

Материаловедение, наноматериалы и нанотехнологии

Руководитель направления:
О.Л. Хасанов, д.т.н.

В рамках Инновационно-образовательной программы ТПУ Приоритетного национального проекта "Образование" и Федеральной целевой программы "Развитие инфраструктуры наноиндустрии в Российской Федерации на 2008–2010 годы" в Томском политехническом университете создаётся Научно-образовательный инновационный центр (НОИЦ) "Наноматериалы и нанотехнологии" как междисциплинарный центр опережающей подготовки элитных специалистов в области материаловедения, наноматериалов и нанотехнологий.



Нано-(ультрадисперсные) материалы и их технологии целенаправленно разрабатываются в ТПУ с 70-х годов. Методы изготовления ультрадисперсных порошков (УДП) электрическим взрывом проводников разрабатывали Ю.А. Котов (ныне чл.-корр. РАН, зав. отделом ИЭФ УрО РАН), Н.А. Яворовский, Г.В. Иванов, А.П. Ильин, М.И. Лернер в НИИ ВН при ТПИ; А.Н. Диденко (ныне чл.-корр. РАН, зав. кафедрой МИФИ) в НИИ ЯФ при ТПИ и В.П. Кривобоков, О.Л. Хасанов, В.Г. Иванов на ФТФ ТПИ. Инициаторами исследований метода плазмохимического синтеза УДП на ФТФ ТПИ были И.А. Тихомиров, А.Г. Каренгин. С 1987 г. одним из приоритетных направлений применения разработок томских политехников в области УДП стало создание новых электротехнических материалов – керамических высокотемпературных сверхпроводников. Организовал эти исследования и активно развивал их профессор Ю.П. Похолков, для чего на ФТФ была создана Научно-исследовательская лаборатория "Температура", преобразованная в 1996 г. в Научно-исследовательский центр перспективных технологий "Спектр" ТПУ.

Многочисленные научные публикации, авторские свидетельства и патенты на изобретения подтверждают мировой приоритет учёных ТПУ в этих направлениях исследований и разработок наноматериалов.

На основе разработок ТПУ промышленное производство УДП было освоено на Сибирском химическом комбинате, в Республиканском инженерно-техническом центре.

К настоящему времени ТПУ имеет ряд приоритетных позиций в сфере "Наноматериалы и нанотехнологии" – такие, как технологические ноу-хау и изобретения по изготовлению нанопорошков методом электрического взрыва проводников, способам сохранения запасённой энергии в нанопорошках металлов после их синтеза, способам изготовления функциональных

**MATERIAL STUDY, NANOMATERIALS,
AND NANOTECHNOLOGIES**

O.L. Khasanov

Doctor of Technical Sciences

Innovative Centre for Research and Education (ICRE) Nanomaterials and Nanotechnologies is being established in TPU in the framework of innovative educational programme of Tomsk Polytechnic University, priority-oriented project Education, and federal special-purpose programme Development of Nanoindustry in the Russian Federation (2008–2010). This is interdisciplinary centre for advanced education of elite specialists in the field of material study, nanomaterials, and nanotechnologies.

Since the 1970s, TPU's scientists have been developing nano- (superdispersed) materials and technologies. Great number of scientific publications, certificates of authorship, and patents for inventions confirm the priority of TPU's scientists in the fields of these research and nanomaterials developments.

TPU holds priority positions in the field of nanomaterials and nanotechnologies, among them technological know-how and inventions that allow to produce nanopowders, production of functional parts using nanopowders when nanoparticles are packed uniformly and shaped to fit for consolidation of volume nanomaterials. This technology was patented in Russia, USA, CIS, Ukraine, and is now being patented in the European Union, South Korea, India.

The key purpose of Innovative Centre for Research and Education (ICRE) Nanomaterials and Nanotechnologies establishment is scientific research development and advanced training of elite specialists and expert teams in the field of material study, nanomaterials, and nanotechnologies in accordance with the world standards.

This field of innovative educational programme of TPU is being developed by Research and Development Centre Spektr (O.L. Khasanov, Director, Doctor of Technical Sciences) and 7 departments of TPU: Department of High Technology Physics in Mechanical Engineering, Mechanical Engineering (S.G. Psakhie, Professor, Head of the Department), Department of Theoretical and Applied Mechanics, Mechanical Engineering (V.E. Panin, Academician of the RAS, Head of the Department), Department of Silicate Technology, Chemistry and Chemical Engineering (V.I. Vereschagin, Professor, Head of the Department), Department of Theoretical and Experimental Physics, Natural Sciences and Mathematics (V.F. Pichugin, Professor, Head of the Department), Department of General Inorganic Chemistry, Natural Sciences and Mathematics (A.P. Ilin, Professor, Head of the Department), Department of Insulators and Cable Engineering, Institute of Electrical Engineering (A.P. Surzhikov, Professor and Yu.M. Annenkov, Master's programmes advisors), Department of Technical Physics, Applied Physics and Engineering (V.A. Vlasov, Professor, Head of the Department).

The main objectives of Innovative Centre for Research and Education Nanomaterials and Nanotechnologies are as follows:

- education of master students with the unique professional competence in accordance with the following programmes: Nanostructural Materials and Items Manufacturing, High Technologies Physics in

изделий из нанопорошков путём равномерно-плотной упаковки наночастиц в компактах заданной формы для консолидации объёмных наноматериалов.

Из семи традиционных Всероссийских (Всесоюзных, Международных) конференций "Физикохимия ультрадисперсных (нано-) материалов" ТПУ был организатором Третьей (1993 г.) и Шестой (2002 г.) конференций.

В 1999 г. по предложению ТПУ при Администрации Томской области был создан Координационный совет по ультрадисперсным материалам.

НИЦ "Спектр" ТПУ при поддержке Миннауки РФ выполнил Международный проект научно-технического сотрудничества с Ульсанским университетом (УОУ, университет концерна Hyundai, Южная Корея) по исследованиям наноматериалов, в рамках которого разработан лекционный курс "Материаловедение и технология нанопорошков" в русско- и англоязычном вариантах. Курс прочитан в УОУ для магистрантов-материаловедов.

В заявку Томской области на создание Особой экономической зоны технико-внедренческого типа (Томской ТВЗ) был включён проект ТПУ "Создание опытно-промышленного производства прецизионных изделий из функциональной и конструкционной нанокерамики", который поддержан грантом программы "Старт-2006" Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере. Технология запатентована в России, США, СНГ, Украине, патентуется в Евросоюзе, Южной Корее, Индии.

Эта разработка по результатам экспертизы фирмы IBM получила высший рейтинг на Российско-Американском форуме высоких технологий в Силиконовой долине США; получены Золотая медаль Международного салона изобретений и технологий (Женева, 2006), премии журнала "Перспективные материалы"; компании Nanotechnology News Network, Института нанотехнологий, Молодёжного научного общества в Молодёжном конкурсе проектов отечественной нанотехнологии; премия Администрации Томской области в сфере образования и науки; дипломы и медали Всероссийских научно-промышленных, инновационных форумов и выставок. За цикл работ, выполненных совместно Институтом химии силикатов РАН и НИЦ "Спектр" ТПУ "Структура наночастиц и размерный эффект", получена премия МАИК "Наука/Интерпериодика".

ИФПМ СО РАН и кафедра физики высоких технологий в машиностроении (ФВТМ) МСФ разработали высокоэффективную технологию для очистки воды и газов на основе фильтров из нановолокон. Технология предложена для освоения в Томской ТВЗ.

Кафедра общей и неорганической химии (ОНХ) ЕНМФ разработала технологии изготовления нанопорошков с высокой запасенной энергией методом электрического взрыва проводников и их применений.

НИОСТ "Сибур-Нефтехим" (первый резидент Томской ТВЗ) и кафедра материаловедения в машиностроении (ММС) МСФ выполняют совместный проект по разработке технологии габаритных изделий из сверхвысокомолекулярного полиэтилена и наноструктурных покрытий.

Кафедра технологии силикатов (ТС) ХТФ разработала технологии бескислородных, оксидных и силикатных материалов и изделий, широко востребованных на рынке как строительные, конструкционные материалы, посуда и художественные изделия.

Кафедра теоретической и экспериментальной физики (ТИЭФ) ЕНМФ разработала технологии биосовместимых оксидных покрытий на титановые имплантаты, биокерамических материалов для костного эндопротезирования.

Кафедра электроизоляционной и кабельной техники (ЭИКТ) ЭЛТИ разработала технологии изготовления современных электротехнических материалов для кабельной техники и других электротехнических отраслей, в том числе с применением методов СВЧ-спекания керамических материалов на основе нанопорошков.

Целью создания НОИЦ "Наноматериалы и нанотехнологии" является развитие научных исследований и опережающая подготовка элитных специалистов и команд профессионалов мирового уровня в сфере материаловедения, наноматериалов и нанотехнологий.

Это направление ИОП ТПУ разрабатывают Научно-исследовательский центр перспективных технологий "Спектр" (директор д.т.н. Хасанов О.Л.) и 7 кафедр ТПУ: ФВТМ МСФ (зав.кафедрой профессор Псахье С.Г.), ММС МСФ (зав.кафедрой академик РАН Панин В.Е.), ТС ХТФ (зав.кафедрой

профессор Верещагин В.И.), ТИЭФ ЕНМФ (зав.кафедрой профессор Пичугин В.Ф.), ОНХ ЕНМФ (зав.кафедрой профессор Ильин А.П.), ЭИКТ ЭЛТИ (руководители магистерских программ профессор Суржиков А.П., профессор Анненков Ю.М.), технической физики ФТФ (зав.кафедрой профессор Власов В.А.).

Основными задачами НОИЦ "Наноматериалы и нанотехнологии" являются. Подготовка магистров по новой программе "Технологии производства наноструктурных материалов и изделий" и по магистерским программам "Физика высоких технологий в машиностроении"; "Химическая технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов"; "Новые материалы и технологии в медицине, медицинской технике и стоматологии"; "Материаловедение в электротехнике и радиоэлектронике"; "Материаловедение и технологии наноматериалов и покрытий"; "Методы получения наноматериалов, их структура и свойства";

- Повышение квалификации специалистов, ППС, научных сотрудников, ИТР в сфере "Наноматериалы и нанотехнологии";
- Обеспечение функций Центра коллективного пользования уникальным оборудованием для проведения научных исследований;
- Разработка конкурентоспособных наноматериалов и нанотехнологий, коммерциализация научно-технических достижений.

НОИЦ "Наноматериалы и нанотехнологии" занимает площадь около 400 м². на втором этаже 15-го учебного корпуса ТПУ, где предусмотрено размещёние учебно-научных лабораторий структурного, элементного анализа наноматериалов, зондовой микроскопии, термофизической, технологической лабораторий, лаборатории тестирования наноматериалов, а также учебные аудитории, компьютерный класс для учебно-исследовательской и проектной работы.

Mechanical Engineering, Material Studies and Nanomaterial and Coating Technologies, Chemical Technology of Refractory Non-metallic and Silicate Materials, New Materials and Technologies in Medicine, Medical Equipment and Dentistry, Material Studies in Electrical and Radioelectronic Equipment, Methods of Obtaining Nanomaterials; Nanomaterial Structure and Properties;

• professional development of specialists, engineers, teaching and research staff in the field of nanomaterials and nanotechnologies;

• collective usage of the unique equipment of the Centre for carrying out joint research projects;

• innovative activity concerning research and technical achievements commercialisation.

• development of competitive nanomaterials and nanotechnologies, commercialisation of research and technical achievements.

Strategic partner of Tomsk Polytechnic University in the field of nanomaterials and nanotechnologies is Russian Scientific Centre Kurchatov Institute.

There are some Russian and foreign Centres for Research and Education, as well as Industrial Centres that are considered to be our partners providing students and teaching staff with training (TU-Berlin; Institute of Chemical Technology-Prague; Institute of Science and Technology for Ceramics – Italy; Universite d'Orleans – France, etc.).

Tomsk Polytechnic University is implementing the programme aimed at development of interdisciplinary Research and Educational Innovative Centres for Nanomaterials and Nanotechnologies in cooperation with Russian and foreign Research and Educational Centres, as well as with industrial structures. The project has been designed to educate elite specialists and expert teams meeting world's requirements in the field of material study, nanomaterials, and nanotechnologies. The establishment of material study schools at TPU requires highly qualified teaching and research staff and gives rise to development of new educational facilities.



Изделия из нанокерамики

При разработке новой магистерской программы "Технологии производства наноструктурных материалов и изделий" будут использованы учебно-методические разработки как участников соответствующего направления ИОП ТПУ, так и ведущих российских и зарубежных вузов, научных центров. В частности, устанавливаются партнёрские связи с Grenoble Institute of Technology (Франция), координирующим консорциум 15 университетов из 7 стран (в т.ч. Louvain University, Бельгия – член CLUSTER), который разработал магистерскую программу "Functionalized Advanced Materials and Engineering" в рамках Европейской программы Erasmus Mundus.

Стратегическим партнёром ТПУ по направлению "Нanomатериалы и нанотехнологии" является РНЦ "Курчатовский институт" – головная организация ФЦП "Развитие инфраструктуры nanoиндустрии в Российской Федерации".

Среди партнёров – организаций для практик студентов, стажировок преподавателей, распределения специалистов – ведущие российские и зарубежные научно-образовательные и промышленные центры:

- Технический университет Берлина (по магистерской программе кафедры ФВТМ уже с 2007 г. начинается набор для подготовки по системе Double Degree);
- Высшая школа химической технологии (университет) в Праге (Чехия);
- Орлеанский университет (Франция);
- Шеффилдский университет (Великобритания);
- ОАО "Российские железные дороги";
- Фирма Lapp Kabel (Германия);
- Территориальное управление РосОЭЗ по Томской области;
- Научный центр Карлсруэ (Германия);
- Томский научный центр СО РАН;
- ЗАО Концерн "Наноиндустрия" (г. Москва);
- ФГУП "Сибирский химический комбинат" (г. Северск);
- ОАО "Сибирский цемент";
- ИТЦ "Русал";
- Сиб НИИ "Центр медицинской техники";
- ЗАО "Сибкабель", ОАО "Амуркабель", ОАО "Томкабель", ОАО "Севкабель";
- Некоммерческое партнёрство "Томский атомный центр".

В 2006 г. в ТПУ открыты магистерские программы "Материаловедение и технологии наноматериалов и покрытий", "Методы получения наноматериалов, их структура и свойства".

С 2007 года по направлению "Нanomатериалы" проходят программу индивидуального обучения 20 студентов системы Элитного технического образования ТПУ.

В 2007–2008 гг. в результате реализации заданий ИОП ТПУ будут подготовлены 7 магистров по программе "Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств" (по системе Double Degree в партнёрстве с Техническим университетом Берлина); 6 магистров по специализации "Материаловедение в электротехнике и радиоэлектронике"; 6 магистров по магистерской программе "Химическая технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов"; 3 магистра по специализации "Новые материалы и технологии в медицине, медицинской технике и стоматологии"; 5 магистров по магистерской программе "Методы получения наноматериалов, изучение их структуры и свойств", а также не менее 8 кандидатов наук и 3 доктора наук по тематике материаловедения и наноматериалов.

Таким образом, для подготовки элитных специалистов и команд профессионалов мирового уровня в сфере материаловедения, наноматериалов и нанотехнологий в Томском политехническом университете реализуется программа развития междисциплинарного Научно-образовательного инновационного центра "Нanomатериалы и нанотехнологии" в кооперации с партнёрами из числа ведущих российских и зарубежных научных, образовательных центров, инновационных и промышленных структур. Для развития Центра имеется научный задел, квалифицированный кадровый состав преподавателей и учёных, учебно-методическое обеспечение, созданные в ТПУ как в первом инженерном вузе Сибири и в процессе становления материаловедческих школ университета в последние десятилетия.