

# Студенты, аспиранты и ядерные технологии

В Северском технологическом институте делают ставку на молодёжь

Как известно, площадкой для ежегодного проведения всероссийского форума молодых учёных «U-Novus» Томск стал не случайно. Немного найдётся российских городов, способных похвастать такой высокой научно-исследовательской и инновационной активностью молодёжи, как «Сибирские Афины». И это касается не только наших брендовых университетов, но и регионального представителя Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ» – Северского технологического института. Студенты и аспиранты здесь ведут активную исследовательскую деятельность, участвуют в серьёзных научных проектах, представляют доклады на престижных конференциях и форумах, включая U-Novus. О наиболее значимых направлениях этой работы рассказывают сотрудники института: заместитель руководителя по научной работе и международной деятельности, доктор физико-математических наук Михаил Носков, профессор кафедры «Химия и технология материалов современной энергетики», доктор технических наук Виталий Гузеев, директор научно-образовательного центра, доктор технических наук, профессор кафедры «Электроника и автоматика физических установок» Борис Кербель.



Разработка 3D-технологий для уранодобывающих предприятий. Руководитель проекта профессор Михаил Носков и ведущий специалист СТИ НИЯУ МИФИ Алексей Челюков.

## МИХАИЛ НОСКОВ: МЫ КОНКУРИРУЕМ И ПОБЕЖДАЕМ

Прежде всего СТИ является технологическим институтом госкорпорации «Росатом», поэтому основная часть наших разработок связана с технологическими задачами атомной отрасли. Поскольку Росатом является правопреемником Министерства среднего машиностроения, одного из самых секретных ведомств СССР, в нашем институте, как и во всей атомной отрасли, привыкли прежде всего опираться на собственные силы – актуальная сегодня проблема импортозамещения для нас была важной всегда. Сегодня мы формулируем проблему немного по-другому, ставим более амбициозную задачу: создавать технологии, которые должны опережать технологии конкурентов, быть более востребованными в России и на мировом рынке. В тех областях, где мы сталкиваемся с уже имеющимися импортными аналогами, конкуренция идёт наиболее жёстко.

К этой работе широко привлекается молодёжь, включая студентов и аспирантов, которые ведут полноценную исследовательскую деятельность, входят в состав многих научных групп и добиваются значительных успехов. Они делают доклады на серьёзных конференциях, побеждают на различных конкурсах, выигрывают гранты и т.д. Не так давно, например, наши студенты Богдан Петренко и Росита Семёнова победили в корпоративном конкурсе «Молодые таланты», проводимом АО «Атомредметзолото» (дивизион госкорпорации «Росатом»).

Хочу выделить несколько направлений, где институт добился заметных достижений, и где наиболее активно работает молодёжь.

Прежде всего это, конечно, наша профильная тематика – ядерные разработки, в основном связанные с развитием и совершенствованием технологий Сибирского химического комбината. Это и новое конверсионное производство, и масштабный проект «Прорыв» по созданию на комбинате инновационных технологий замкнутого топливного цикла, и многое другое. Практически все разработки здесь имеют стратегическое значение, зарубежное присутствие в них нежелательно, а зачастую и недопустимо.

Другое важное направление – редкоземельные металлы, проблемами их производства и создания материалов на их основе в СТИ тоже занимаются давно. Для России это актуально прежде всего в плане импортозамещения: сегодня, чтобы покончить с зависимостью от непредсказуемого импорта (на мировом рынке РЗМ доминирует Китай), у нас возрождают разрушенную в девяностые годы редкоземельную отрасль. На настоящий момент институт выполняет три проекта ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы» по редкоземельной тематике. Соответственно, работают три группы, в которые входят студенты и аспиранты. Одна из аспиранток представляет свою работу на конкурс разработок молодых учёных на нынешнем форуме U-Novus.

Отмечу также инновационные разработки, не связанные с нашими традиционными ядерными и редкоземельными направлениями. Так, под руководством профессора Виталия Гузеева, при активном участии молодёжи, выполняются проекты по актуальной медицинской и нефтегазовой тематике. Одну из этих разработок мы также представим на конкурс форума.

Наконец, отдельное обширное и перспективное направление – информатизация технологических процессов и объектов ядерного топливного цикла. Это та сфера, где Россия заметно отстала в постперестроечное время, и сегодня вынуждена наверстывать упущенное. Если на домашнем или офисном компьютере наличие импортного программного обеспечения большого беспокойства не вызывает, то, например, в сфере промышленности и высоких технологий это уже риск. Нет никакой гарантии, что там не заложены вирусы, которые в один прекрасный момент начнут «сливать» информацию либо заблокируют весь

технологический процесс – в мире такие случаи известны. Чтобы обезопасить нашу ядерную отрасль, мы занимаемся разработкой собственного отечественного ПО для совершенствования технологий всего ядерного цикла, начиная с добычи урана и изготовления топлива и заканчивая захоронением радиоактивных отходов. По этой теме в моей группе среди прочих также работают более десятка студентов и аспирантов.

Например, успехом пользуются наши программные комплексы для разведки, проектирования, управления разработкой месторождений урана методом скважинного подземного выщелачивания. Это один из самых перспективных методов добычи полезных ископаемых: бурится скважина, в неё закачивается специальный раствор, который растворяет полезный компонент, в данном случае уран, прямо в месте залегания, а затем через другую скважину извлекается на поверхность и идёт на переработку. Никаких карьеров и шахт, никаких отвалов пустых пород на поверхности, практически вся радиация остаётся в земле. Такие уранодобывающие компании есть в Казахстане, США, Австралии и других странах. Что касается России, то наши системы уже работают на АО «Далур» и АО «Хиагда», входящих в корпорацию «Атомредметзолото».

Радует, что в этой области мы успешно конкурируем с зарубежными производителями. Несколько лет назад на уранодобывающих предприятиях Росатома шла серьёзная борьба между нашим и импортным ПО, в итоге победа осталась за нами. Наши программные комплексы, специально разработанные для добычи полезных ископаемых методом скважинного подземного выщелачивания и адаптированные к специфике отечественных пользователей, выиграли у продуктов такого серьёзного конкурента, как компания «Mascotline» – одного из мировых лидеров в области разработки ПО для геологоразведки и горной промышленности. И это не предел – наши комплексы постоянно совершенствуются, становятся всё более привлекательными. Думаю, в перспективе они не только утвердятся на российском рынке, но и выйдут за рубеж.

### **ВИТАЛИЙ ГУЗЕЕВ: НЕ ПОБЮЮСЬ СЛОВА «ОТКРЫТИЕ»**

Над проектами по созданию нового костнозамещающего регенеративного материала и технологии получения бензина из природного газа мы работаем уже несколько лет. В состав научных групп наряду со специалистами со стажем входит ряд аспирантов и студентов, и эта молодая энергия благотворно дополняет опыт и знания зрелых исследователей.

Первая тема сегодня весьма актуальна, разработки в области эндопротезирования, стволовых и т.п. технологий, как известно, сейчас ведутся очень активно. Однако наша технология имеет принципиальные особенности: созданный нами новый материал не замещает собой утраченную костную ткань, как это происходит, например, при постановке эндопротезов, а запускает процесс, в результате которого эта ткань полностью восстанавливается в своём натуральном виде. Не побоюсь назвать это открытием, возможно, даже началом нового направления в регенеративной медицине.

Начну с предыстории. Изначально мы занимались специальными покрытиями для титановых эндопротезов – наносили на протез покрытие из гидроксиапатита, и организм признавал его своим, вступал с ним в биохимические реакции и т.д. Но со временем гидроксиапатит «съедался», организм оставался один на один всё с тем же титаном, который он не отторгает, но и не воспринимает как собствен-

ную ткань. В конечном итоге всё равно приходилось делать повторную операцию и удалять титановые пластины. И тогда появилась идея найти такой материал, который бы не уступал по прочности титану, но в организме резорбировал. Мы начали работу, в результате, после восьми лет исследований и экспериментов, в том числе на животных, материал был создан. Его основу составляет порошкообразный гидроксиапатит, вторым компонентом является полимер.

В практическом применении технология проста и удобна. Когда возникает необходимость, медсестра готовит раствор прямо в операционной, смешивая и разводя жидкостью два компонента, которые в исходном состоянии могут храниться сколь угодно долго. Получается пластичная, похожая на пластилин масса. Далее хирург просто лепит из неё разрушенный участок кости, и она затвердевает в течение нескольких минут, не удлинняя обычное время проведения операции.

Затем происходит самое интересное. Попавший в кость новый материал не только не отторгается, но, напротив, начинает привлекать к себе мезанхимеальные



стволовые клетки организма. Используя этот материал в качестве пищи, они делятся, дифференцируются, и в конечном итоге на месте «съеденного» искусственного вещества восстанавливается полноценная костная ткань.

Преимущества нашего метода очевидны. Стволовые технологии сегодняшней регенеративной медицины в большинстве случаев сводятся к тому, что из взятых где-то на стороне стволовых клеток в некоем инкубаторе выращивается нужная ткань, например, сегмент печени, и имплантируется больному. При этом, во-первых, с вероятностью пятьдесят на пятьдесят чужеродные клетки организм может отторгнуть. Во-вторых, если всё-таки они принимаются, новая ткань будет жить только при условии, что ей обеспечат питание, то есть снабдят кровеносными сосудами, а это очень тонкая операция, за которую возьмётся не каждый хирург. В случае использования нашего материала все эти риски сняты. Не нужно бороться с иммунной реакцией-отторжением, вшивать в ткань кровеносные сосуды, не нужно имплантировать в организм титановые, керамические или полимерные эндопротезы, с которыми исключено полноценное взаимодействие на биохимическом уровне, и т.д. Тем более, что они не обеспечивают больному стопроцентное выздоровление и восстановление нарушенных функций, а лишь поднимают его на ноги. А наш метод восстанавливает костную ткань полностью, возвращает человеку полноценное здоровье.



636036, Северск,  
пр. Коммунистический, 65,  
тел. (3823) 780-204,  
факс (3823) 780-221  
www.ssti.ru

Профессор  
Виталий Гузеев,  
ректор НИЯУ МИФИ  
и руководитель  
СТИ НИЯУ МИФИ  
Александр Жиганов  
в лаборатории  
композитных  
материалов.

Аспирантка СТИ НИЯУ  
МИФИ Оксана Гурова  
за проведением  
синтеза фосфатов  
кальция.



На сегодняшний день мы имеем уже глубоко разработанную технологию, опробованную на собаках, кроликах, свиньях и других животных, с результатами, обнародованными в публикациях. Работа продолжается, её завершение будет зависеть от решения ряда вопросов, прежде всего вопроса финансирования. Мы верим, что мировая медицина пойдёт именно по этому пути.

Что касается второго проекта – это технология переработки природного газа в жидкие субстанции, например, бензин, которую мы разработали как альтернативу традиционному методу Фишера-Тропша. Технологический процесс по Фишеру-Тропшу предусматривает производство метанола из метана в две ступени: сначала при высоких давлении и температуре получают синтез-газ, а уже из него – метанол. Предлагаемая нами технология одностадийная – в реактор запускают метан, а на выходе получают готовый метанол. Можно создавать мобильные, размером с письменный стол, установки для производства бензина из попутного газа, что может способствовать, например, решению проблемы утилизации ПНГ на труднодоступных месторождениях.



Профессор Борис Кербель обсуждает со студентами результаты проведённого опыта по синтезу люминофоров

### **БОРИС КЕРБЕЛЬ: СИНТЕЗ ЛЮМИНОФОРА ЗА ПЯТЬ МИНУТ – НЕ ПРОБЛЕМА**

Несколько лет назад в рамках совместного проекта, реализуемого при участии ОАО «Росэлектроника», Внешэкономбанка и ряда томских структур, было принято решение о создании в ОЭЗ ТВТ «Томск» крупносерийного производства светодиодов и светодиодных осветительных устройств. С этого времени наблюдается всплеск интереса к этой тематике, а также связанной с ней тематике производства люминофоров – веществ, преобразующих поглощаемую ими энергию в световое излучение. Когда мы, специалисты СТИ, имеющие определённый опыт в этой области, вышли на исполнителей проекта – Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники и НИИ полупроводниковых приборов, то выяснилось, что требующиеся для создаваемого производства люминофоры в промышленных масштабах в России

не производятся. Так родилась идея разработать свою эффективную и недорогую технологию производства люминофоров. В 2012 году мы выиграли грант областной администрации, работа началась. В научную группу вошли три студента-химика и несколько аспирантов, они составили основу коллектива. В результате задача была решена, сегодня технология получения алуминатных люминофоров методом непрерывного твёрдофазного синтеза создана. Осталось довести её до стадии внедрения в производство, гарантировать необходимые стабильность и качество.

Суть вопроса в том, что естественное свечение светодиодных светильников – синее, а потребителю необходимо либо солнечное, либо белое. Чтобы его получить, на светодиод нужно нанести слой жёлтого люминофора. Традиционная технология получения такого люминофора в процессе классического твёрдофазного синтеза предполагает несколько этапов: смешивание необходимых ингредиентов, их обжиг при определённой температуре и т.д. При этом на обжиг требуется достаточно много времени – около четырёх часов. Кроме того, конечный продукт получается в виде спёкшейся массы, которую ещё нужно дробить до требуемого гранулометрического состояния – 4-5 микрон.

Наша технология гораздо проще и эффективнее, позволяет синтезировать люминофор при непрерывном цикле всего за 4-5 минут. В специальную установку засыпается исходный состав, запускается реакция, и через указанное время с другого конца выходит готовый продукт. Причём уже не в виде спёкшегося слитка, а готового к употреблению порошка.

Справедливости ради отмечу, что начинали мы не на пустом месте, а опирались на ранее уже разработанную нами сходную технологию производства пьезокерамики, чуть позже адаптированную ещё и под производство катодного материала для литий-ионных аккумуляторов. Решили проверить этот же принцип на люминофорах и получили положительный результат. Сегодня мы уже с уверенностью можем сказать, что имеем возможность синтезировать любые порошки на базе оксидов. Теперь дело за серьёзным заказчиком, который профинансирует дальнейшую работу по доведению технологии до стадии промышленного внедрения.

Что касается производства люминофоров, то эта технология не только эффективная, но и достаточно гибкая. На её основе мы можем развивать, например, такое направление, как синтез алуминат-стронциевых люминофоров – тех, что накапливают энергию дневного света, а потом светятся в темноте, и используются при производстве дорожных знаков, сигнальной разметки и т.д. При этом наша технология позволяет регулировать размеры гранул получаемого порошка путём изменения времени и температуры синтеза в зависимости от того, какой продукт нужно произвести.

Если в Томске будет создано производство люминофоров, ему потребуется исходное сырьё – оксиды редкоземельных металлов, которые производит всё тот же Китай. А это опять непредсказуемый импорт, вдобавок ещё и ограниченный, так как китайцы, опасаясь конкуренции, уже прекращают продажу исходных материалов за рубеж. Думаю, в этом смысле весьма полезным может оказаться ещё один выполняемый в СТИ под руководством профессора А.С. Буйновского проект, как раз касающийся разработки технологии получения редкоземельных оксидов. Поэтому у нас есть варианты, и мы будем продолжать эту работу.

## **Students, candidates and nuclear technology**

### **SEVERSK TECHNOLOGICAL INSTITUTE PINS ITS HOPES ON THE YOUTH**

EMPLOYEES OF THE INSTITUTE TOLD US ABOUT THE MOST IMPORTANT AREAS OF RESEARCH WHICH INVOLVE YOUNG PROFESSIONALS.

Подготовил Дмитрий АЛЕКСАНДРОВ