

НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ И ДИАГНОСТИКА В ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ И СОЦИАЛЬНОЙ СФЕРАХ



В.А.Климёнов, д.т.н., директор НИИ
интроскопии ТПУ

При решении комплексной проблемы ресурсоэффективности и ресурсосбережения системы контроля, диагностики и мониторинга на основе методов неразрушающего контроля играют как явную, так и косвенную роль. Именно с их помощью удается более точно определять и прогнозировать ресурс работы ответственных деталей машин и механизмов, материалоемких изделий и опасных объектов и конструкций, предотвращать техногенные катастрофы и диагностировать на ранней стадии опасные заболевания, тем самым сохраняя трудовую активность населения.

На территории России находятся сотни тысяч опасных производств и объектов. Происходящие на таких объектах техногенные чрезвычайные ситуации приводят к огромным финансовым потерям и экологическому ущербу, нередко сопровождаются травматизмом и гибелью людей. В связи с этим принципиально важна организация мониторинга и контроля как собственно технологических процессов, так и состояния объектов в целом. Особо следует отметить роль методов неразрушающего контроля и диагностики (НК и Д) при решении таких важнейших для государства задач, как создание космических объектов и систем с длительным ресурсом работы в космосе и на земле.

В медицине проблема снижения дозовой нагрузки при диагностике, эффективное определение на ранней стадии кардиологических и онкологических заболеваний, а также их лечение с помощью высокотехнологичных источников ионизирующего излучения являются нередко единственной возможностью продления трудоспособного возраста и сохранения жизни.

Целью программы является развитие научных исследований и на их основе инновационные разработки и производство конкурентоспособных технических средств неразрушающего контроля, диагностики и мониторинга для обеспечения безопасности на производстве, транспорте и в повседневной жизни, в том числе приборов космического назначения; создание систем комплексной безопасности, противодействия терроризму и оказания высокотехнологичной медицинской помощи, обеспечивающих ресурсосбережение, импортозамещение и увеличение экспортного потенциала; подготовка элитных и аттестованных специалистов, специалистов высокой и высшей квалификации мирового уровня.

NONDESTRUCTIVE INSPECTION AND DIAGNOSTICS IN PRODUCTION AND SOCIAL SPHERE

V.A.Klimyonov, Doctor of
Engineering, head of TPU Introscopy
research institute

When solving problems of resource efficiency and resource saving, control, diagnostics and monitoring systems on the basis of nondestructive inspection play a visible role, as well as an indirect one. They help to determine and forecast the operational life of critical machine parts, resource-demanding products and dangerous objects and constructions; to prevent anthropogenic catastrophes, and to identify serious illnesses at early stage thereby preserving labour activity of the population.

In the territory of Russia there are thousands of dangerous productions and objects. Anthropogenic emergency situations taking place at those objects lead to enormous financial losses and ecological damage quite often accompanied by traumatism and people's death. In view of that, organizing monitoring and control of technological processes, as well as of objects' condition in whole becomes crucial.

It should be noted that the role of nondestructive inspection and diagnostics (NC and D) methods is significant when solving such important state problems as the design of space objects and systems with long operational life in space and on earth.

In medicine, the problem of reducing dosimetric cost under diagnostics effectively identifying cardiological and oncological illnesses at early stage, and also their treatment with high-tech sources of ionizing radiation are quite often the only possibility to prolong working age and to save lives.

The programme's goal is to encourage scientific research, and on its basis of innovation development and production of competitive technical tools of nondestructive inspection, diagnostics and monitoring for production, transport and professional safety. Among those tools are space devices, complex systems of

security, counter-terrorism and high-technology medical treatment that provide resource saving, import substitution, and increase export potential, as well as training elite certified specialists of highest qualification.

Fundamental research in the sphere of physics is a basis of the school's formation and provides its sustainable development. Fundamental research in the sphere of physics was initiated in late 40s of the last century as a result of TPI's (Tomsk Polytechnic Institute's) participation in the atomic project in the area of training specialists and doing research. The first induction electron accelerator (betatron) in the USSR was designed in TPI, which made TPU well-known abroad for many years. Along with the development of accelerator physics, the foundation of the physics of interaction between radiation and the particle beam and substance was laid. Due to this fact, research in the field of solid state physics and material science began. In its turn, it provided advances in applied research and development of ionizing and other radiation, nondestructive inspection methods and diagnostics, and material radiation resistance testing.

Applied research and development is a necessary condition for the designing of competitive high-technology products and their application in domestic and foreign markets. Scientific research on accelerator physics and physics of interaction between betatron-generated radiation and different materials was crucial to the foundation of engineering design and the development of a number of induction accelerators for different power from few MeV to 30 MeV. Scientific school for betatron application in defectoscopy and nondestructive inspection, betatron use as gamma radiation sources began its active development in newly established research institute of electronic introscopy.



Презентация программы на X Всероссийском форуме Единой системы оценки соответствия

Фундаментальные исследования в области физики — основа формирования направления и обеспечения его устойчивого развития. Фундаментальные исследования в области физических наук были инициированы в конце 40-х годов прошлого века в результате вовлечения Томского политехнического института (ТПИ) в атомный проект для подготовки кадров и научных исследований. Под руководством ректора ТПИ профессора Воробьева А. А. происходило становление в Томске ядерной науки, в первую очередь, в части ускорительной техники. В ТПИ был создан первый в СССР индукционный ускоритель электронов — бетатрон, который на много лет определил известность ТПУ за рубежом. Наряду с развитием физики ускорителей были заложены научные основы физики взаимодействия излучения и пучков частиц с веществом, благодаря которым начали проводиться исследования в области физики твердого тела и материаловедения. Это, в свою очередь, обеспечило развитие прикладных исследований по разработкам источников ионизирующего и других видов излучения, методам неразрушающего контроля и диагностики, испытаний материалов на радиационную стойкость.

Прикладные исследования и разработки — необходимое условие создания конкурентоспособной высокотехнологичной продукции и ее применения на внутренних и зарубежных рынках. Научные исследования по физике ускорителей, взаимодействию излучения, генерируемого с помощью бетатронов, с различными материалами были положены в основу инженерного проектирования и создания целого ряда индукционных ускорителей на различные мощности от нескольких МэВ до 30 МэВ. Научное направление, посвященное применению бетатронов в дефектоскопии и неразрушающем контроле, использованию бетатронов в качестве источников гамма-излучения, наиболее активно начало развиваться во вновь созданном НИИ электронной интроскопии под научным руководством профессора Горбунова В.И. Применение бетатронов для неразрушающего контроля и диагностики показало необходимость развития не только радиационных методов контроля, но и других методов. Поэтому в ТПИ стали развиваться методы нейтронной радиографии, обратного комптоновского рассеяния, тепловые, электромагнитные, ультразвуковые и акустические методы. Были заложены основы создания принципиально нового способа обработки информации и цифровой регистрации излучения — интроскопии.

Развитие научных исследований по созданию малогабаритных бетатронов проводилось под руководством профессоров Ананьева Л.М. и Чахлова В.А. В результате исследований и разработок были созданы высоконадежные бетатроны, превосходящие по своим техническим характеристикам рентгеновские аппараты и линейные ускорители, что позволило выйти на принципиально новые области применения бетатронов для неразрушающего контроля и диагностики, инспекции крупных грузов, технической томографии и медицины. Создание на базе таких бетатронов комплексов и оборудования обеспечили мировое признание ТПУ не только среди научной общест-венности, но и на высокотехнологичных рынках.

В числе потребителей бетатронов такие всемирно признанные фирмы, как Smith Heimann Systems, г. Висбаден (Германия), John Macleod Electronics Ltd, г. Ловестофт (Соединенное Королевство), GE Global Research (США).

Особо следует остановиться на применении бетатронов в медицине для лечения различных злокачественных новообразований у онкологических больных. Созданные совместно с НИИ онкологии СО РАМН (г. Томск) для этих целей бетатроны с выведенным электронным пучком в течение многих лет используются в медицинской практике в Томске, Челябинске и Ковентри (Великобритания). В настоящее время активно развивается применение бетатрона для интраоперационного метода лечения и для смешанного облучения с применением кобальтового источника. Совместно с кафедрой прикладной физики ФТФ и НИИ онкологии СО РАМН начаты работы по созданию на основе малогабаритного бетатрона метода малодозовой диагностики с применением в качестве регистраторов высокочувствительных арсенид-галлиевых детекторов, разрабатываемых в СФТИ ТГУ.

Заложенные еще при создании ПНИЛ ЭДиП профессорами Воробьевым А.А. и Завадской Е.К. научные основы в области физики диэлектриков, касающиеся явлений, связанных с механоэлектрическим преобразованием энергии в твердых телах, позволили создать методы прогнозирования землетрясений и оценки напряженного состояния в горных породах и технологических конструкциях. Полученные научные результаты по исследованию явления механоэлектрических преобразований в гетерогенных структурах свидетельствуют о перспективности его использования как для контроля прочности инженерных сооружений из железобетона, так и для контроля за состоянием напряженно-деформированного состояния в шахтах, что важно для снижения рисков внезапных горных ударов.

Проведение работ по изучению взаимодействия излучения с веществом привело и к формированию направления в интересах оборонных отраслей и космонавтики по исследованию радиационной электризации космических аппаратов, разработке мер для ее противодействия и радиационной стойкости полупроводниковых компонентов ракетно-космической техники. В настоящее время это направление развивается для решения важнейшей государственной задачи по увеличению срока активной службы космических аппаратов до 15 лет. Заказчики на данного рода работы — предприятия Роскосмоса и, в первую очередь, основной разработчик и производитель спутников - ОАО «ИСС» им. акад. М.Ф. Решетнева».

Развитие тепловых методов контроля проводилось для предприятий аэрокосмического комплекса с одновременной подготовкой специалистов, в том числе и для зарубежных фирм. В настоящее время осуществляется техническое и методическое освоение тепловых методов контроля и диагностики как в высокотехнологичных отраслях — авиации и космонавтике, так и в ЖКХ.

Разработки акустических, электрических и электромагнитных методов контроля, проводимые в НИИ и на кафедрах ЭФФ, вполне

Research and development led to the invention of high-reliability betatrons. They excelled in X-ray machines and line accelerators in technical features, which made it possible to use betatrons in absolutely new spheres for nondestructive inspection and diagnostics, large cargo inspection, technical tomography and medicine.

Integration forms development in scientific research, innovation activities and staff training. The improvement of training programmes is planned through broadening master programmes, as well as the range of joint programmes with Russian and foreign universities, and the involvement of scientists of Introscopy research institute in lecturing.

Employees and staffing. The institute's staffs 229 scientists and lecturers, including 35 doctors of sciences, 112 candidates of sciences, 7 Honored Science Workers, 14 Honorary Science and Technology Workers of Russian Federation, 3 RF government prize winners. Professors V.L. Chakhlov and V.P. Vavilova gained world acceptance in the academic community.

Staff development implies study and work placements of university lecturers and young scientists in research and development centres of the world level; creating incentives for researchers taking part in study process and for young people working in research institutes.

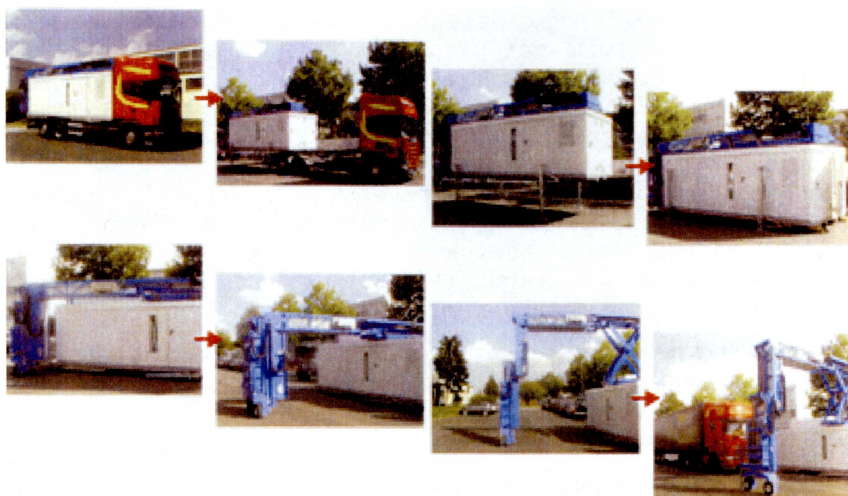
The introduced complex programme includes working out, organization of, manufacturing, and market launch of new systems and complexes for diagnostics and monitoring on the basis of radiation of different nature and latest radiation sources research. There will be up-to-date material and technical basis and a system of training high-profile specialists. That will move TPU to a leading position in the field of nondestructive inspection and diagnostics and strengthen its role in innovative economy of the region and Russia as a whole.

удовлетворяют инновационным критериям и поэтому имеют устойчивый спрос со стороны предприятий нефтегазового комплекса и электротехнических предприятий.

В рамках направления за последние три года выполнено 152 НИОКР на общую сумму более 200 млн. руб. по заказам и на средства ФЦП, Роснауки, Рособразования, РФФИ, СО РАН, субъектов РФ, муниципальных образований, стратегических российских и зарубежных партнеров. В перспективе объемы привлечения средств по программе от реализации НИОКР, поставок продукции, в том числе по экспортным контрактам, и коммерциализации разработок будут увеличены в 5-6 раз при доведении доли бюджетных средств на науку до 20%.

Развитие форм интеграции в научных исследованиях, инновационной деятельности и подготовке кадров. В современных условиях научные исследования немислимы без интеграции с академическими НИИ, именно в них сосредоточена фундаментальная наука. Так как в последнее время во многих университетах были созданы специализированные центры коллективного пользования, необходимо и взаимодействие с ними. Поэтому в качестве соисполнителей для разработки сенсоров и датчиков нового поколения планируется привлечь СФТИ ТГУ, Институт физики прочности и материаловедения СО РАН и Центр нанотехнологий БелГУ. Очень важно, что сотрудничество с такими учреждениями позволяет подойти к развитию методов НК и Д применительно к наноматериалам и изделиям из них. Разработки медицинского применения бетатронов будут продолжаться с учреждениями ТНЦ СО РАМН, и возможно, с участием зарубежных партнеров на более высоком уровне интеграции с целью одновременного удовлетворения медицинских, технических и маркетинговых требований. По ряду научных направлений уже существуют устойчивые связи с целым рядом ведущих зарубежных научных центров, однако в рамках развития данного направления необходимо создать такие условия, чтобы специалисты из этих центров приезжали работать в Россию, а не наоборот.

Создание конкурентной высокотехнологичной продукции и оказание научно-технических услуг невозможны без формирования партнерских и стратегических связей, поиска новых, более совершенных форм интеграции. Так, созданная в последние годы, в том числе благодаря ИОП, материально-



Мобильные досмотровые системы контроля крупногабаритных грузов фирмы Heimann Systems GmbH (Германия) с малогабаритным бетатроном МИБ-3

техническая база в НИИ ИН на основе источников ионизирующего излучения и ускорителей позволила открыть в 2009 году совместную испытательную лабораторию ТПУ, ОАО «НПЦ «Полюс» и ОАО «ИСС» им. акад. М.Ф. Решетнева». Развитие систем регистрации и применение бетатронов в промышленной томографии и досмотровых комплексах ведется совместно с МИРЭА, МНПО «Спектр» и ООО «Проминтро» (г. Москва) на основе долгосрочных договоров. Разработка датчиков для систем функциональной диагностики и мониторинга сложных промышленных объектов будет вестись совместно с ООО «НПП «ТЭК»» (г. Томск).

Отдельно следует остановиться на роли малых предприятий, созданных при участии НИИ или сотрудников НИИ. Существование такого пояса предприятий является реальностью, с которой необходимо считаться и находить пути для взаимовыгодного сотрудничества. Учитывая, что такие предприятия являются и могут быть резидентами ТВЗ, могут способствовать коммерциализации разработок, в том числе и за рубежом, выступать заказчиками на НИОКР, они также рассматриваются как участники программы.

В течение многих лет для продвижения продукции НИИ ИН на внешних рынках ведется сотрудничество с зарубежными представителями - «Джон Маклеод электроникс» Ltd (Великобритания) и Dandong NDT Equipment Co, Ltd (Китай), для маркетинга зарубежных высокотехнологичных рынков и распространения новых научных разработок за рубежом установлены контакты с компанией Q NET Engineering GmbH (Германия).

Новые условия интеграции научного и образовательного процесса используются в университете в связи созданием по программе ИОП Инновационного научно-образовательного центра опережающей подготовки специалистов по НК и Д. Обеспеченность центра самым современным оборудованием, про-

граммными продуктами и методическими материалами позволяет не только поднять уровень подготовки бакалавров, специалистов и магистров, но и делает его привлекательным для исследователей НИИ и Аттестационного регионального центра.

Повышение качества подготовки специалистов планируется за счет расширения перечня магистерских программ, совместных программ с российскими и зарубежными вузами, привлечения к подготовке специалистов научных сотрудников НИИ ИН, представителей бизнеса и науки, в том числе из-за рубежа. Необходимо вовлечение в образовательный процесс исследовательской базы НИИ ИН, создание базовой кафедры по направлению в учреждениях РАН, реализация пилотного проекта по созданию Центра превосходства для подготовки специалистов в области космического приборостроения и аттестация специалистов НК по международным требованиям.

Кадровый потенциал и кадровое обеспечение.

Участниками проекта являются НИИ ИН, Инновационный научно-образовательный центр опережающей подготовки специалистов по НК и Д., кафедры физических методов контроля качества, информационно-измерительной техники, промышленной и медицинской электроники, точного приборостроения ЭФФ, прикладной физики ФТФ, трубопроводного транспорта ИГНД, сварки МСФ, проблемная научно-исследовательская лаборатория ЭДИП ЭЛТИ и Юргинский технологический институт. В перспективе целесообразно создать на базе указанных участников интегрированный научно-образовательный институт на основе отработки механизмов внутривузовского и внешнего взаимодействия в рамках направлений, обеспечивающих эффективное выполнение программы.

Совокупный кадровый потенциал научно-педагогических работников составляет 229 человек, в том числе 35 докторов наук, 112 кандидатов наук, среди них 7 заслуженных деятелей науки, 14 почетных работников науки и техники Российской Федерации, три лауреата премии Правительства Российской Федерации. Мировое признание научной общественности в области НК получили профессора Чахлов В.А. и Вавилова В.П.

Приоритетные направления подготовки специалистов по данному направлению: электроника и микроэлектроника; промышленная электроника; биомедицинская инженерия; биотехнические и медицинские аппараты и системы; приборостроение; информационно-измерительная техника и технологии; приборы и методы контроля качества и диагностики; управление качеством; приборостроение; радиационная безопасность человека и окружа-

ющей среды; проектирование, сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ; оборудование и технология сварочного производства.

Подготовка аспирантов и докторантов проводится в ведущих научно-педагогических коллективах, включенных в базу данных Рособразования: «Точное приборостроение»; «Неразрушающий контроль качества материалов, изделий, прочих объектов»; «Разработка методов и средств мониторинга загрязнений атмосферного воздуха и совершенствование образовательных программ и технологий в области защиты»; «Электрофизика».

Ежегодно в аспирантуру и докторантуру зачисляются до 18 аспирантов (эффективность работы аспирантуры составляет около 43%) и 1–2 докторанта, защищается 6–8 кандидатских и 1–2 докторских диссертаций.

Развитие кадрового потенциала предусматривает организацию стажировок профессорско-преподавательского состава университета и молодых ученых в научно-исследовательских центрах мирового уровня, разработку механизма стимулирования участия исследователей НИИ в образовательном процессе, увеличение числа выдающихся исследователей за счет привлечения специалистов из ведущих научно-образовательных центров и промышленных компаний мирового уровня и разработку механизмов стимулирования привлечения молодежи для работы в вузовских НИИ.

Учитывая особенности работы специалистов по неразрушающему контролю на производствах повышенной опасности в НИИ ИН была сформирована система подготовки и аттестации специалистов НК на 1-й и 2-й уровни, для чего в 1992 году был создан Аттестационный региональный центр (АРЦ) специалистов по неразрушающему контролю, в котором осуществляется подготовка и аттестация специалистов НК на 1-й и 2-й уровни квалификации практически по всем видам контроля. Работа центра строится в соответствии с требованиями национального аттестационного комитета, Ростехнадзора, Госстандарта России и Российского общества неразрушающего контроля и технической диагностики (РОНКТД). Деятельность Аттестационного центра позволяет укрепить материальную базу лабораторий по всем видам НК, создать банк современной НД, а также устойчивые связи с предприятиями - лидерами отраслей региона и с ведущими специалистами по НК этих предприятий. Дальнейшее развитие АРЦ предполагает расширение области аккредитации по видам и объектам контроля и выход на международный уровень, в первую очередь, благодаря появлению в НИИ ИН ЦОП НК.

Предложена комплексная программа, направленная на создание конкурентоспособных ресурсоэффективных технологий на базе собственных (не имеющих мировых аналогов) оригинальных разра-

боток в области методов и средств неразрушающего контроля и диагностики, их освоение в промышленности и в социальной сфере при научном, методическом и кадровом обеспечении ТПУ. Комплексная программа включает разработку, организацию производства в Томске (с использованием научно-производственного потенциала ряда малых предприятий и технико-внедренческой зоны) и вывод на рынок новых систем и комплексов для диагностики и мониторинга на основе излучений различной природы и новейших разработок источников излучения. В содружестве с инновационными российскими и зарубежными компаниями будут разработаны и изготовлены (превышающие мировой уровень) опытные образцы коммерческой продукции — диагностические системы для промышленности, транспорта и медицины, досмотровые комплексы для таможни. Такой подход позволяет предложить на рынок широкий спектр конкурентоспособной коммерческой продукции, обеспечивающей реше-



Испытания полевого автономного регистратора электромагнитных и акустических сигналов для диагностики геодинамических событий в шахте.

ние проблем ресурсоэффективности и импортозамещения. Будет создана современная материально-техническая база и система подготовки высококвалифицированных специалистов по передовым технологиям, востребованным на мировом рынке, что обеспечит ТПУ лидерские позиции в области неразрушающего контроля и диагностики и повысит его роль в инновационной экономике региона и России в целом.