

УДК 535.373 + 541.141

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ОРИЕНТИРОВАННОЙ ПОДГОТОВКИ И ПЕРЕПОДГОТОВКИ КАДРОВ В ОБЛАСТИ НАНОТЕХНОЛОГИЙ

Зенькевич Э.И.

Белорусский национальный технический университет

Безух Б.А., Никитенко П.Г.

Представительство Международной инженерной академии в Республике Беларусь

Федотов А.К.

Белорусский государственный университет

Минск, Беларусь

В настоящем сообщении представлено современное определение нанотехнологии как области исследований и разработок, а также выделены принципиальные свойства нанобъектов. Анализируется развитие нанотехнологий на данный момент в мире и в Беларуси. Предлагаются возможные пути по развитию специального нанотехнологического образования и решению стратегической задачи – созданию национальной программы обучения в тех областях nanoиндустрии, которые развиваются в республике, с целью формирования единой технологической культуры нового поколения.

К настоящему времени в мировой практике (в том числе и в Беларуси) отмечается значительный прогресс в разработке и изучении функциональных наноструктур с использованием различных материалов и подходов. По своей сути и на основании решения Европейской академии технологических исследований и Британской Королевской инженерной академии [1], *нанотехнологии* – это совокупность процессов, позволяющих создавать и изучать устройства и материалы на атомарном, молекулярном или макромолекулярном уровне с размерами ≤ 100 нм, свойства которых существенно отличаются от таковых для более крупных структур. *Принципиальными свойствами* наноструктур являются самоорганизация «снизу-вверх» и специфическая зависимость физико-химических характеристик таких объектов от их размеров (так называемые квантово-размерные эффекты). Эта область исследований, являясь развитием естественных наук и основой технологической революции XXI века, становится предметом фундаментальных и технологических исследований. Она включает несколько стремительно развивающихся направлений наноинженерии и нанотехнологий и открывает множество перспективных приложений в нанoeлектронике и нанoфотонике (оптические волноводы, лазеры, фотовольтаика, вычислительные гейты в квантовых компьютерах) и нанобиотехнологиях (нанокапсулирование лекарств, фотодинамическая терапия онкозаболеваний, нанодиагностика, нанобиосенсорика, биомаркеры, биочипы и т.д.), связанных прежде всего с улучшением качества жизни людей. За последние 10 лет в для этого направления характерен экспоненциальный рост зарубежных и отечественных публикаций.

Нанотехнологии приобретают все большую экономическую значимость, в том числе становясь глобальным фактором инновационного развития, формирования рынка изделий, товаров и услуг, включая подготовку специалистов. Например, в России в соответствии с Президентской инициативой от 24.04.2007 «Стратегия развития nanoиндустрии» (пр. № 688) стремительными темпами создаются надотраслевая научно-образовательная и производственная сферы с целью построения нового технологиче-

ского базиса экономики страны в ближайшие 10-15 лет, а к 2012 г. планируется подготовка 100-150 тыс. специалистов в этой области с привлечением государственного и частных капиталовложений. Основное внимание в этом вопросе уделяется междисциплинарному характеру такой подготовки, где вместе с общим уровнем знаний для всех традиционных специальностей (физики, химики, материаловеды, электронщики и т.д.) требуется профессиональная компетенция в междисциплинарных исследованиях и, безусловно, в области квантово-размерных эффектов [2].

Применительно к Беларуси также требуется адекватная реакция в виде принятия срочных мер по развитию специального образования в области нанотехнологий. При этом необходимо учитывать две особенности существующей нанотехнологической отрасли науки и промышленности. *С одной стороны*, в нашей республике уже шестой год действует национальная программа «Нанотехнологии и наноматериалы» с ежегодным бюджетом около \$1 млн. (учреждения НАН Беларуси, Министерства образования, Министерства здравоохранения в форме заданий по различным программам и отдельных проектов). Продвигать достижения белорусских ученых помогает и действующая с 2010 года – совместная программа НАН Беларуси и Российского космического агентства «Нанотехнологии Союзного государства» (финансирование белорусской стороны составит более \$10 млн., для сравнения – бюджет Российской корпорации нанотехнологий РОСНАНО составляет около \$5 млрд.). По данным организации Tomson Scientific, по совокупному цитированию Беларусь занимает в области нанокристаллов 20-е место, фотоники в целом – 16-е место, а в области фотонных кристаллов – 6-е место в мировом рейтинге [3]. Таким образом, в республике существует устойчивая тенденция по развитию фундаментальных и прикладных исследований, а также инновационных разработок, связанных с созданием новых нанотехнологий и наноматериалов, что обусловлено высоким уровнем развития науки в целом, наличием высокотехнологичных, наукоемких производств, сохранившимися плодотворными связями с учеными стран ближнего и дальнего зарубежья, где нанотехнологическое направление интенсивно финансируется и развивается. *С другой стороны*, в Беларуси к настоящему времени не сформирована целостная система передачи полученных научных результатов от ученых к промышленности, а также система подготовки и переподготовки кадров, которые обеспечили бы опережающее развитие нанотехнологического направления (в науке, технике, технологии) и быстрое внедрение результатов этого развития в хозяйство республики.

На данный момент можно лишь констатировать, что этот процесс нанообразования не стоит на месте, однако решение этой проблемы носит пока не связанный и не сбалансированный характер. При этом акцент должен быть направлен на мультидисциплинарное фундаментальное образование, для чего необходимо создание оригинальных спецкурсов, спецпрактикумов, магистерских образовательных программ. С учетом вышеизложенного можно полагать, что основные функции ВУЗов республики, способных проводить научно-образовательную и инновационную деятельность в сфере nanoиндустрии, должны быть ориентированы на решение двух взаимосвязанных задач:

- интеграция научной и образовательной деятельности на всех уровнях высшего и послевузовского профессионального образования с целью выполнения исследований и разработок, соответствующих мировому уровню;
- обеспечение взаимодействия с академическими и отраслевыми секторами науки, включая привлечение ученых и специалистов к образовательной деятельности.

Все это в целом должно способствовать решению *стратегической задачи* – созданию национальной программы обучения в тех областях nanoиндустрии, которые развиваются в республике, с целью формирования единой технологической культуры нового поколения и подготовки необходимого количества дипломированных специалистов

различного уровня. В этом плане экономически целесообразным представляется объединение усилий ведущих ВУЗов республики (прежде всего, Белорусского национального технического университета, Белорусского государственного университета, Гродненского государственного университета, Белорусского государственного технологического университета, где исследования в области нанотехнологий уже ведутся), заинтересованных учреждений НАН Беларуси и представительства Международной инженерной академии в Республике Беларусь (как потенциального генерального менеджера) по проведению научных исследований, подготовки и переподготовки кадров в области наук о наносистемах, наноматериалах и нанотехнологии и для обеспечения истинной междисциплинарности образования по этим направлениям.

Одним из возможных решений этой комплексной проблемы может быть создание Научно-учебного производственного Центра нанотехнологий (его принадлежность может быть коллегиально определена) с привлечением известных специалистов в нанонауке и нанотехнологиях из НАН Беларуси, ВУЗов республики и промышленности в качестве лекторов, преподавателей и соисполнителей научных и прикладных исследований. Практика России показывает, что в этом случае плодотворным оказывается также приглашение ведущих специалистов из ближнего и дальнего зарубежья [2]. Деятельность такого центра должны охватывать следующие принципиальные моменты:

1. Разработка и экспертиза программ и стандартов по многоуровневой подготовке специалистов в тех областях и направлениях nanoиндустрии, потребность в которых актуальна в Республике Беларусь.

2. Системная подготовка и переподготовка кадров соответствующей квалификации в различных областях nanoиндустрии и инновационной деятельности в области нанотехнологий.

3. Непрерывное генерирование новых, продуктивных, инновационных идей для возможной реализации результатов научных изысканий в хозяйстве страны.

4. Организация условий для разработки и реализация этих идей в виде прототипов изделий, материалов, технологий, программных продуктов и т.д.

5. Создание комплексных учебно-научных малобюджетных лабораторий для решения конкретных задач с возможным привлечением финансов и научно-экспериментальной базы предприятий и фирм (в том числе и иностранных).

6. В перспективе – создание центра коллективного пользования для проведения совместных исследований, реализации разработок с возможностями широкой образовательной и инновационной деятельности.

Создание такого Центра позволит оптимизировать затраты на развитие и поддержание нанотехнологического направления в науке и промышленном производстве, поскольку позволит организовать подготовку дипломированных специалистов высокой квалификации различного уровня и доводить новые научные идеи по нанотехнологическому профилю до прототипов изделий, материалов, технологий, программных продуктов и т.д.

1. TheRoySoc. Nanoscience and Nanotechnology. The Royal Society and The Royal Academy of Engineering. (2004) – URL <http://www.nanotec.org.uk/final/>.
2. Иванов А., Корляков А., Лучинин В., Таиров Ю. Профессионально-ориентированное кадровое обеспечение nanoиндустрии. Nanoиндустрия, №4, с.76-81 (2009).
3. Гапоненко С.В. Нанофотоника: состояние и перспективы. Наука и инновации, №1 (71), с. 14-16 (2009).