

ДЕЛОВАЯ ПРОГРАММА ФОРУМА «ТЕРРИТОРИЯ NDT 2025»

Международный промышленный форум «Территория NDT» ежегодно собирает ведущих специалистов и компании сферы неразрушающего контроля (НК), испытаний и диагностики. Форум служит площадкой для обмена опытом, обсуждения инноваций и укрепления деловых связей.

БИЗНЕС И НАУКА В НЕРАЗРУШАЮЩЕМ КОНТРОЛЕ: СОВРЕМЕННАЯ ПРАКТИКА

1 апреля 2025 г. в рамках деловой программы XII Международного промышленного форума «Территория NDT 2025. Неразрушающий контроль. Испытания. Диагностика» была организована панельная дискуссия «Бизнес и наука в неразрушающем контроле: современная практика», в ходе которой были подняты следующие ключевые вопросы:

- 1) какой видится модель сотрудничества науки, бизнеса и власти в рамках реализации Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации, направленной на технологическое лидерство? На каких базовых принципах может и должна быть основана система взаимодействия науки и бизнеса в области создания новых технологий НК? Где находится потенциал для роста и повышения эффективности взаимодействия науки и бизнеса в области создания новых технологий НК?
- 2) как и в каких приоритетных направлениях должны изменяться технологии НК в связи с увеличением темпа изменений промышленных технологий? Как развивать науку НК для решения задач, стоящих перед реальными секторами экономики? Какие инструменты способствуют совершенствованию системы квалифицированного заказчика, когда индустриальные парт-

неры формируют запросы и инициируют поиск гипотез?

- 3) как сделать так, чтобы научные разработки не оставались «в столе» разработчика? На какие успешные практики взаимодействия и коллаборации стоит ориентироваться? Можно ли цифровую платформу трансфера технологий рассматривать как инструмент повышения эффективности упрощения коммуникации и сотрудничества между исполнителями и заказчиками в сегменте НК?

Перед открытием дискуссии ее модератор профессор факультета СУиР Университета ИТМО Алексей Владимирович Федоров обратил внимание участников на то, что мероприятие впервые проводится в данном формате в рамках деловой программы форума, и отметил, что целью дискуссии является анализ лучших российских практик взаимодействия науки и бизнеса в области развития технологий НК для разработки рекомендаций по использованию ресурсов и опыта предпринимателей, исследовательского потенциала и амбиций ученых для достижения национального технологического лидерства.

В своем вступительном слове президент РОНКТ, профессор ВНИИМ им. Д.И. Менделеева Владимир Александрович Сясько отметил, что го-





дом ранее Указом Президента Российской Федерации от 28.02.2024 № 145 была утверждена Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации, которая определила приоритетные направления, обеспечивающие переход к передовым технологиям проектирования и создания высокотехнологичной продукции, основанным на применении интеллектуальных производственных решений, роботизированных и высокопроизводительных вычислительных систем, новых материалов, результатов обработки больших объемов данных, технологий машинного обучения и искусственного интеллекта. Далее он отметил, что данные технологии непосредственно связаны с развитием и совершенствованием технологий НК, которые с точки зрения конечного использования сегментированы на нефтегазовую, энергетическую, транспортную, аэрокосмическую, оборонную и другие области и сектора экономики и промышленности Российской Федерации.

Завершая выступление, В.А. Сясько добавил, что развитие технологий НК связано с повышением требований к надежности и безопасности промышленных технологий и обуславливает разработку и применение современных методов и средств НК (повышение точности и достоверности результатов контроля и технической диагностики, эффективности и скорости тестирования; внедрение технологий непрерывного мониторинга в режиме реального времени; снижение влияния челове-

ского фактора), а перспективы развития НК направлены на их интеграцию с цифровыми технологиями (искусственный интеллект, машинное обучение и Интернет вещей), на расширение использования робототехники и автоматизации, которые позволят повысить точность контроля и снизить количество человеческих ошибок, проводить более быстрые и надежные проверки, особенно в опасных условиях.

Продолжило сессию выступление заместителя генерального директора ВНИИМ им. Д.И. Менделеева Константина Владимировича Чекирды. Он отметил, что на сегодня НК был и остается неразрывно связанным с обеспечением единства измерений. Соответственно, для того чтобы развивать технологии НК, необходимо переходить к цифровизации, совершенствовать стандарты в области НК.

Также спикер коснулся проблем поверки и калибровки средств измерений, причислив их к основным проблемам. Что касается НК, то здесь, по словам Константина Владимировича, внедрение и использование цифровых технологий, а именно искусственного интеллекта, требует осторожного подхода. Еще одна задача в рамках НК — это эффективный и безопасный обмен данными. Суть в том, что обмен и накопление данных необходимы, но при этом важно не допустить искажения и утечки информации. В завершение выступления спикер обозначил позицию в части законодательного



регулирования в области НК, а именно работы технического комитета по стандартизации ТК 371 «Неразрушающий контроль».

Заместитель генерального директора НПЦ «ЭХО+» Дмитрий Сергеевич Тихонов как эксперт рассказал, что потенциал для роста и повышения эффективности взаимодействия науки и бизнеса в области создания новых технологий НК состоит в запуске новых лабораторий и исследовательских центров, привлечении специалистов с высокой квалификацией, что стимулирует развитие образовательной инфраструктуры и способствует удержанию талантливой молодежи на местах.

Выступление спикера дополнил Владимир Александрович Сясько, который обратил внимание на проблему работы с большими данными, что позволит искусственному интеллекту строить действительно эффективные и более успешные модели и прогнозы.

В следующем выступлении опытом внедрения новой технологии сварки – сварки трением с перемешиванием, в том числе технологий НК качества сварки, поделился директор центра технологий контроля качества ракетно-космической техники Университета ИТМО Владимир Евгеньевич Прохорович. Он подтвердил тезис о том, что до сих пор имеются сложности на отечественном рынке, и даже у крупных компаний, таких как ГКНПЦ им. М.В. Хруничева, не удовлетворены потребности в роботизированном, автоматизированном и максимально технологичном производстве. Это, в свою очередь, положительно сказывается на развитии технологий НК. Однако высокотехнологичные новинки создаются далеко не сразу, и требуется значительное время на их внедрение. Также Владимир Евгеньевич отметил, что необходимые комплектующие, в первую очередь прецизионные механические приводы, электронные компоненты высокого качества и с высоким функционалом и др., в настоящее время в России не производятся. И здесь стоит вопрос тесного развития науки и промышленного производства, науки и производства. Он отметил, что к основным базовым принципам, на которых может и должна быть основана система взаимодействия науки и промышленности в области создания новых технологий, относятся: неразрывность и создание устойчивой связи между ними, добровольное принятие и исполнение обязательств, соблюдение интересов и правильное разделение ответственности и рисков, максимально эффективные финансовые вложения.

Завершило дискуссии выступление заместителя директора Института лазерных и сварочных технологий по науке и проектной деятельности Санкт-Петербургского морского технического университета Евгения Вячеславовича Землякова. В своем

докладе спикер обозначил актуальные вопросы аддитивных технологий, использования технологий лазерной и гибридной лазерно-дуговой сварки и прямого лазерного выращивания в машиностроении и атомной промышленности.

Он обратил внимание на то, что основные барьеры для внедрения аддитивных технологий – это ряд нерешенных проблем по обеспечению, в том числе контролю, механических свойств и ресурсных характеристик материалов, точности формы и качества поверхности получаемых деталей, а также высокая стоимость и трудоемкость производства. Одним из подходов к преодолению этих барьеров является создание гибридных технологий, представляющих сочетание процессов аддитивного выращивания деталей, различных видов механической и упрочняющей обработки с реализацией на основе робототехнических комплексов. Для внедрения аддитивных технологий в производство изделий необходимо сформировать нормативную базу на основе комплексных испытаний материалов и изделий, и в первую очередь нормирования дефектов.

Евгений Вячеславович рассказал, что важное отличие аддитивных технологий промышленного уровня в том, что не всегда можно использовать классическое определение свойств материалов. В традиционных технологиях всегда ориентируются на свойства материалов, которые хорошо освещены в справочной литературе, и они не меняются или меняются по известным законам. В аддитивном производстве необходим учет трансформации свойств исходного материала в свойствах изделия, а это влечет риск, что аддитивная технология приведет к накоплению напряжений и дефектов, способных снизить ресурс изделия. Важным остается вопрос внедрения технологий НК непосредственно в аддитивный технологический процесс. В конце выступления докладчик отметил, что к данной проблеме необходимо применение уже зарекомендовавших себя практик успешного взаимодействия и коллаборации научных и образовательных центров, малых и средних инновационных предприятий.

Подводя итоги панельной дискуссии, модератор мероприятия А.В. Федоров отметил, что на сегодняшний день еще существует масса проблемных вопросов по разработке и внедрению новых технологий, в том числе и технологий НК. При этом проводимый форум «Территория NDT 2025. Незрушающий контроль. Испытания. Диагностика» должен стать одной из основных площадок их решения.

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

НОВОЕ В СРЕДНЕМ ПРОФЕССИОНАЛЬНОМ И ВЫСШЕМ ОБРАЗОВАНИИ

2 апреля 2025 г. в рамках деловой программы XII Международного промышленного форума «Территория NDT 2025. Неразрушающий контроль. Испытания. Диагностика» прошло заседание круглого стола «Новое в среднем профессиональном и высшем образовании». В заседании круглого стола приняли участие представители ИжГТУ им. М.Т. Калашникова, Санкт-Петербургского горного университета, Университета ИТМО, УрФУ им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, Сибирского государственного университета путей сообщения (СГУПС), Тюменского государственного университета, Санкт-Петербургского автомеханического колледжа, ВНИИМ им. Д.И. Менделеева, АО «НИИИМ МНПО «СПЕКТР».

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

Заведующий кафедрой метрологии, приборостроения и управления качеством Горного университета Александр Сергеевич Уманский поделился опытом проведения в университете пилотного проекта по совершенствованию отечественной системы высшего образования. Он отметил, что совершенствование системы высшего образования неразрывно связано с достижением национальной цели обеспечения технологического лидерства России. В университете разрабатывается единый методологический подход к формированию сквозного образовательного процесса накопления знаний и ценностей, а также к получению в процессе обучения производственного опыта в рамках специальности и широкого круга сопутствующих профессиональных компетенций. Создаются единые для всех направлений модули общеобразовательных и общетехнических дисциплин, формируются модули дисциплин по специальной подготовке и факультативному освоению сопутствующих профессиональных компетенций и рабочих профессий. На кафедре в учебных группах назначены педагогические наставники — кураторы, которые координируют процесс получения студентами профессиональных навыков и опыта. Развиваются взаимоотношения вуза с индустриальными парт-



А.В. Федоров



Вопрос из зала



С.В. Жуков



нерами. Важным элементом образования стал более строгий контроль посещаемости и усвоения знаний.

Заведующий кафедрой «Физика, электротехника, диагностика и управление в технических системах» СГУПС Сергей Алексеевич Бехер в своем выступлении остановился на проблемных вопросах подготовки студентов, которые в дальнейшем должны связать свою профессиональную деятельность в отделе контроля качества, службе стандар-

тизации, метрологической службе предприятий, центрах по испытаниям продукции. К основным направлениям подготовки выпускников относится неразрушающий контроль, позволяющий выпускникам работать как на предприятиях, которые обеспечивают безопасность перевозочного процесса, контроль и диагностику работающих под давлением сосудов, нефте-, газо- и трубопроводов, так и в органах государственного надзора в сферах безопасности производства. Основные усилия сотрудников кафедры направлены на практическую подготовку студентов в области обеспечения единства измерений и неразрушающего контроля. Так, в университете создаются локальные технологические площадки, которые задействуются как в учебном процессе, так и в проведении научно-исследовательских работ. Кафедра делает акцент на заключении хозяйственных договоров на проведение серьезных комплексных прикладных исследований по заказам промышленных партнеров.

Доцент факультета систем управления и робототехники Университета ИТМО Игорь Юрьевич Кинжагулов рассказал о специфике подготовки бакалавров и магистрантов по укрупненным образовательным программам. Он отметил, что в Университете ИТМО создан и начал работу учебно-научно-производственный центр «Цифровые промышленные технологии», деятельность которого направлена на реализацию практико-ориентированности программ образования, сочетающих фундаментальность с опорой на естественные и инженерные науки и их междисциплинарность: автоматизацию, робототехнику, технологии производства, измерения и неразрушающий контроль.

Особое место в работе круглого стола заняло обсуждение вопросов среднего профессионального образования, инициировал которое заместитель директора Санкт-Петербургского ГБПОУ «Автомеханический колледж» по учебно-производственной работе Станислав Валентинович Жуков. Станислав Валентинович рассказал участникам круглого стола о первых успехах колледжа в обучении квалифицированных рабочих кадров по профессии 15.01.36 «Дефектоскопист», о развитии материально-технической базы и оснащении лаборатории неразрушающего контроля. Особое внимание участников круглого стола привлекла организация автомеханическим колледжем площадки финала конкурса профессионального мастерства «Профессионалы» по компетенции «Неразрушающий контроль». В дальнейшем студенты колледжа намерены принимать участие во Всероссийском конкурсе РОНКТД «Дефектоскопист».

Работая на перспективу, руководство колледжа для более глубокого погружения в профессию ста-

рается включать в образовательный процесс большее количество практических дисциплин, но для этого надо привлекать специалистов и сотрудников предприятий, которые смогут продемонстрировать свои навыки и умения, тем самым развивать практико-ориентированную направленность обучения. Остается проблемой организация производственной практики на реальных рабочих местах в связи с возрастом обучаемых. Также Станислав Валентинович остановился и на проблемах подготовки квалифицированных рабочих кадров, которая связана с контрольными цифрами приема на обучение по профессиям, в области неразрушающего контроля. А здесь уже необходима поддержка федеральных, региональных и местных органов власти, а этого зачастую не хватает.

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЙ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

3 апреля 2025 г. в рамках деловой программы XII Международного промышленного форума «Территория NDT 2025. Неразрушающий контроль. Испытания. Диагностика» был проведен круглый стол на тему «Цифровая трансформация технологий неразрушающего контроля», модератором которого выступил канд. техн. наук Андрей Евгеньевич Базулин (ООО «Научно-производственный центр «ЭХО+»). В основном тенденции в применении технологий искусственного интеллекта для задач неразрушающего контроля и мониторинга состояния заключаются в создании помощников для автоматического поиска дефектов в данных контроля.

В докладе Л.В. Медведева (НПЦ «ЭХО+») «Опыт применения нейросетей для классификации сигналов, полученных дифракционно-временным методом (TOFD)» показаны принципы выбора классификатора дефектов, создания датасета из реальных и смоделированных в программе CIVA данных, обоснована выбранная архитектура сверточной нейросети и ее доработка с целью повысить точность сегментации и классификации дефектов.

В докладе Н.В. Крысько (МВТУ им. Н.Э. Баумана) «Опыт применения компьютерного зрения для идентификации питтинговой коррозии на основном металле» сообщается о сборе датасета из фотографий поверхности трубопроводов с питтинговой коррозией повреждениями и без нее, показан путь оптимизации гиперпараметров модели на основе собственной архитектуры сверточной нейронной сети, представлены результаты тестирования на реальном трубопроводе в процессе переизо-

С наличием данной проблемы согласился и генеральный директор АО «НИИИН МНПО «СПЕКТР» Денис Игоревич Галкин.

Все участники круглого стола выразили согласованное мнение о необходимости совершенствования подготовки специалистов в области неразрушающего контроля с учетом современных тенденций в науке и технике, расширения лабораторной и учебно-производственной базы.

Заседание круглого стола могло быть более многочисленным, но к сожалению, оно совпало с другим мероприятием.

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

ляции. Данные классификации используются как часть общей системы контроля, включающей в себя также и ультразвуковой и вихретоковый контроль.

Е.Е. Ковшов, В.С. Кувшинников, Д.Ф. Казаков (АО «НИКИМТ-Атомстрой») в докладе «Симулятор промышленной радиографии на основе цифровых двойников объектов радиационного неразрушающего контроля» показали работу цифрового



А.Е. Базулин



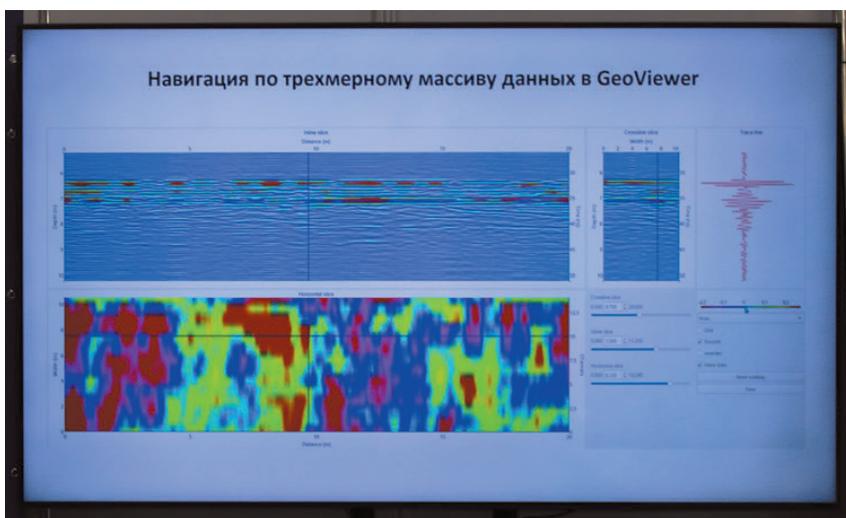
Н.В. Крысько



Вопрос из зала



Д.Б. Романов



двойника объекта контроля (сварного шва), источника ионизирующего излучения, гибкого детектора (пленки), мерного пояса, эталонов чувствительности, негатоскопа и денситометра. Такой подход позволяет получить практические навыки без необходимости организовывать работу с реальными источниками излучений. Важным достижением является то, что построена модель, позволяющая получить реалистичные изображения сварного шва, дефектов с учетом моделей, в том числе моделировать геометрическую нерезкость.

В развитие темы радиационного контроля в докладе «Система искусственного анализа. Распознавание рентгеновских снимков сварных соединений» Д.С. Костюков и А.Д. Пинигин (Университет Иннополис) рассказали о результатах аттестации системы искусственного анализа. Авторы отметили, что найдено решение существенной проблемы валидности разметки датасета, выполняемой экспертом вручную. Для этого потребовалось перестроить процесс разметки коллективом специали-

стов, чтобы сократить субъективный фактор. Достигнутый результат – автоматическое определение эталонов, качества снимка, контура шва, меток мерного пояса, дефектов с определением их типа, координат и линейных размеров. Разработанное решение автоматизирует процесс анализа снимка от его первичной обработки до составления заключения.

Д.Б. Романов (НПО «Терразонд») сделал доклад «Использование средств автоматизации и искусственного интеллекта при работе бесконтактными геофизическими методами. Примеры создания цифровых моделей на основе данных георадиолокации и индукционного профилирования». Докладчик отметил, что способы представления и анализа данных георадиолокации и индукционного профилирования имеют несомненное сходство с данными ультразвукового контроля, и обосновал взаимный обмен сведениями об обработке подобных данных в целях повышения качества изображений с последующим автоматическим анализом.

Также в докладе приведен пример применения нейросети при анализе границ материалов в радиограмме. Показано, как строятся цифровые модели контролируемых инфраструктурных объектов.

Д.Д. Хохлов (НТЦ УП РАН) в докладе «Использование методов машинного обучения при проектировании и эксплуатации аппаратных средств измерительной видеоэндоскопии» изложил соображения по перспективе применения ИИ для улучшения качества изображений, полученных видеоэндоскопами, и по обнаружению и классификации дефектов с помощью комбинаций разных

типов нейронных сетей (сверточные, рекуррентные, трансформеры и сети с механизмом внимания). Также отмечено, что при использовании нейросетевых моделей необходимо оценить допустимый уровень снижения качества исходного изображения, при котором ИИ еще не начинает галлюцинировать. Показан пример применения нейросети для автоматизированного абберационного синтеза оптической системы.

*БАЗУЛИН Андрей Евгеньевич,
канд. техн. наук, ООО «НПЦ «ЭХО+», Москва*

РОБОТИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЙ НК

3 апреля 2025 г. в рамках деловой программы XII Международного промышленного форума «Территория NDT 2025. Неразрушающий контроль. Испытания. Диагностика» состоялось заседание круглого стола на тему «Роботизация и автоматизация технологий НК», ставшее одним из ключевых событий форума. Участники обсудили актуальные проблемы автоматизации процессов НК, меры государственной поддержки, отечественные решения и практические кейсы.

Модератором круглого стола выступил Денис Михайлович Шахматов, канд. техн. наук и руководитель Содружества предприятий «Сварка-74». Его выступление задало тон дискуссии. Д.М. Шахматов подчеркнул, что роботизация и автоматизация НК – перспективное направление, позволяющее повысить эффективность, точность и надежность контроля, сократить затраты и время на проведение процедур. Он отметил, что роботы и автоматизированные системы выполняют однотипные операции с высокой точностью, снижая вероятность ошибок и ускоряя получение результатов.

Также докладчик рассказал о применении роботизации в различных методах НК, включая ультразвуковой, вихретоковый, цифровой радиационный, тепловой и визуально-измерительный контроль.

Интерес вызвал доклад Петра Александровича Смоленцева, генерального директора ООО «Промышленная робототехника». Он представил реальные кейсы использования промышленных роботов KUKA в НК и осветил статистику применения роботов в России.

Алиса Сотникова, директор компании ООО «Русский Робот», рассказала о российских разработках роботов для оптимизации производства.

Арсений Олегович Чулков, канд. техн. наук, из Томского политехнического университета, представил доклад о роботизированных комплексах



А.И. Чупрак, Д.М. Шахматов



П.А. Смоленцев



А. Сотникова



А.О. Чулков



П.С. Ковин



В.А. Самойлов



Т. Семенов

НК, разработанных в университете. Он уделил особое внимание новым методам теплового контроля.

Павел Сергеевич Ковин, технический директор АО «Цифровая Сборка», поделился опытом внедрения роботизированных решений для размерного контроля геометрии. Он отметил важность повышения точности роботизированных систем для улучшения результатов НК.

Владимир Анатольевич Самойлов, руководитель группы разработки ПО ООО «Центр Цифра», рассказал о применении искусственного интеллекта в ПО для цифрового радиационного контроля. Он обсудил проблемы обработки цифровых снимков и методы их решения.

Тимофей Семенов, коммерческий директор компании TUBOT (входит в контур Группы РОС-НАНО), представил роботизированные платформы TUBOT для перемещения полезной нагрузки по трубопроводам любой геометрии.

Роман Викторович Рутковский, директор Алтайского филиала АО «Сибирский инженерно-аналитический центр», поделился примерами решений роботизации НК в компании ООО «СГК».

В заключение участники отметили, что развитие технологий робототехники и автоматизации в НК открывает новые возможности для повышения качества продукции, сокращения времени и затрат на контроль. Перспективы развития искусственного интеллекта и машинного обучения обещают создание еще более интеллектуальных и адаптивных систем НК.

ШАХМАТОВ *Денис Михайлович*,
канд. техн. наук, руководитель комиссии
по профессиональным стандартам СПКС,
руководитель группы компаний «Сварка 74»,
член правления РОНКТД, Челябинск

ООО «НПЦ «ЭХО+». Презентация книги «Неразрушающий контроль. Ультразвуковые методы. Цифровые когерентные технологии. Дефектометрия»



2 апреля 2025 г. в рамках деловой программы XII Международного промышленного форума «Территория NDT 2025. Незагрушающий контроль. Испытания. Диагностика» в конференц-зале ЦВК «Экспоцентр» состоялся авторский семинар НПЦ «ЭХО+», приуроченный к 35-летию компании, посвященный презентации новой книги «Незагрушающий контроль. Ультразвуковые методы. Цифровые когерентные технологии. Дефектометрия».

Книга вобрала в себя обширный практический опыт компании в области незагрушающего контроля и промышленной диагностики. Авторы книги – высококлассные специалисты и ученые: Евгений Геннадьевич Базулин, Андрей Евгеньевич Базулин, Владимир Григорьевич Бадалян, Дмитрий Сергеевич Тихонов во главе с генеральным директором «ЭХО+», доктором технических наук, профессором Алексеем Харитоновичем Вopilкиным.

Книга издана в Издательском доме «Спектр» на высоком полиграфическом уровне, с большим количеством иллюстраций. Объем книги 640 страниц. Монография будет полезна широкому кругу специалистов и разработчиков, работающих в сфере обеспечения надежной эксплуатации объектов повышенной опасности.

Программа семинара состояла из рассказа об этапах развития компании, обзора основных глав книги, обмена опытом, включая ответы на вопросы, и фуршета.

*По материалам ООО «НПЦ «ЭХО+»
(использованы фото редакции)*

