

УДК 621.9: 378.147

Л.М. Мурзин

ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В ПРОВИНЦИАЛЬНОМ ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ: ИЛЛЮЗИИ И РЕАЛЬНОСТЬ

В работе представлен дискуссионный материал на тему целесообразности и возможности проведения экспериментальных исследований в области сложных наукоемких направлений в рамках образовательной программы подготовки специалиста-технолога в техническом ВУЗе, имеющем ограниченные финансовые возможности в части оснащения лабораторной базы соответствующих учебных дисциплин сложным и дорогостоящим исследовательским оборудованием.

Ключевые слова: нанотехнология, стратегия образования, технология машиностроения.

Введение. Постановка задачи

Прежде чем разобраться в проблематике научно-исследовательской деятельности, проводимой в высшем учебном заведении в области сложных наукоемких дисциплин, по моему мнению, следует задаться несколькими вопросами, относящимися к сфере организации учебного процесса в высшей школе. Среди них:

обязательно ли для преподавателя ВУЗа проведение собственной научно-исследовательской работы (НИР);

какой смысл следует вкладывать в понятие «собственная НИР», и, в частности, обязательно ли проведение собственных экспериментальных исследований для преподавателя технического ВУЗа в рамках направления его учебной специализации и в соответствии с учебным планом;

должен ли, например, преподаватель кафедры технологии машиностроения, занимающейся подготовкой специалистов по обработке резанием, проводить собственные научные экспериментальные исследования в областях науки и техники, требующих сложного и дорогостоящего исследовательского оборудования, в частности, в области нанотехнологий.

Ведь, может быть, преподавателю этой кафедры достаточно быть в курсе новых научных идей в упомянутой сфере науки и практики, а разработкой соответствующих идей должны заниматься такие учреждения, как научно-исследовательские институты Академии наук или специализирующиеся в профильной отрасли ведомственные НИИ?..

И, кроме того, может ли конкурировать преподаватель периферийного (нестоличного) ВУЗа, располагающего устаревшими техникой и лабораторным оборудованием, с ученым академического НИИ, имеющим современное оборудование для проведения исследований, в результативности таковых научных исследований, их новизне и научной ценности – вот краткий перечень вопросов, постараться ответить на которые, в контексте современных реалий, является целью данной статьи.

Пути решения поставленных задач

Сформулированная во введении проблематика касается, прежде всего, исследований в отраслях, связанных с такими сложными наукоемкими современными технологиями, как нанотехнологии, электрофизические методы обработки, порошковая металлургия и т.п.

Например, показателен российский пример, когда в области нанотехнологий *только ведущие* ВУЗы – МГУ, МГТУ и лишь некоторые другие – вошли в число 50 членов-участников национальной нанотехнологической сети (ННС) Российской Федерации, тогда как головными организациями по отдельным направлениям стали Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт» (по нанобиотехнологиям), ФГУП «ЦНИИ конструкционных материалов «Прометей» и «Технологический институт сверхтвердых и новых углеродных материалов» (оба – по конструкционным материалам), а также ФГУП «Центральный научно-исследовательский институт химии и механики имени Менделеева» (нанотехнологии для систем безопасности) и «Научно-исследовательский институт физических проблем имени Лукина» (нанoeлектроника). Так же обстоят дела и по другим наукоемким направлениям, ориентированным на использование современного (как правило, дорогостоящего) научно-технологического оборудования для проведения исследований на мировом уровне новизны.

Говоря в этом контексте об Украине, следует отметить, что на сегодняшний день развивается соответствующая поддержка нанотехнологий: есть профильная национальная программа, появились первые наноцентры и специальности в ВУЗах, проходят отраслевые выставки и конференции.

О перспективах развития, в частности, нанообразования можно, среди прочего, узнать по публикациям в научных журналах. Так, в выпускаемом с 2008 г. Украинским материаловедческим обществом «Віснику УМТ», 2008, № 1 (1) в статье доктора технических наук (на сегодняшний день – заместителя директора Института проблем материаловедения НАН Украины, члена-корреспондента НАНУ) А. В. Рагули [1] еще тогда были приведены минимальные необходимые меры для последующей успешной реализации нанотехнологий в Украине.

Речь тут, в частности, идет о постановке ключевой двуединой задачи: развить образование в области нанотехнологий и надлежащим образом технически переоснастить соответствующие лаборатории.

Также говорится о создании Государственной мультидисциплинарной программы «Нанонауки и нанотехнологии» и выделении на нее через Фонд фундаментальных исследований на ближайшие 5 лет средств в размере 150–170 млн. грн./год.

Перспективно, кроме того, выглядят и дальнейшие конкретные предложения: «В ведущих ВУЗах Украины организовать подготовку студентов по курсам «Наноматериалы», «Нанотехнологии» и создать 3-4 первоклассно оснащенных совместных (МОН–НАНУ) учебно-научных центра (например, в Киеве, Харькове, Донецке и Львове) для подготовки магистров, специализирующихся по материаловедению и нанотехнологиям. В бюджет каждого центра положить не менее 20 млн. грн./год, из которого не менее 80 % будет расходоваться на оборудование и обустройство обучения и научно-исследовательского дела. Купить и выпустить учебники по специальности «Нанонауки и нанотехнологии».

Вместе с тем, вышеприведенная фраза, по моему мнению, контрастирует с акцентом *в целом* на роли образования и подготовки специалистов в вышеозначенном направлении: «Подготовка кадров средней, высокой и высшей квалификации имеет наибольший приоритет среди всех задач нанотехнологий на этом этапе». В связи с этим следует определиться, на реализацию какой стратегии направлена Государственная программа: широкое и массовое распространение нанообразования или же на *избирательную* подготовку специалистов именно по данному направлению?..

Избирательный подход был бы вполне логичен, если бы нанотехнологии планировались для внедрения в отдельных элитных отраслях народного хозяйства, в которых работает ограниченное количество трудоспособного населения страны – но ведь на сегодняшний день дисциплина «нанотехнология» вводится в учебные планы, например, по специальности «технология машиностроения», имеющей одно из наиболее массовых применений в экономике, а именно выпуск специалистов по направлению «инженерная механика» (куда как составляющая входит и специальность «технология машиностроения»), который проводится во всех регионах и охватывает как столичные ВУЗы, так и провинциальные.

Следовательно, организация ограниченного количества первоклассных центров нанообразования, по моему мнению, приведет к формированию контингентов специалистов, имеющих различный уровень подготовки – когда выпускники провинциальных ВУЗов будут иметь заведомо низшую квалификацию по сравнению со столичными (некоторые из проблем преподавания дисциплины «нанотехнология» в провинциальном техническом ВУЗе, в частности, отражены в нашей статье [2]).

Следует также отметить, что лекционный курс по самой сложной и наукоемкой дисциплине может быть освоен и выполнен практически в любом ВУЗе, однако вызывает затруднения раздел «*Принципы и перспективы развития нанотехнологий*», имеющий специфические особенности при оценке этих перспектив в различных отраслях техники и практического применения в народном хозяйстве. Так, в настоящее время применение и перспективы развития нанотехнологий, в частности, в технологии машиностроения имеют весьма неопределенные очертания, ведь никто из идеологов этих технологий не высказал сколь-нибудь определенное мнение в соответствующей сфере знаний и практических применений. Более того, даже близкие нанотехнологам принципы создания макроконструкций по стратегиям «сверху–вниз» и «снизу–вверх» вначале должны быть адаптированы к той или иной конкретной области машиностроения, специализирующейся на решении соответствующих определенных задач народного хозяйства.

Анализ различных прогнозов развития науки, техники и технологий в XXI веке (в частности, японского), а также профильных научно-технических публикаций, тематики защищаемых диссертаций и научно-технических проектов, как и конкретных предложений ученых-технологов позволяют сформулировать основные направления дальнейшего развития непосредственно технологии машиностроения. К ним можно отнести следующие:

- совершенствование и оптимизация существующих и разработка новых наукоемких и комбинированных технологических методов обработки заготовок;
- технологическое достижение (закономерно, изменяющегося) оптимального уровня качества поверхности детали, исходя из её того или иного функционального назначения;

– создание высокоточных прецизионных технологий, позволяющих обеспечивать точность обработки порядка 10 ангстрем.

Исходя из этих задач, применение нанотехнологий в технологии машиностроения можно условно разделить на несколько групп, из которых наиболее перспективным, на наш взгляд, является создание технологий:

– нанесения нанопокровов на металлорежущие инструменты с целью повышения целого ряда их характеристик;

– итоговой обработки поверхностей заготовок высокого качества с применением высокоточных прецизионных нанотехнологий.

В этом контексте следует, вместе с тем, отметить, что внедрение специализированного курса нанотехнологий является очень затратным предприятием, которое невозможно без надлежащей подготовки соответствующих преподавателей. И в качестве логического вывода тут кстати будет привести слова генерального директора корпорации «АСКОН» Александра Голикова: «Путь один – инвестиции в переподготовку и внедрение новых технологий, борьба за качество и эффективность образования. Здесь работы не на одно десятилетие!»...

Теперь же рассмотрим перспективы организации лабораторного курса по нанотехнологиям в рамках учебной программы провинциального ВУЗа с ограниченными финансовыми возможностями приобрести необходимое лабораторное и экспериментальное оборудование. Уместно, в частности, напомнить о стоимости лишь некоторых приборов, необходимых для проведения соответствующих лабораторных занятий. Среди них, например, сканирующий зондовый микроскоп (СЗМ) «ФемтоСкан»[3], который в настоящее время стоит 1084029 руб. (при условии поставки со склада в Москве). А программа для обработки изображений и управления СЗМ «ФемтоСкан Онлайн», которую можно использовать как самостоятельный продукт для обработки данных, полученных на других – зондовых, оптических, электронных – микроскопах, имеет стоимость 39 тыс. руб. за первую лицензию и по 13 тысяч за последующие (так как в поставку с СЗМ включена только одна).

В свою очередь, компания ЗАО «НТ-МДТ» предлагает для образовательного процесса прибор «NanoEducator-СЗМ» [4] (именно такими учебными приборами комплектуются лабораторные классы в институтах). Это оборудование позволяет организовывать для студентов старших курсов лабораторные работы по основам сканирующей зондовой микроскопии. В частности, на базе упомянутого прибора реализованы основные методики СЗМ, а в комплект поставки также включены образцы, учебники, лабораторные практикумы и химическая лаборатория для заточки зондов. Речь о том, что для оснащения лабораторного практикума эта компания может предложить специализированный набор оборудования, классифицируемый как *учебно-научный комплекс* и включающий в себя 5 рабочих мест учащихся и одно – преподавателя, а также научно-исследовательскую лабораторию «SolverNext». При этом в состав каждого рабочего места учащегося входят: прибор «NanoEducator»; электронный контроллер; компьютер со специализированным программным обеспечением для управления прибором и обработки получаемых данных; набор зондов и аксессуаров; установка для заточки зондов; учебник по зондовой микроскопии, руководство пользователя и методический лабораторный практикум. Стоимость такого класса составляет порядка 180 тыс. евро (с учётом НДС).

И даже приобретение исследовательского оборудования типа настольного сканирующего электронного микроскопа серии «Phenom G2» (голландского

производства), предлагаемого к продаже ООО «Мелитэк» [5], потребует расходования значительных средств, которыми, как правило, не располагает провинциальный ВУЗ.

Следовательно, рядовой ВУЗ не может позволить себе покупку такого дорогостоящего оборудования, а поэтому представляется логичной модификация лабораторного курса нанотехнологий применительно к возможностям *каждого* ВУЗа. Такими модификациями, в частности, могут быть:

- ознакомительные практикумы на основе видеоматериалов;
- экспериментальные работы по исследованию изображений нанообъектов и рельефов поверхностей на основе фотографий.

Технически возможна и организация эксперимента в режиме он-лайн на удаленном микроскопе столичного ВУЗа (однако на сегодняшний день это практически нереально по причине отсутствия у рядового ВУЗа необходимых финансовых средств на покупку соответствующего программного обеспечения).

Выводы

Таким образом, можно сделать неоднозначные выводы о перспективах дисциплины «нанотехнологии» в аспекте подготовки специалистов по направлению «инженерная механика». Если с теоретической подготовкой в рамках этого курса особых проблем не намечается, то с подготовкой владеющих навыками применения нанотехнологий специалистов-практиков рядовой региональный ВУЗ, скорее всего, на сегодняшний день не сможет справиться.

С моей точки зрения, пока что также остается неоптимистичной оценка и неопределенными перспективы применения полученных знаний в сфере практического машиностроения, которое охватывает масштабное производство различных продуктов потребления и в чьи подразделения идет основная масса выпускников по специальности «технология машиностроения».

Кроме того, не имея в своем распоряжении современного наукоемкого оборудования, нельзя рассчитывать на получение результатов, отличающихся научной новизной и актуальностью для практики.

Именно по этой причине исследования, проводимые в слабо оснащенных материально провинциальных ВУЗах, как правило, смещаются в область математического моделирования сложных технологических проблем, подменяя (или заменяя) им реальные физические эксперименты. Вследствие этого результаты таких исследований являются в большей степени имитацией научной новизны или содержат элементы новых научных идей, высказанных в виде математических моделей, внедрение которых в практику и технику практически невозможно.

Поставленным проблемам, по нашему мнению, требуются дальнейшие комплексные анализ и выработка соответствующих окончательных решений – с учетом в том числе и высказанных автором замечаний и предложений.

У роботі представлено дискусійний матеріал на тему доцільності й можливості проведення експериментальних досліджень в області складних наукомістких напрямків у рамках освітньої програми підготовки фахівця-технолога в технічному ВНЗ, що має обмежені фінансові можливості в частині оснащення лабораторної бази відповідних навчальних дисциплін складним і дорогим дослідним устаткуванням.

Ключові слова: нанотехнологія, стратегія освіти, технологія машинобудування.

The discussion material about feasibility and possibility of the experimental researches in the field of complex high-tech areas as part of the educational program of specialist training technologies in the technical institute of highest education, which has limited financial

capabilities of the equipment of laboratory facilities relevant subjects of the complex and expensive research equipment has been presented in this paper.

Keywords: *nanotechnology, education strategy, mechanical engineering technology.*

1. Рагуля А. В. Как обустроить развитие нанонаук и нанотехнологий в Украине на перспективу до 2020 года // Вісник Українського матеріалознавчого товариства. – 2008. – № 1 (1). – С. 29–37.
2. Мурзин Л. М. Инновации в подготовке специалистов в аспекте инвестиций в нанотехнологии // Труды V Межрегиональной научно-практической конференции «Взаимодействие вузов и промышленных предприятий для эффективного развития инновационной деятельности» (24–25 апреля 2009 года, г. Волжск). – Волжск: ВолГТУ, 2010. – С. 70–74.
3. АТС «ФемтоСКАН. Омега» [Эл. регистр. Режим доступа: http://www.nanoscopy.net/rus/products/probe_inicroscopes/inicroscope.shtm].
4. NT-MDT. Нанофабрика под ключ [Эл. регистр. Режим доступа: <http://www.ntmdt.ru/smi/view/nanofabrika-pod-klyuch>].
5. Научно-производственная фирма «ООО «Мелитэк» [Эл. регистр. Режим доступа: <http://www.melytec.ru>].