

ДЕЛОВАЯ ПРОГРАММА ФОРУМА «ТЕРРИТОРИЯ NDT 2025» (продолжение)*

НК НА ЛИНЕЙНОЙ ЧАСТИ ТРУБОПРОВОДОВ ПАО «ГАЗПРОМ»

В рамках деловой программы форума «Территория NDT 2025. Неразрушающий контроль. Испытания. Диагностика» состоялся круглый стол «**НК на линейной части трубопроводов ПАО «Газпром»**», в котором приняли участие как ведущие специалисты, представляющие компании, обеспечивающие диагностическое обслуживание объектов линейной части магистральных газопроводов ПАО «Газпром», занимающиеся производством оборудования для мониторинга, оказывающие услуги по его интеграции на различных объектах, использованию и обслуживанию, так и представители дочерних обществ — эксплуатирующих организаций/филиалов ПАО «Газпром», на чьи плечи возложено обеспечение бесперебойной и безаварийной поставки газа потребителям.

Кратким вступительным словом открыл работу круглого стола модератор — канд. техн. наук **А.Н. Касьянов** (ООО «ДНТЦ «ДЕФЕКТОСКОПИЯ»), который довел до сведения участников основные проблемные вопросы, касающиеся тематики круглого стола, о целесообразности разработки и внедрения новых методик контроля, перспективного оборудования и приборов. Отмечена необходимость формирования программ применения созданного оборудования для решения конкретных задач, определяемых единым заказчиком в лице ПАО «Газпром».

А.А. Каверин, канд. техн. наук (РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина), поделился опытом раз-

работки методики определения напряженно-деформированного состояния по фактическим координатам опорных точек. Исследование включает определение локальных радиусов изгиба трубопровода по фактическим координатам его пространственного положения, определение в соответствии с нормативными документами максимальных суммарных продольных напряжений от нормативных нагрузок и воздействий (внутреннего давления, температурного перепада и упругого изгиба) и сравнение полученных данных с максимально допустимым уровнем изгибных напряжений. Проведен анализ существующих методов контроля напряженно-деформированного состояния трубопроводов — физических и механических, что позволило определить возможности их применения как базу оценки напряжений труб с апробацией методов контроля напряжений в лабораторных условиях.

С.Е. Жаринов (НИИИМ МНПО «СПЕКТР») в своем докладе представил обзор систем и приборов НК, экспонировавшихся на выставках NDT-24 в Китае. Он сообщил, что, понимая колоссальный потенциал огромного китайского рынка, РОНКТД приняло активное участие в создании Платформы научно-технического и производственного сотрудничества для экспертной оценки предложений российского оборудования и методик неразрушающего контроля для китайского рынка, а также для подготовки и проведения презентаций компаний, оборудования и технологий неразрушающего контроля для потенциальных заказчиков из различных отраслей промышленности. Наибольший интерес у представителей ПАО «Газпром» вызвали RDX — самоходные рентгеновские кроулеры с магнитным детектором и вихревые дефектоскопы ВД-90НП.

А.Е. Зорин, д.р.техн. наук (ООО «ОМИКОН-Технолоджис»), проанализировал особенности эксплуатации ответственных конструкций, работу которых определяет возможность значительного разброса механических свойств их металла. Для решения данной проблемы разработана технология неразрушающей оценки механических свойств металла по данным о параметрах его строения на базе использования методов машинного обучения. Также для установления количественной взаимосвязи между различными комбинациями параметров строения металла и его механическими свойствами



А.Н. Касьянов

* Начало см. «Территория NDT», 2025, № 2, с. 14–23.



А.А. Каверин



С.Е. Жаринов



А.Е. Зорин



О.А. Рыбин

разработана и испытана нейросеть. Результаты тестирования нейросети показали возможность прогнозирования механических свойств металла с достаточно высокой точностью. Средняя ошибка при прогнозировании свойств составила: для предела прочности — 1,3 %; для предела текучести — 2,5 %; для относительного удлинения — 4,2 %; для относительного сужения — 2,8 %; для ударной вязкости — 11,0 %; для критического коэффициента интенсивности напряжений — 6,7 %. Александр Евгеньевич отметил, что представленная технология может использоваться для прогнозирования любых механических свойств любых металлов и сплавов и их сварных соединений. Также была отмечена перспективная технология определения напряженно-деформированного состояния трубопроводов на базе датчиков пространственного положения.

О.А. Рыбин, д-р техн. наук (ООО «Константа»), в своем докладе сообщил о важной проблеме актуализации развития систем мониторинга технического состояния оборудования, указав, что существующие способы контроля не проводят измерение 100 % основного металла элементов технологического оборудования, требуют значительного объема подгото-

вительных работ, стоимость процесса подготовки оборудования к проведению диагностических работ может существенно превышать стоимость самих диагностических работ. Олег Александрович особо отметил, что одним из способов решения задач обслуживания активов является внедрение систем стационарного мониторинга оборудования.

В.Н. Восколович (ООО «ДНТЦ «ДЕФЕКТОСКОПИЯ») представил систему промышленного применения для диагностирования участков линейной части магистральных газопроводов и трубопроводов компрессорных станций ПАО «Газпром» наружных средств неразрушающего контроля. Докладчик показал, что весьма актуальным является применение самодвижущихся автоматизированных устройств, позволяющих получить определенную нормативами информацию о состоянии труб при максимальном исключении непроизводительного ручного труда. К числу таких устройств относится наружный магнитный автоматизированный сканер-дефектоскоп NDM18 «TESTMASTER». Принцип его работы основан на детектировании, регистрации, обработке и расшифровке сигналов от аномалий магнитного поля (полей рас-



В.Н. Восколович



А.С. Зайцев

сеяния) в местах расположения нарушений сплошности (дефектов) основного металла и сварных соединений труб. Применение данного прибора обеспечивает получение информации о техническом состоянии объекта диагностирования по всей толщине, а также бесконтактность процесса контроля и возможность проведения работ через изоляционное покрытие. Докладчик показал, что использование сканеров-дефектоскопов позволит проводить диагностику трубопроводов и инженерных систем, увеличив частоту обследований, что приведет в свою очередь к предотвращению аварий, человеческих жертв и урона экологии окружающей среды, а также существенно оптимизирует процесс диагностики, повысит качество автоматизированного контроля состояния объектов магистральных газопроводов ПАО «Газпром».

А.С. Зайцев (ООО «Газпром трансгаз Саратов») выразил мнение дочернего общества ПАО «Газпром» по вопросам применения новых технологий и оборудования для диагностирования участков газопроводов, не подготовленных к проведению внутритрубного диагностирования на объектах ООО «Газпром трансгаз Саратов». Он подчеркнул, что проблемы обеспечения надежности транспорта газа, а именно они являются преобладающими в ПАО «Газпром», связаны с определением технического состояния газопроводов. Для этого решены задачи повышения качества обследования участков газопроводов, в том числе в околошовной зоне, не снимая при этом изоляционное покрытие. Продиагностировав трубу соответствующим сканером-дефектоскопом, проводится вскрытие изоляции лишь на конкретных дефектных участках. Далее на участках с нарушенным изоляционным покрытием проводится оценка технического состояния металла электрометрическими комплексами. И в заключение Алексей Сергеевич выразил надежду, что применение дефектоскопа NDM18 «TESTMASTER» и комплек-

са «Орион-7» обеспечит повышение надежности участков газопроводов, не подготовленных к проведению ВТД.

А.Н. Распутин (ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург») считает, что одним из основополагающих этапов процесса диагностики технического обслуживания и ремонта (ДТОиР), обеспечивающих надежную и безопасную эксплуатацию объектов ПАО «Газпром», является проведение диагностических обследований. Необходимость их проведения на опасных производственных объектах, в том числе и магистральных газопроводах, продиктована требованиями нормативной документации всех уровней. В докладе рассмотрены процессы обследования и формирования массива первичной диагностической информации труб линейной части магистральных газопроводов, одного из источников, данных о техническом состоянии газопроводов. Комплексная целевая программа развития единого информационного пространства Группы «Газпром» уже сейчас предполагает цифровизацию бизнес-процессов различных уровней. Одним из направлений дальнейшего развития этого информационного пространства может быть формирование сквозных цифровых технологий, позволяющих связать первичную информацию, непосредственно характеризующую состояние эксплуатируемого оборудования, с моделями, обеспечивающими принятие управленческих решений и оценку эффективности этих решений.

В 2020 – 2021 гг. в ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург» разработан АПК «Визуальный контроль труб». Комплекс обеспечивает визуально-измерительный контроль труб на специализированных заводах (или ремонтных базах) в процессах:

- обследования и отбраковки демонтированных из ремонтируемого газопровода труб после подготовки их поверхности к обследованию;
- подтверждения качества выполненного ремонта труб по результатам оценки и формирования до-

кументов, подтверждающих качество подготовки труб к применению.

АПК «Визуальный контроль труб» включает:

- автоматизированный комплекс визуально-измерительного контроля труб;
- программное обеспечение «Оценка дефектов труб и качества выполненного ремонта», версия ПО-АПК.

АПК «Визуальный контроль труб» предназначен для бесконтактного измерения геометрических параметров труб, выявления и измерения геометрических параметров дефектов, имеющих на наружной поверхности труб, а также для измерения расстояний от торцов и заводских сварных соединений труб до выявленных дефектов. Для оценки надежности ремонтируемых труб магистрального газопровода в составе стационарного визуально-измерительного комплекса целесообразно применять магнитный метод неразрушающего контроля. Получаемая комплексная информация о техническом состоянии трубы впоследствии будет использоваться для повышения достоверности внутритрубной диагностики, оптимизации алгоритмов интерпретации диагностических данных, внедрения методик предиктивной диагностики.

Д.С. Тихонов, д-р техн. наук (ООО «НПЦ «ЭХО+»), довел до сведения слушателей круглого стола, что при ультразвуковом контроле сварных соединений труб с узкой (специальной) разделкой при строительстве магистральных газопроводов требуется обеспечить надежное выявление вертикально ориентированных плоскостных несплошностей, таких как несплавление по разделке сварного шва, несплавление слепого зазора. Для этой цели применяются тандемные схемы контроля, поскольку отраженная от вертикально ориентированной несплошности волна возвращается на антенную решетку по траектории, отличной от траектории излучения, и при обычном электронном секторном или линейном сканировании эта несплошность может быть пропущена. Применение тандемных схем реализовано двумя путями:

- разбиением сварного шва на зоны и заданием специальной схемы контроля для каждой из

зон — технологией зонального разбиения, требования к которой изложены в СТО Газпром 15-15-2.3-005—2023, п. 7.5;

- специальной схемой излучения и приема с последующей обработкой по разработанной НПЦ «ЭХО+» технологии цифровой фокусировки антенны (ЦФА), также известной как Full Matrix Capture (FMC) + Total Focusing Method (TFM).

Также автор доклада пояснил, что технология автоматизированного ультразвукового контроля с применением системы АВГУР-ТФ на базе ультразвукового многоканального дефектоскопа АВГУР-АРТ и сканирующего устройства производства ООО «НПЦ «ЭХО+» по методике МФАР-НГ1-Т1-А/24-К-24 получила положительное заключение при аттестационных испытаниях ООО «Газпром ВНИИГАЗ».

В заключительном докладе **А.Н. Касьянов** (ООО «ДНТЦ «ДЕФЕКТОСКОПИЯ») рассмотрел перспективные технологии диагностирования и мониторинга опасных производственных объектов, эксплуатируемых ПАО «Газпром». Отдельно была отмечена необходимость оперативной неразрушающей оценки фактического состояния и механических свойств металла конструкций. Для этой цели могут быть эффективно использованы технологии и методы неразрушающего контроля сканирующими системами как внутритручными, так и внешнетручными.

В ходе дискуссии участники круглого стола сошлись на мнении об актуальности и перспективности развития технологий диагностирования и мониторинга состояния опасных производственных объектов, эксплуатируемых ПАО «Газпром». При этом сформулировано, что основными проблемами, сдерживающими это развитие, являются: отсутствие запланированных затрат на эксплуатацию, обслуживание, ремонт и поверку вновь создаваемых диагностических систем, а также отсутствие единых подходов к обследованию объектов.

КАСЬЯНОВ Алексей Николаевич, д-р техн. наук, ООО «ДНТЦ «ДЕФЕКТОСКОПИЯ», Москва

НК НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

В рамках деловой программы форума «Территория NDT 2025. Неразрушающий контроль. Испытания. Диагностика» состоялся круглый стол «**НК на железнодорожном транспорте**», в котором приняли участие ведущие компании, занимающиеся производством оборудования и проведением работ на объектах подвижного состава РЖД, оказывающие услуги по интеграции диагностических про-

цессов на различных железнодорожных объектах, а кроме того, представители организаций, обеспечивающих обучение и сертификацию диагностического персонала специализированных служб РЖД.

Открыл работу круглого стола президент РОНКТД д-р техн. наук, профессор **В.А. Сясько**. В своем докладе он представил технико-экономический анализ целесообразности внедрения систем



Вопрос из зала



Д.В. Куст

мониторинга объектов РЖД. Кроме того, были рассмотрены перспективные наработки для стационарного непрерывного мониторинга параметров эксплуатации подвижного состава, их дефектности. Особо было отмечено качество подготовки специалистов-дефектоскопистов. Владимир Александрович особо отметил необходимость повышения качества подготовки специалистов-дефектоскопистов, направляемых после сертификации на объекты промышленности. Следовательно, данное направление можно считать приоритетным.

С.Н. Аверкин (АО «ВНИИЖТ») поделился опытом разработки и внедрения систем непрерывного автоматизированного мониторинга объектов железнодорожного транспорта. Особо отмечено, что с

2011 г. по настоящее время на возглавляемый докладчиком Центр НК и ТД АО «ВНИИЖТ» возложено более 30 функций головной организацией РЖД по данному направлению. Проведя организационный объем работ, в настоящее время центром НК и ТД принято решение, что средство неразрушающего контроля вводится в эксплуатацию на основании организационно-распорядительного документа ОАО «РЖД» по схеме: успешное прохождение испытаний, согласованные и утвержденные технические условия и, наконец, внесение информации в реестр ОАО «РЖД».

Д.В. Куст (ООО «НВК») представил в своем докладе итоги работы предприятий ООО «НВК» по неразрушающему контролю в 2024 г. и планы на

2025 г. К наиболее значимым в период с 2021 по 2023 гг. в Вагоноремонтном депо ВРД Чита можно отнести эксплуатационные испытания опытного образца магнитопорошковой установки УМДП-01М (UMDP-01M). Для примера, за время испытаний было проконтролировано наружных и внутренних колец кассетных подшипников 39 288 ед., из них забраковано 962 ед., что составляет 2,4 %. По результатам испытаний подписан Акт функциональных испытаний УМДП-01М. В итоге по результатам работ ООО «НВК» предложило систему изменения схемы намагничивания корпуса автосцепки, что должно повысить производительность и обеспечить качество и достоверность проведения магнитопорошкового контроля. И, как результат, направить производителям магнитопорошковых дефектоскопов предложения по изменению схем намагничивания деталей в целях повышения производительности, обеспечения качества и достоверности проведения контроля.

О.П. Невматулина (АО «ФПК») проанализировала текущую ситуацию на рынке перевозок АО «ФПК». Акционерное общество «Федеральная пассажирская компания» является основным перевозчиком пассажиров и груза багажа железнодорожным транспортом в дальнем сообщении. На сегодняшний день в эксплуатации находятся более 16 тыс. пассажирских вагонов, и с каждым годом их количество растет. Для обеспечения безопасности движения, качественного ремонта и технического обслуживания вагонов в структурных подразделениях компании аттестованы 42 лаборатории НК. При выполнении технических осмотров и текущих ремонтов вагонов в АО «ФПК» проводится неразрушающий контроль деталей тремя методами: вихретоковым контролем (ВТК), магнитопорошковым контролем (МПК) и ультразвуковым контролем (УЗК). Парк дефектоскопов насчитывает 975 ед. оборудования. Штат квалифицированных работников НК составляет 264 работника НК, из которых 42 являются руководителями лабораторий НК. За 2024 г. методами НК проверено более 3,4 млн деталей, выявлено более 33 тыс. дефектов, забраковано около 24 тыс. деталей. Выбраковка деталей составляет 0,69 %. С введением в эксплуатацию новых отечественных пассажирских вагонов и проведением мероприятий по импортозамещению номенклатура подвергаемых НК деталей на данный момент увеличилась до 122 ед. и продолжает расти. В АО «ФПК» большое внимание уделяется обеспечению безопасности движения и профессиональному росту специалистов ответственных профессий. Уже дважды проводился конкурс профессионального мастерства по неразрушающему контролю на базе пассажирских вагонных депо Новосибирска и Самары. Для популяризации про-

фессии, демонстрации высокой квалификации, знаний и умений специалистов АО «ФПК» принято решение проводить конкурс ежегодно. Лучшие представители своей профессии – мастера лабораторий НК из 10 филиалов АО «ФПК» проходят теоретическую, практическую и технологическую оценку знаний, показывают освоение тонкостей работы в сфере неразрушающего контроля. Конкурсантов оценивает профессиональное жюри. В программе один день занимают конкурсные этапы, а второй день проходит в формате круглого стола с докладами и культурной программой. В сентябре этого года конкурс дефектоскопистов АО «ФПК» планируется провести в пассажирском вагонном депо Санкт-Петербург-Московский.

В.А. Чуприн (ООО «НПК «ЛУЧ») рассказал о возможностях ООО «НПК «ЛУЧ» в вопросах создания оборудования, например: Устройство намагничивающее УНИ-2000/4000 модификации Ш; Устройство намагничивающее трехканальное УНИ-ПШ; Установка для контроля пружин УКП-1; Установка магнитопорошкового контроля МДС-09 и т.п. Все разработки фирмы находятся на высоком уровне качества и пользуются спросом у дефектоскопистов.

И.В. Прокофьев (ООО «Микроакустика-М») подробно изложил решение важной диагностической задачи – контроль роликов по ТИ НК В.21-2 с указанием оптимальных процессов и оборудования:

- схема намагничивания;
- выявление поперечных дефектов;
- выявление продольных дефектов;
- настроечные образцы НО МП 32.03 (поперечные и продольные собственного изготовления);
- собственно контроль роликов;
- размагничивание/намагничивание на блоке для осуществления контроля;
- компактность, ускорение;
- варианты подвешивания (на комплексе в процессе контроля);
- варианты перемещения (на комплексе в процессе контроля);
- регистрация результатов контроля (отчет).

А.Л. Бобров (Сертификационный центр при ФГУП СГУПС) в своем докладе подробно изложил работу сертификационного центра, а именно рассказал о нормативной базе, в том числе по секторам производства работ, и собственно об обучении и сертификации персонала. Нормативная база включает в себя:

- ГОСТ Р ИСО 9712–2023. Контроль неразрушающий. Квалификация и сертификация персонала неразрушающего контроля.
- ГОСТ 34513. Система неразрушающего контроля продукции железнодорожного назначения. Основные положения.

- СТО РЖД 11.008–2020. Система неразрушающего контроля в ОАО «РЖД». Основные положения.
- ПР НК В 1. Правила по неразрушающему контролю вагонов, их деталей и составных частей при ремонте. Общие положения.

Нормативная база по секторам представлена ГОСТами:

ГОСТ Р ИСО 9712–2023. Производственный сектор «Эксплуатация железных дорог»;

ГОСТ 34513–2018. Производственный сектор «Железнодорожный транспорт».

Обучение и сертификация персонала проводятся по следующим видам и методам контроля: ультразвуковой контроль (УЗК), магнитный контроль (МК), вихретоковый контроль (ВТК), капиллярный – контроль проникающими веществами (ПВК), визуально-измерительный контроль (ВИК), радиографический контроль (РК).

Также Алексей Леонидович выделил проблемы, решение которых, по мнению сотрудников

Сертификационного центра при ФГУП СГУПС, решит многие вопросы качества подготовленного персонала.

В заключительном докладе **Ю.Г. Путников** (ООО «Микроакустика-М») рассмотрел перспективные технологии мониторинга объектов РЖД. Особо была отмечена необходимость оперативной неразрушающей оценки фактического состояния и механических свойств металла подвижного состава. Кроме того, Юрий Геннадьевич указал на качество подготовки специалистов и методы его повышения.

В ходе дискуссии участники круглого стола пришли к единому мнению об актуальности и перспективности затронутых тем, в том числе развития технологий мониторинга состояния транспорта РЖД и повышения качества обучения и сертификации персонала.

КАСЬЯНОВ Алексей Николаевич, д-р техн. наук, ООО «ДНТЦ «ДЕФЕКТОСКОПИЯ», Москва

НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ ПРИ ТОВАРНОЙ И ТАМОЖЕННОЙ ЭКСПЕРТИЗЕ

Кафедра товарной экспертизы и таможенного дела Высшей инженерной школы «Новые материалы и технологии» (факультет) Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова в рамках XII Международного промышленного форума «Территория NDT 2025. Неразрушающий контроль. Испытания. Диагностика» провела круглый стол на тему «Неразрушающий контроль при товарной и таможенной и экспертизе». В мероприятии приняли участие: ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г.В. Плеханова»; ЭКЦ МВД РФ; Сколковский институт науки и технологий; Центральное экспертно-криминалистическое таможенное управление; Научно-исследовательский институт проблем хра-

нения Росрезерва (НИИПХ Росрезерва); Филиал ФГБНУ «ФНЦ Пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН; ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)»; ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»; ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет»; ФГБОУ ВО «Росбиотех»; ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства»; ЗАО «НИИН МНПО «Спектр» и др.

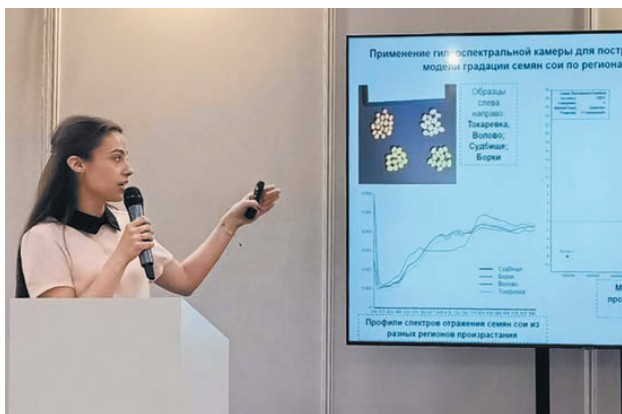
С приветственным словом к участникам круглого стола обратился президент РОНКТД профессор **В.А. Сясько**, который отметил актуальность и важность проблем, связанных с разработкой и



В.А. Сясько



Р.А. Платова



А.А. Лысенкова

внедрением методов неразрушающего контроля при товарной и таможенной экспертизе.

В рамках круглого стола «Неразрушающий контроль при таможенной и товарной экспертизе» были сделаны следующие доклады.

В.А. Сясько, президент РОНКТД, в своем докладе рассказал об идентификации ценных пород древесины и мебельных материалов, имеющих решающее значение для импортной и экспортной торговли. Докладчик отметил, что традиционная идентификация древесины в первую очередь опирается на опытных экспертов, наблюдающих за макро- и микроскопической структурой древесины для определения типа древесины. Микроскопическая анатомическая идентификация включает в себя анализ таких особенностей, как поры, древесные лучи и ткань осевой паренхимы, для дифференциации типов материалов. С развитием технологий компьютерного зрения идентификация древесины перешла от традиционных методов, таких как химический, ДНК, спектральный и анатомический, к области автоматической идентификации древесины с помощью компьютерных изображений. Изучение изображений древесины можно разделить на три этапа: распознавание анатомических структур древесины, применение алгоритмов машинного обучения для идентификации древесины и реализация алгоритмов глубокого обучения для классификации древесины. В отличие от традиционных подходов к машинному обучению, алгоритмы глубокого обучения не требуют ручного формирования признаков, что снижает общую рабочую нагрузку. Использование метода микрокомпьютерной томографии для получения микроскопических изображений поперечных, радиальных и тангенциальных сечений древесины, по сравнению с традиционными методами слайсинга, в совокупности с моделью SLCON-NET позволяет за один раз получить тысячи микроскопических изображений в цифровом виде,



А.Е. Шубочкин

что закладывает основу для глубокого обучения и эффективного автоматического применения во многих сферах деятельности, в том числе в таможенной практике.

Ю.Т. Платов, А.А. Лысенкова (ФГБОУ ВО «Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова») доложили о применении инструментов неразрушающего контроля для идентификации и выявления скрытых дефектов семян масличных культур. Докладчики отметили, что перспективным направлением выявления скрытых внутренних дефектов семян сои являются именно методы неразрушающего контроля. Методы компьютерной микротомографии и микрофокусной рентгенографии в сочетании с методами машинного обучения оказались эффективными инструментами для визуализации внутренней структуры и выявления скрытых дефектов семян сои — локальных некрозов, являющихся питательной средой для патогенной бактериальной микрофлоры, инициирующей развитие семядольного бактериоза. Предложен методический подход анализа цифровых рентгеновских изображений семян сои по яркости методами машинного обучения. В докладе отмечено, что предложенный методический подход, основанный на цифровой рентгенографии, может быть дополнителен преимуществами для решения арбитражных вопросов при товарной и таможенной экспертизе путем формирования базы данных рентгеновских изображений семян сои со скрытыми дефектами.

А.Е. Шубочкин (НИИИИ «Спектр») посвятил доклад электромагнитному контролю качества металлопроката, возможности экспресс-анализа марки стали и/или оценки качества объемной термообработки стальных изделий методом магнитной структуроскопии. Отмечено влияние качества структуры металлопроката на возможность проведения вихретокового контроля трубного металлопроката по высшему уровню качества. Это отно-



И.Г. Благовещенский

сится и к импортируемым металлам, и к выпущенным в РФ.

И.Г. Благовещенский (ФГБОУ ВО «Росбиотех», ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет») рассмотрел вопросы внедрения нейронных сетей в автоматизированные системы управления на пищевых производствах. Докладчик представил ключевые области применения нейросетей: контроль качества сырья и готовой продукции, управление термической обработкой, а также обнаружение технологических аномалий. Отмечены архитектурные особенности системы и достигнутые эффекты в виде повышения стабильности качества, снижения брака и оптимизации производственного процесса.

Н.Н. Потрахов (ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)») в докладе представил новый класс отечественных технических средств рентгенодиагностики – аппаратно-программные комплексы для микрофокусной рентгенографии и томографии в портативном/передвижном исполнении. Продемонстрировал типовые конструкции комплексов, перечисле-

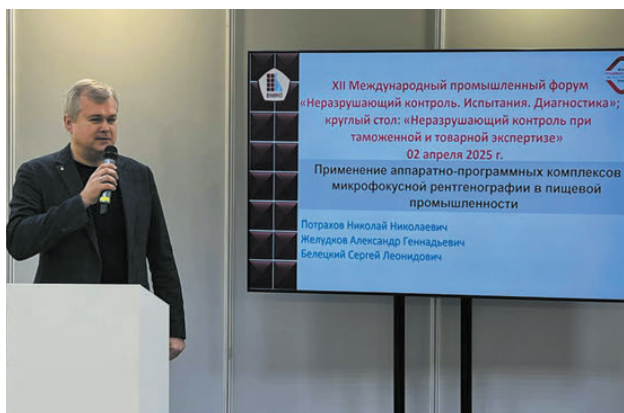


Н.Н. Потрахов

ны основные технические характеристики. Докладчик представил результаты применения комплексов в некоторых областях профессиональной деятельности.

С.Л. Белецкий (филиал ФГБНУ «ФНЦ Пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН) и **Ф.Б. Мусавев** (ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства») отметили, что в настоящее время оценка посевных качеств семян в контрольно-семенном деле проводится в основном стандартными морфометрическими методами. Они не в полной мере отвечают современным требованиям семеноводства ввиду недостаточной информативности и длительности исполнения.

В совместной работе сотрудников Федерального научного центра овощеводства, Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета и ФНЦ «Пищевые системы» разработана компьютерная программа автоматического рентгенографического анализа качества семян «СортСемКонтроль-3.0». Программа сопряжена с передвижной рентгенодиагностической установкой ПРДУ-3 и образует аппаратно-программный комплекс. Новый метод (программа) отличается высо-



С.Л. Белецкий



Ф.С. Федоров



В.А. Юдаев

кой информативностью, быстротой и легкостью исполнения. По итогам автоматического рентгенографического анализа семян формируется протокол. Он содержит данные по количеству анализируемых семян — общему, дефектных по группам, показатели линейных размеров семян, также отражаются результаты фракционного анализа. Выводенность партии семян определяется по количеству двух наибольших смежных фракций. Одновременно можно обрабатывать до десяти рентгенограмм семян.

Ф.С. Федоров (Сколковский институт науки и технологий (Центр фотоники и фотонных технологий)) рассказал об оперативном неразрушающем анализе качества продукции, связанным с использованием недорогих мобильных аналитических систем, позволяющих проводить исследования вне лаборатории. Докладчик предположил, что одним из важных инструментов в последнее время, особенно с развитием искусственного интеллекта, становятся устройства, использующие биологические принципы или дублирующие биологические функции, например газоаналитические системы типа «электронный нос» или системы «компьютерного



М.А. Болсуновский

зрения». В практических сценариях особый интерес представляет классификация состояния продукта как в текущий момент, так и мониторинг его изменений во времени. В рамках доклада были представлены результаты исследований по определению сырой нефти, динамики ее «паттернов запаха» во времени и анализа загрязнения почв с помощью газоанализатора типа «электронный нос», а также результаты анализа качества продуктов питания с использованием комбинированного подхода — анализа запаха и внешнего вида с помощью систем искусственного обоняния и компьютерного зрения.

П.В. Балабанов, В.А. Юдаев (ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет») доложили, что при фитомониторинге методами гиперспектрального контроля в полевых условиях возникают неопределенности классификации растительных тканей, обусловленные, в частности, неравномерностью освещенности объектов контроля и наличием объектов неизвестного класса на гиперспектральном изображении. Поэтому для повышения точности классификации растительных тканей необходимо разрабатывать алгоритмы, учитывающие указанные неопреде-



Р.Г. Рахутин



Е.В. Волкова



Участники круглого стола. Общее фото

ленности. В докладе представлены методики построения алгоритмов обработки данных в информационно-измерительных системах гиперспектрального фитомониторинга на примере подсолнечника сорта «Спартак». Рассмотрены подходы выбора оптимальной модели классификации на основе критериев точности и быстродействия, а также вопросы влияния освещенности объекта контроля на точность классификации.

М.А. Болсуновский (ООО «Компания Совзонд») посвятил доклад использованию технологии гиперспектральной съемки для неинвазивного контроля и идентификации различных материалов — пищевых и фармацевтических продуктов, а также для определения контрафакта (в том числе подделок предметов роскоши). Гиперспектральная визуализация с высоким разрешением в сочетании с хемометрическими методами — эффективный инструмент для измерения, сортировки и классифи-

кации пищевых продуктов на различных этапах цепочки поставок. Для этой цели обычно используют диапазоны длин волн VNIR, NIR и SWIR. В докладе представлен подробный обзор применяемых камер для гиперспектральной визуализации.

Р.Г. Маев (академик РАН) и **Р.Г. Рахутин** (компания «Тессоникс — Россия») представили обзор методов художественного анализа и способов обнаружения подделок произведений искусства с помощью сопоставления уникальных образцов и искусственного интеллекта. Эксперты рассказали о своем многолетнем опыте применения таких методов неразрушающего контроля, как: получение изображений живописи в ближнем инфракрасном диапазоне и на коротких волнах, контроля красок с помощью термографических методов, бесконтактного акустического метода с воздушным соединением и акустической дефектоскопии. Докладчики представили многочисленные примеры исследова-



Участники круглого стола



Вопрос из зала: П.В. Балабанов

ния объектов культурного наследия компанией True Image в 2014 – 2023 гг. в Лондоне. В заключение авторы поделились результатами научных разработок компании, а именно о привлечении алгоритмов искусственного интеллекта к распознаванию и анализу кракелюра.

Р.А. Платова, Е.В. Волкова (ФГБОУ ВО «Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова») рассказали о комплексной экспертизе антикварного фарфора, которая включает в себя оптико-физические методы и аналитическую работу эксперта. Авторы описали методы, которые используют для определения места и времени производства керамических изделий, такие как растровая электронная микроскопия (РЭМ), рентгенофазовый анализ (по методу Дебая Шеррера) (РФА) и др. Докладчики на практическом примере продемонстрировали принципы сравнительного анализа старинных марок фарфора, нанесенных на изделия, с источниками, к которым относятся исторические книги – каталоги и аналогичные музейные образцы. Особое значение в докладе уделено исследованию предмета ультрафиолетовым излучением, благодаря которому эксперт делает вывод о сохранности образца, технике его изготовления и наличии реставрации.

В целом работа круглого стола показала высокую актуальность прикладных исследований с позиций неразрушающего контроля и мониторинга состояния. Круглый стол выступил экспертной площадкой для коммерческих компаний, научных институтов и ведущих университетов. Активные дискуссии в процессе выступлений продемонстрировали важность и актуальность поставленной проблемы. Все участники круглого стола выразили мнение о необходимости подготовки специалистов и внедрения методов НК при товарной и таможенной экспертизе. Весьма актуальным является объединение научных инженерных школ университетов с привлечением индустриальных партнеров для подготовки студентов и аспирантов в области неразрушающего контроля товаров.

ПЛАТОВА Раиса Абдулгафаровна, канд. техн. наук, ФГБОУ ВО «Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова»

Отчет о круглом столе «Инновации в неразрушающем контроле и мониторинге состояния для повышения безопасности и качества. Состояние и перспективы развития» читайте в №4 (октябрь-декабрь), 2025.



КОНСТАНТА

КОНСТАНТА КТ

Портативный
многофункциональный
твердомер, реализующий три
стандартизованных метода
измерений – Leeb, UCI и PR

**ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ D
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ U-50N
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ SPR-A**

constanta.ru

