMK	1, Kashira highway	Kashira, Moscow region		Russian Federation	S	47571 Active
JSC Kashira Steel Structures and Boiler Building Plant		JSC KZMK	1, Kashira highway	Kashira, Moscow region		Russian Federation	U	47572 Active
Joint Stock Company "Tambovsky Zavod "Komsomolets" Named in Honour of N.S. Artyomov		JSC "ZAVKOM"	Sovetskaya Street, 51	Tambov		Russian Federation	U	49187 Active
Joint Stock Company "Borkhimnash"		JSC "Borkhimnash"	No. 4-A Prokhodnaya Street	Borsoglebsk		Russian Federation	U	54238 Active
Stock Company "BOILER EQUIPMENT PLANT" (SC ZKO)		SC ZKO	35, Proizvodstvennaya Street	Belgorod Region	OTH	Russian Federation	S	56161 Active
Stock Company "BOILER EQUIPMENT PLANT" (SC ZKO)		SC ZKO	35, Proizvodstvennaya Street	Belgorod Region	OTH	Russian Federation	U	56162 Active
Stock Company "BOILER EQUIPMENT PLANT" (SC ZKO)		SC ZKO	35, Proizvodstvennaya Street	Belgorod Region	OTH	Russian Federation	PP	56976 Active
INGC		INGC	92 Novo-Galvinskaya street	Perm		Russian Federation	U	58452 Active

Данные по Республике Казахстан

Company Name	Division Name	Abbrev.	Plant Address	City	State/Province	Country/Region	Type	Certificate Status
Byelkamit LLP			348/8 Raiymbek Ave.	Almaty		Kazakhstan	U	38059 Active
Byelkamit LLP			348/8 Raiymbek Ave.	Almaty		Kazakhstan	U2	38900 Active
Sewon-Vertex Heavy Industry LLP	SV		Promzone	Aktau, Mangistau		Kazakhstan	PP	41892 Active
Sewon-Vertex Heavy Industry LLP	SV		Promzone	Aktau, Mangistau		Kazakhstan	S	41493 Active
Sewon-Vertex Heavy Industry LLP	SV		Promzone	Aktau, Mangistau		Kazakhstan	U	41494 Active
Sewon-Vertex Heavy Industry LLP	SV		Promzone	Aktau, Mangistau		Kazakhstan	U2	41495 Active
AtyrauNefteMash LLP			44, Kuttygai batyr str.	Atyrau		Kazakhstan	U	47894 Active
AtyrauNefteMash LLP			44, Kuttygai batyr str.	Atyrau		Kazakhstan	U2	54847 Active
AtyrauNefteMash LLP			44, Kuttygai batyr str.	Atyrau		Kazakhstan	S	56701 Active
«KAZAKHSTAN PETROLEUM EQUIPMENT MANUFACTURING PLANT» LTD.	KZND		No.521, 41St Switching Track.	Aktobe City		Kazakhstan	U	58464 Active
KASKOR-MASHZAVOD JSC			Promzona 6 building 60,	Republic of Kazakhstan		Kazakhstan	U	58532 Active
Almaty Ventilator Plant LLP	AVZ		Almaty region, Ili district, Baiserkensky rural district, Koyanikus village, Baurzythan Momyshtuly st., building 8A	Almaty		Kazakhstan	U	59750 Active
SICIM Kazakhstan LLP	SICIM		Industrial Base 12, Karabatan Station Area	Atyrau		Kazakhstan	U	59872 Active
SICIM Kazakhstan LLP	SICIM		Industrial Base 12, Karabatan Station Area	Atyrau		Kazakhstan	U2	59873 Active

Кто является агентами ASME?

Сертификацию завода проводят через систему авторизованных агентств, имеющих территориальное разделение, в зависимости от расположения местных офисов и наличия в штате инспекторов ASME <https://www.asme.org/wwwasmeorg/media/resourcefiles/shop/certification-accreditation/bpv-certification/bpv-certification-list-of-authorized-inspection-agencies.pdf>

Как организуется процедура прохождения сертификации по требованиям ASME?

Для понимания процесса сертификации по требованиям ASME заказчик, как правило, организует для своих работников вводный курс.

«Вводный Курс по основам системы стандартов ASME» (очно 1–2 дня, онлайн 1–2 дня)

Курс предназначен для:

руководителей и специалистов всех уровней управления в организации, использующей стандарты ASME в своей деятельности

После прохождения курса вы получите:

- знания по системе организации международного стандарта ASME;
- полную информацию о том, как работает система сертификации сосудов с клеймом ASME и без клейма ASME;
- полное понимание, как подготовиться к сертификации по стандарту ASME;

- информацию по бюджету для сертификации;
- понимание связи законодательных требований государства и стандарта;
- знание терминологии и взаимодействия всех вовлеченных сторон;
- умение эффективно обрабатывать заявки от заказчиков по данным стандартам.

Программа:

- 1) ASME Authorized Inspection Agency – Авторизованное уполномоченное инспекционное агентство: задачи, деятельность;
- 2) ASME-CODE: история, область применения. Кодировка и структура;
- 3) Терминология;
- 4) Обзор требований ASME – Code books;
- 5) Обзор руководства по контролю качества ASME;
- 6) Требования секции VIII, Division 1. Сосуды под давлением. Требования к проектированию, производству, инспекции, испытания и сертификации;
- 7) Обзор требований секции II, части A+D. Материалы: виды, требования к маркировке материалов, сварочные материалы;
- 8) Технические спецификации, роль кодов ASME;
- 9) Опыт внедрения ASME у местных машиностроителей (сложности, истории успеха);
- 10) ASME минимальные критерии для завода – изношенность оборудования, требование

к зданию, финансовые показатели завода т.д.;

- 11) Готовность местных машиностроителей к внедрению ASME;
- 12) Стоимость внедрения;
- 13) Количество предприятий в России и СНГ, сертифицированных ASME;
- 14) ASME «ST-РФ» и оригинальный стандарт ASME – в чем разница, подход, суть;
- 15) Перевод стандарта на русский язык и его использование на русском языке;
- 16) Открытые вопросы, круглый стол.

Итоговое тестирование не предусмотрено.

Возможно предоставление сертификата об участии в данном тренинге.

Практические упражнения в данном вводном курсе не предусмотрены. Демонстрируются оригиналы стандартов на английском языке и образцы требуемых документов на русском языке.

Курс проводится консультантом – русскоязычным уполномоченным инспектором ASME с 20-летним опытом по инспекциям при производстве реальных сосудов с клеймом U, а также консалтингу заводов по внедрению системы ASME с полной готовностью к сертификации.

После внедрения системы качества и перед началом сертификационных аудитов заказчик подписывает договор с уполномоченным инспекционным агентством ASME, вызывает уполномоченного инспектора ASME для проверки и одобрения системы качества и контроля при изготовлении демонстрационного сосуда.

После успешного прохождения сертификационного аудита и получения трехгодичного сертификата ASME уполномоченный инспектор проверяет полностью КАЖДЫЙ изготавливаемый сосуд, проводит все визуальные проверки сосуда, освидетельствует все испытания, проверяет все документы и неразрушающий контроль и финально подписывает КАЖДЫЙ паспорт сосуда и освидетельствует клеймение каждого сосуда клеймом ASME (U, U2, S или другие редко используемые). Инспектор ASME будет буквально жить на предприятии на протяжении процесса производства и испытаний продукции.

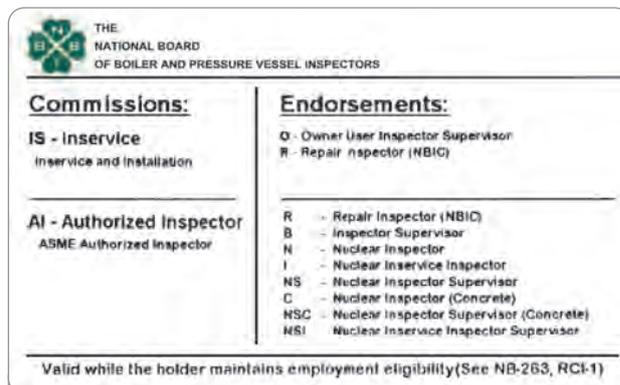
Как стать инспектором ASME?

Инспектором можно стать, только являясь сотрудником-инспектором уполномоченного инспекционного агентства. Претендент обучается на двухнедельном курсе в США, в Национальном комитете по котлам и сосудам под давлением (National Board of Boilers and Pressure Vessels Inspec-



Лицевая сторона

- Национальный комитет по котлам и сосудам под давлением США
 - Номер аттестата 13002 действует до 31 декабря 2022 г.
 - Данным удостоверяется, что Ганагин Валерий, работник компании Bureau Veritas Inspection and Insurance Company, имеет аттестацию по инспектированию котлов и сосудов под давлением, выданную Национальным комитетом по котлам и сосудам под давлением.
 - Председатель правления Исполнительный директор Назначение R
- Аттестация AI, IS



Обратная сторона

- Аттестации: IS – в процессе эксплуатации
 - Назначения:
O – инспектор производителя
R – инспектор по ремонту (NBIC стандарт)
AI – уполномоченный инспектор ASME
R – инспектор по ремонтам
B – инспектор-супервайзер
N – инспектор по атомным сосудам
I – инспектор-в процессе эксплуатации по атомным сосудам
NS – инспектор-супервайзер по атомным сосудам
C – инспектор ядерной энергетики по бетону
NSC – инспектор-супервайзер ядерной энергетики по бетону
NSI – инспектор-супервайзер по атомным сосудам в процессе эксплуатации.
- Удостоверение действует до тех пор, пока инспектор является сотрудником компании-работодателя

tors), сдает экзамен, а также проходит 20-дневную стажировку под руководством супервайзера из уполномоченного инспекционного агентства. После успешного выполнения всех вышеуказанных действий уполномоченное инспекционное агентство отправляет комплект документов в ASME, которое выдает инспектору его удостоверение на год. Удостоверение продлевается ежегодно после прохождения онлайн-курсов повышения квалификации.

Инспектор оборудования под давлением (Pressure Equipment Inspector): в 2022 г. ASME ввело новую опцию – может выдать любому желающему сертификат о том, что претендент прошел программу обучения по стандарту ASME и подтвердил свои знания по работе с оборудованием под давлением. Такой инспектор не имеет права выполнять обязанности уполномоченного инспектора ASME, но может подтвердить свою квалификацию и знания для выполнения работ, связанных с производством и эксплуатацией сосудов под давлением.

Какие документы ASME наиболее востребованы у сертифицированных компаний и в какой форме они применяются?

Наиболее распространенными в России и Казахстане документами по стандартизации ASME являются документы, стандартизирующие производство и эксплуатацию сосудов под давлением, такие как:

- ASME Section VIII, Division 1 (ASME BPVC.VIII.1-2021): Rules for Construction of Pressure Vessels. Правила производства сосудов под давлением;
- ASME Section VIII, Division 2 (ASME BPVC.VIII.2-2021): Alternative Rules. Альтернативные правила производства сосудов под давлением;
- ASME Section IX (ASME BPVC.IX-2021): Welding, Brazing, and Fusing Qualifications. Квалификация сварки, пайки и плавления;
- ASME Section V (ASME BPVC.V-2021): Nondestructive Examination. Неразрушающий контроль;
- ASME Section II (ASME BPVC.II.A-2021): Materials. Part A. Ferrous Material Specifications. Материалы. Часть А. Спецификации железосодержащих материалов;
- ASME Section II (ASME BPVC.II.B-2021): Materials. Part B. Nonferrous Material Specifications. Материалы. Часть В. Спецификации цветных материалов;
- ASME Section II (ASME BPVC.II.C-2021): Materials. Part C. Specifications for Welding Rods, Electrodes and Filler Metals. Материалы. Часть С. Спецификации сварочных прутков, электродов и присадочных материалов;

- ASME Section II (ASME BPVC.II.D.M-2021): Materials. Part D. Properties (Metric). Материалы. Часть D. Механические свойства (Метрические);
- NBBI NB23-2021. National Board Inspection Code: Installation, Inspection, Repair and Alteration, Pressure Relief Devices. Инспекционный стандарт Национального Комитета: Установка оборудования под давлением, инспектирование, ремонт и изменение, предохранительные устройства;
- ASNT SNT-TC-1A-2016. Recommended Practice No. SNT-TC-1A: Personnel Qualification and Certification in Nondestructive Testing (2016). Рекомендованная практика по квалификации и сертификации персонала по неразрушающему контролю (2016 г.).

Документы используются только оригинальные, на английском языке. **Приобрести их можно напрямую в ASME.**

С 2022 г. распространение стандартов ASME на территории ЕАЭС через национальные органы по стандартизации не осуществляется. Переводы считаются только информационными и нелегитимны. Применение у правообладателей и применение таких стандартов предусмотрено национальными законодательствами ЕАЭС на добровольной основе.

В этой связи необходимо отметить, что одним из первых технических регламентов ЕАЭС был принят технический регламент Таможенного союза «О безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением» (ТР ТС 032/2013), который является нормативно-правовым документом второго уровня и обязателен для всех стран – участниц ЕАЭС. В перечне стандартов, в результате добровольного применения которых обеспечивается безопасность продукции, заявлены стандарты с 70-х гг. прошлого века. Перечень постоянно обновляется стандартами, которые на практике используют предприятия. Единые в ЕАЭС подходы к сертификации продукции и признание систем оценки соответствия прекращаются на этапе эксплуатации, где вступают в действие требования национальных законодательств. Общей системы обеспечения безопасности на протяжении всей жизнедеятельности продукции не выработано. Наднациональное экспертное сообщество не сформировано.

В сложившейся ситуации опыт ASME бесспорно важен, но политически и экономически невозможен. Поэтому пока продолжим параллельное добровольное применение документов ASME и ожидаем формирования собственного экспертного сообщества на основе стандартизованных требований к производству и эксплуатации. ■