

Технические науки

**ОЦЕНКА ОТЕЧЕСТВЕННОГО
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО
ПОТЕНЦИАЛА В ОБЛАСТИ
НАНОТЕХНОЛОГИЙ****Акимбаева А.М.¹, Мамраев Б.Б.¹,
Кудайбергенов С.Е.²***¹Восточно-Казахстанский
государственный университет
имени С. Аманжолова,
Казахстан, Усть-Каменогорск**²Казахский национальный технический
университет имени К. Сатпаева,
Казахстан, Алматы*

В настоящее время имеет место бурное развитие нанотехнологий в мире, современные нанотехнологии являются весьма затратными, а уровень развития нанотехнологий в Казахстане находится только на начальной стадии. Поэтому для выхода на современный уровень Казахстану необходимо найти свои ниши в этой отрасли и грамотно применять трансферт технологий в рамках крупных международных проектов. Научно-технические программы в области нанотехнологий должны быть направлены на освоение современных методов синтеза наноструктур, создание технологических комплексов синтеза и необходимой инфраструктуры, подготовку кадров, владеющих данной технологией, освоение современной технологической культуры, что позволит в дальнейшем создавать свои технологии в самых различных областях.

Современное развитие научно-технического прогресса, промышленности, сферы бизнеса и общества в целом выдвигает требования по подготовке качественно новых кадров с высоким уровнем знаний в предметной области, в полной мере владеющих новейшими достижениями передовых технологий [1-3]. Уже сегодня в образовании и науке ощущается нарастающая потребность в высококвалифицированных кадрах, владеющих теоретическими и прикладными аспектами нано-, био- и информационной технологии.

По инициативе Президента и Правительства РК для интеграции науки и высшего образования в регионах страны открыты 5 национальных, 15 университетских лабораторий по приоритетным направлениям научно-технологического развития.

По приоритетному направлению «Нанотехнологии и новые материалы» в 2007-2009 гг. выполнена научно-техническая программа «Развитие нанонауки и нанотехнологий в Республике Казахстан на 2007-2009 гг.». В ее реализации принимало участие 30 организаций различных ведомств, в том числе девять вузов. Ежегодная сумма финансирования Программы составляла порядка 1,5 млн. долларов.

Научно-технические исследования в области нанотехнологий и новых материалов направлены на достижение следующих результатов:

1. Получение информации о состоянии и возможностях научно-технического потенциала государства (существующих и потенциальных).

2. Определение нахождения казахстанского научно-технического потенциала относительно индустриально развитых стран.

3. Выявление приоритетных направлений фундаментальных и прикладных научных исследований с целью финансирования их из бюджета.

4. Определение секторов НИОКР, имеющих высокий потенциал в коммерциализации.

5. Определение приоритетов государственной научно-технической политики на среднесрочную и долгосрочную перспективы.

6. Разработка предложений по развитию научно-технического потенциала и механизмов внедрения их в производство.

Для выявления приоритетных направлений (п. 3-5) фундаментальных и прикладных научных исследований в Казахстане основное внимание уделено следующим критериям:

1. Наличие научно-исследовательских и опытно-промышленных работ в этой области.

2. Уровень технической оснащенности разработчиков.

3. Перспективы коммерческого внедрения разработок.

4. Привязанность к казахстанским сырьевым ресурсам.

5. Привязанность к традиционно сильным отраслям промышленности Казахстана.

На основе предварительного анализа имеющейся информации выделены следующие приоритетные направления в области развития нанотехнологий на ближайшие годы. В прилагаемой таблице приведены краткие сведения о необходимых видах сырья, способах получения наноматериалов, передовых зарубежных фирмах, работающих в этом направлении и наличии казахстанских разработок.

Таблица

Сведения о необходимых видах сырья и ожидаемые результаты по отраслям

Отрасли	Ожидаемые результаты
Энергетика	Тонкопленочные солнечные батареи
	Топливные элементы для бытовой электроники и автомобилей
	Тонкопленочные аккумуляторы для бытовой электроники
Металлургия и химия	Сверхлегкие сплавы для аэрокосмической отрасли
	Супермагниты NdFeB, магнитные ленты и пленки
	Легирующие добавки и защитные покрытия
Электроника	LCD и OLED-мониторы для PC, ТВ, Тф, КПК
	Модули LED-освещения, рекламы, наружных дисплеев
	Модули памяти, RFID метки, Платежные карты

Начиная с 2003 года исследования по нанотехнологиям стали одним из приоритетов программы фундаментальных исследований, координируемых Министерством образования и науки Республики Казахстан. В стране имеются научные коллективы, выполняющие исследования и имеющие разработки в нанотехнологиях и смежных дисциплинах. Это исследования в области синтеза нанокластеров и наноструктур в полупроводниковых и металлических системах, разработки в области наноразмерных катализаторов, сенсорных наноструктурированных материалов и углеродных наноструктур. Существуют несколько проектов инновационных производств, готовых к реализации и включающих в себя нанотехнологические элементы. Это производство кремния через стадию получения и очистки силанов; производство катализаторов с металлосодержащими наноразмерными частицами активной фазы; производство газовых сенсоров с нанопористым чувствительным слоем. Эти разработки, защищены патентами, содержат технологические «ноу-хау» и обладают высоким экспортным потенциалом, что позволит достаточно быстро получить отдачу от организации производств, и даст дополнительный источник средств для развертывания исследовательских и инновационных проектов.

Подготовлен следующий этап Программы «Развитие нанонауки и нанотехнологий в Республике Казахстан на 2010-2012 гг.», целью которой является социально-экономическая и научно-техническая модернизация Республики Казахстан путем поддержки процесса освоения нанотехнологий, подготовки кадров, максимального приближения прикладной нанонауки к производству и бизнесу. В задачи Программы входят: разработка и использование нанотехнологий в горно-металлургическом комплексе; разработка наноматериалов и нанотехнологий для нового поколения систем энергосбережения,

солнечной и водородной энергетики; разработка наноструктурированных биоматериалов для использования в медицине и сельском хозяйстве; разработка наноматериалов и нанотехнологий для развития элементной базы нанoeлектроники, спинтроники и сенсорики; разработка и использование наноматериалов, нанокатализаторов и нанотехнологий в нефтегазовой и химической отраслях Казахстана; разработка методов и аппаратных средств для синтеза и анализа наноматериалов и наноструктур.

Значительную лепту в решение данной проблемы призваны внести новые национальные лаборатории открытого типа, в частности Национальная нанотехнологическая лаборатория на базе Казахского национального университета имени аль-Фараби и Физико-технического института, а также Национальная научная лаборатория коллективного пользования по направлению «Ядерные технологии и технологии возобновляемой энергетики» при Восточно-Казахстанском государственном университете имени С. Аманжолова. Эффективное достижение намеченных результатов потребует системного подхода к решению ряда задач при освоении нанотехнологий, основными из которых являются:

- координация работ в области создания и применения нанотехнологий, наноматериалов и наносистемной техники, в том числе через национальные лаборатории коллективного пользования;
- создание научно-технической и организационно-финансовой базы, позволяющей сохранить и развивать имеющийся в Казахстане задел в исследованиях и применении нанотехнологий;
- формирование инфраструктуры для организации эффективных фундаментальных исследований, поиска возможных применений их результатов, развития новых нанотехнологий и их быстрой коммерциализации;

- поддержка межотраслевого сотрудничества в области создания наноматериалов и развития нанотехнологий;

- разработка и внедрение новых подходов к обучению специалистов в области нанотехнологий.

11 сентября 2009 г., в ходе прошедшего в Оренбурге VI Форума межрегионального сотрудничества России и Казахстана, РОСНАНО и АО «Kazyna Capital Management» (дочерняя компания АО «Фонд национального благосостояния «Самрук-Казына») согласовали основные положения о создании Казахстанско-Российского венчурного фонда нанотехнологий. Деятельность Фонда будет направлена на стимулирование развития и внедрения нанотехнологий в экономике Республики Казахстан и Российской Федерации и на развитие инновационной активности частного капитала двух стран. Одним из основных принципов инвестиционной деятельности Фонда будет вложение в перспективные с точки зрения дальнейшего роста и получения высокой доходности на капитал инвесторов проектные компании, работающие в сфере nanoиндустрии на территории Казахстана и России. Планируется, что Фонд будет зарегистрирован до конца 2009 года и приступит к активной деятельности в первой половине 2010 года. Его общая целевая капитализация составит 100 млн. долл., при этом первый вклад в него, сформированный на равно-пропорциональной основе за счет инвестиций АО «Kazyna Capital Management» и РОСНАНО, составит 50 млн. долл. Для управления ресурсами Фонда планируется привлечь профессиональную управляющую компанию, обладающую значительным опытом в области инвестирования в проекты в сфере высоких технологий.

Одним из крупных нанотехнологических центров в Казахстане по кадровому потенциалу и оснащенности уникальным оборудованием нанотехнологического направления является АО «Физико-технический институт» (АО ФТИ).

В рамках выполнения Программы «Развитие нанонауки и нанотехнологий в Республике Казахстан на 2007-2009 гг.» деятельность АО ФТИ в области наноматериалов и нанотехнологий направлены на:

- Разработку нанотехнологии эпитаксиального выращивания из металлорганических соединений (МОС-гидридной эпитаксии) высокоэффективных каскадных фотопреобразователей;

- Исследование свойств нанокластеров дефектов и примесей в кремнии и использование нанокластеров в качестве гетерирующих центров;

- Математический и компьютерный

анализ структурных характеристик тонких пленок;

- Разработку новых материалов на основе эпитаксиальных пленок соединений АЗВ5 на кремниевых подложках для высокоэффективных преобразователей солнечной и тепловой энергии в электричество;

- Разработку стабильных квантово-размерных спиновых наноструктур для телепортации неравновесных когерентных квантовых состояний;

- Разработку технологии получения многослойных наноструктурированных защитных покрытий на основе алюминидов титана;

- Исследование наноразмерных пленок оксида цинка для создания датчиков физических величин;

- Разработку методов формирования кремний-углеродных пленок и нанокомпозитов на установке плазмо-химического осаждения AX5200-ECR и исследование их свойств;

- Синтез тонких (~130 нм) полупроводниковых пленок карбида кремния на кремнии методом ионной имплантации для микроэлектроники.

- Основные направления деятельности нанотехнологической лаборатории охватывают:

- нанокластеры и наноструктуры на поверхности и в объеме твердых тел;

- углеродные наноматериалы и покрытия с заданными структурой и свойствами;

- синтез и исследование наноразмерных сорбентов и нанокластерных катализаторов широкого спектра действия;

- управление электрофизическими и химическими свойствами наноструктурированных пленок, металлов, композитов и полупроводников.

Национальная нанолaborатория открытого типа (ННЛОТ) в КазНУ имени аль-Фараби функционирует с 2008 г. **Основной целью** ННЛОТ является создание научно-технологической и образовательной инфраструктуры с международным участием для развития нанонауки, нанотехнологии и nanoинженерии в Республике Казахстан до мирового уровня и максимального приближения прикладной нанонауки к производству и бизнесу; оказание услуг в проведении научных и конструкторско-проектных работ сторонним организациям и предприятиям как в Республике Казахстан, так и международным научно-образовательным центрам.

Основными научно-технологическими направлениями ННЛОТ являются:

В области *физики и физического наноматериаловедения*:

- разработка нанотехнологий получения гетерофазных аморфных алмазоподобных, низкокоординированных и полимерных материалов, содержащих металлические нанокластеры с нелинейными оптическими и электрическими свойствами;

- синтез бинарных полупроводниковых соединений и разработка многослойных наноразмерных систем на основе алмазоподобных материалов;

- развитие радиационных нанотехнологий с целью получения материалов с повышенной радиационной стойкостью;

- разработка твердотельных нанокластерных материалов для фотовольтаики и спинтроники;

- разработка криогенных нанотехнологий получения наноматериалов и изучения свойств таких материалов при низких температурах;

- разработка нанотехнологий получения псевдоморфных подложек и тонкопленочных гетероструктур на основе соединений A^3B^5 ;

- разработка наноконпозиционных электролитических покрытий на основе металлов (хром, алюминий, кадмий, титан и железо);

В области *химии и химического наноматериаловедения*:

- разработка нанотехнологий получения сорбентов и нанотрубок, перспективных в области создания источников электрической энергии;

- развитие квантовохимических методов исследования наноструктур на основе углерода и кремния;

- разработка химических методов получения наноструктурированных полимер-металлических систем;

- разработка химической технологии получения углеродных наноструктурированных сорбентов и катализаторов;

- разработка химических методов получения наноструктурированных оксидных пленок (на примере диоксида титана и титанаты переходных элементов);

- развитие плазменных и плазмохимических методов получения наноматериалов.

В области *бионанотехнологии*:

- создание нанобиоструктур для применения в медицине, сельском хозяйстве и экологии, которая включает в себя разработки физико-химических основ образования молекулярных комплексов биологически активных веществ и лекарств с синтетическими и природными полимерами, а также биотранспортных систем для адресной доставки лекарственных средств. Кроме того, планируется создание новых биона-

нодеструкторов и нанобиосорбентов для решения экологических проблем.

В области *численного моделирования и прогнозирования процессов в наноматериалах*:

- теоретические исследования квантовых эффектов в наноразмерных структурах;

- разработка компьютерных и вычислительных технологий для моделирования и решения фундаментальных задач нанотехнологий;

- разработка фрактальных и мультифрактальных методов исследования механических, электрических, оптических свойств наноматериалов;

- проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по созданию и внедрению новых наноматериалов и нанотехнологии;

- анализ и сертификация наноматериалов и нанотехнологии;

- развитие сотрудничества с ведущими университетами страны, другими научными и образовательными учреждениями и производственными предприятиями для подготовки и переподготовки специалистов в области перспективных материалов и технологий;

- развитие новых форм инновационной деятельности, научно-технического сотрудничества с научными, проектно-конструкторскими, технологическими организациями и промышленными предприятиями, фондами и другими структурами с целью совместного решения важнейших научно-технических и образовательных задач;

- расширение международного сотрудничества с учебными заведениями и фирмами зарубежных стран с целью расширения участия в мировой системе науки, производства и образования;

- развитие финансовой основы исследований и разработок за счет использования бюджетных и внебюджетных средств, инновационной деятельности;

- организация непрерывного многоуровневого (бакалавры, магистранты, докторанты PhD) образовательного процесса подготовки специалистов широкого профиля в области нанонауки, нанотехнологии и наноинженерии;

- выпуск и экспорт готовой новой продукции, которая сможет успешно конкурировать с зарубежными аналогами по эксплуатационным характеристикам;

- создание новых рабочих мест;

- подготовка и проведение международных и республиканских встреч, семинаров, симпозиумов и т.п.;

- выпуск специализированной литературы (научный журнал, методические и учебные пособия).

Создание ННЛОТ должно решить системную проблему отсутствия эффективных административных и рыночных механизмов организации непрерывного многоуровневого образовательного процесса и внедрения инноваций в области нанонауки, нанотехнологий и наноинженерии, стимулировать создание и развитие новых научных и общеобразовательных школ и nanoиндустрии. Таким образом, на основе выше изложенного, в организуемой лаборатории помимо стандартных общепринятых нанотехнологических подходов будут развиты новые исследования в области нанотехнологии, получившие мировую известность под руководством ведущих ученых.

Национальная лаборатория по нанотехнологиям «Нанофаб» создана в 2008 году в Южно-Казахстанском государственном университете (г. Шымкент) для реализации государственной политики в сфере нанотехнологий, создания и развития инновационной инфраструктуры в сфере нанотехнологий, реализации проектов создания перспективных нанотехнологий и nanoиндустрии, с целью формирования сектора казахстанских исследователей в nanoиндустрии целом. В лаборатории планируется создать условия для ведущих ученых мира для проведения НИОКР и возможность готовить высококвалифицированных отечественных специалистов. В лаборатории планируется разработка прорывных проектов в области нанотехнологий на основе сырьевых ресурсов Казахстана. Лаборатория оснащена растровым электронным микроскопом японской фирмы JEOL, а также системой энергодисперсионного микроанализа и структурного анализа поликристаллических объектов производства Великобритании. Такой комплекс позволяет исследовать тонкую структуру органических и неорганических веществ на наноуровне.

Деятельность лаборатории инженерного профиля по горно-металлургическому и нефтегазовому сектору КазНТУ имени К.И. Сатпаева наряду с усилением материально-технической базы Университета направлена на подготовку высококвалифицированных инженерных кадров и разработку инновационных технологий в области наук о земле, металлургии, машиностроении, нефти и газа, экологии, био- и наноматериалов, информационных систем.

Региональная университетская лаборатория инженерного профиля «IPGETAC» по направлению: «Высокие технологии получения новых материалов на основе комплексного использования ресурсов горно-металлургической промышленности» при Восточно-Казахстанском

университете им. Д. Серикбаева проводит исследования по природным наноматериалам, технологии извлечения природных углеродистых наночастиц, нанотехнологии вскрытия руд цветных и благородных металлов, нанопленкам и нанопокрытиям, нанотехнологиям получения технической керамики на основе соединений редких металлов и другие.

Лаборатория инженерного профиля — «Наноинженерные методы исследований», создана в Таразском государственном университете планирует проведение комплекса исследований по созданию продуктов питания нового поколения повышенной пищевой ценности на основе использования наноструктурированных пищевых материалов; по разработке технологии получения нановолокна из сырья углеродосодержащего газа Амангельдинского месторождения; по совершенствованию технологии получения высокопрочных композиционных материалов на основе отходов промышленности; по разработке нано- и биотехнологий получения новых материалов для производства изделий текстильной и легкой промышленности на основе растительных и целлюлозных волокон; по разработке наноструктурированных покрытий для натуральных и искусственных кож с повышенными эксплуатационными свойствами.

Таким образом, в Казахстане имеются все предпосылки для развития нанотехнологий и разработки наноматериалов. Однако отсутствие высококвалифицированных специалистов, обслуживающих тот или иной тип оборудования пока не позволяет эксплуатировать в полную мощь. Особое внимание необходимо уделить подготовке ученых, технологов и организаторов производства в области нанотехнологий, а также разработке междисциплинарных учебных программ для соответствующих специальностей по естественным наукам и их приложениям в ведущих национальных университетах.

Для повышения эффективности и целенаправленности акцент следует сделать на развитии нанотехнологических разработок в приоритетных инновационных кластерах:

- в горно-металлургическом и ядерно-энергетическом комплексах ;
- в нанобиотехнологическом кластере;
- в экологически чистых и высокоэффективных системах солнечной и водородной энергетики, а также энергосбережения;
- в микро-, наноэлектронике и информационных технологиях;
- в нефтехимической и химической отраслях;
- в разработке методов и аппаратных средств для синтеза и анализа наноматериалов

и наноструктур.

Целенаправленное и скоординированное проведение на базе имеющегося задела работ в области нанотехнологий должно стать основой создания и интеграции технологического комплекса Казахстана в международный рынок высоких технологий, надежного обеспечения конкурентоспособности отечественной продукции к 2020 г., т.е. в долгосрочной перспективе. Формирование и реализация активной государственной политики в области нанотехнологий позволит с высокой эффективностью использовать интеллектуальный и научно-технический потенциал страны в интересах развития науки, производства, образования и обеспечения национальной безопасности Казахстана.

Неоспоримым преимуществом государственного финансирования является возможность политического воздействия на характер исследований, то есть определения приоритетных направлений, включая исследования в области безопасности нанотехнологий, решения экологических проблем или создания медицинского оборудования. Воздействуя на направления нанотехнологических исследований, можно привести их в соответствие с ожиданиями общества и в результате получить положительный экономический эффект.

Можно не сомневаться, что в 21 веке нанотехнология будет оказывать все более возрастающее воздействие на экономическую и социальную жизнь всего человечества, что потребует от Казахстана принятия энергичных мер для развития исследований в этой области. Развитие нанотехнологии не сводится лишь к получению конкретных научных результатов или внедрению новых технологий. На самом деле, оно включает в себя решение многих побочных экономических и социальных задач и требует целостного системного подхода.

Список литературы

1. Мамраев Б.Б., Акимбаева А.М., Джусупов А.А., Малишевский Е.В. Форсайт информационно-коммуникационных технологий и связи в Республике Казахстан. — Усть-Каменогорск: Изд-во ВКГУ им. С. Аманжолова, 2009. — 127 с.
2. Akimbayeva A. Oversystem and challenges for Kazakhstan education in the light of key tendencies of the world educational systems development European Journal of natural history. 2009. — №6. — P. 45-46.
3. Мамраев Б.Б., Акимбаева А.М. Роль высшей школы в формировании и развитии инновационной экономики. / Сб. материалов IV Международного форума «От науки к бизнесу» 2010. Санкт-Петербург, 13-15 мая. — С. 141-143.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МОКРОЙ ОЧИСТКИ ГАЗОВ

Жильцов А.П., Решетняк А.Ф.,
Конев М.В., Челябинка А.Л.

ГОУ ВПО «Липецкий государственный
технический университет»

Мокрая очистка газов применяется во всех отраслях промышленности. Известны способы очистки газов, в которых вода используется для отделения дисперсной или газообразной примеси от газа. При этом улавливаются аэрозоли и хорошо растворимые в воде газы [1]. В зависимости от природы примесей используют воду со слабощелочной или кислотной реакцией. К недостаткам известных способов мокрой очистки газов относится отсутствие приемов по переводу воды в мелкодисперсное химически активное состояние — туман.

Эффективность очистки газов достигается снижением энергозатрат вследствие упрощения технологии путем использования водяного тумана для очистки газов от загрязнений в виде CO_x , NO_x , SO_x и пыли. Очистка газов производится ионизированным тонкодиспергированным водяным туманом, содержащим гидроксильные радикалы, разбиванием струи (капель) воды лопатками рабочего колеса, с дальнейшей фильтрацией газа водяным туманом и последующей его сепарацией в пленке воды на стенке рабочей камеры. При разбрызгивании воды частицы размером менее 1 мкм (туман) имеют отрицательный заряд вследствие ионизации воды путем разрыва линейно-цепочной структуры с образованием частиц H_2O , H^+ , OH^- , HO^{2+} .

Протон водорода H^+ связывается молекулами воды, распределяется по объему со снижением плотности заряда и образованием гидратированных протонов типа H_3O^+ , H_5O^{2+} , H_7O^{3+} и H_9O^{4+} . Создаваемая концентрация гидроксильных радикалов OH^- и HO^{2+} в водяном тумане порядка $1,5 \cdot 10^6$ молекул/см³ обеспечивает эффективное удаление монооксида углерода.

Очистка газов от SO_2 производится водяным туманом с получением сернистой кислоты с подщелачиванием воды и дальнейшей очисткой по известковому процессу [1].

При улавливании пыли водяной туман играет роль подвижного парообразного молекулярного сита, сепарирующегося на стенке аппарата в пленке воды вместе с захваченными частицами пыли.

Список литературы

1. Защита атмосферы от промышленных загрязнений. Справочник. Часть 1 / Под ред. С. Калверта и Г.М. Инглунда. — М.: Металлургия, 1988. — С. 216-217, 323-324.