

# Высокие технологии и стандарты высшего образования

Валерий Устюжанинов, д.т.н., профессор ВлГУ

Владимир Крылов, д.т.н., профессор ВлГУ, [krylov@vpti.vladimir.ru](mailto:krylov@vpti.vladimir.ru)

*В условиях очевидной, постоянно возрастающей конкуренции на рынке высоких технологий все большую роль принимает развитие интеллектуальной составляющей инновационных процессов, так как исключительно финансовая и материально-техническая поддержка научных исследований сегодня уже не способны привести к успеху. Именно поэтому высшей школе необходимо как можно скорее приступить к реализации принципов и методологии опережающего обучения, т.е. развития навыков и умений «видеть перспективу». Исходя из собственной практики, авторы призывают коллег к усилению деятельностной компоненты обучения, как основы образовательного процесса, и, в частности, к разработке перечня типовых задач по каждой учебной дисциплине в составе федеральной и вариативной части.*

Предстоящее внедрение нового поколения федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования происходит на фоне беспрецедентного всплеска интенсивности научных исследований в области электроники, наноструктур и нанотехнологий. Характерной особенностью современного состояния теории и практики в этом секторе высоких технологий является явное преобладание ожидаемых достижений по отношению к полученным результатам теоретических исследований и решений прикладных задач [1]. Другой особенностью является очевидное «размывание» условных границ различных областей науки и технологий, когда физическая сущность явлений макромира рассматривается преимущественно на уровне квантовых свойств электронной и решеточной подсистем наноструктурных объектов: наночастиц, нанокластеров и наноагрегатов. Элементы феноменологического и эвристического подхода также характерны для современного этапа экспериментальных исследований в рассматриваемой области.

Указанные особенности отражают отставание теоретической базы и практическое отсутствие аналитических моделей для синтеза наноструктур с заданными свойствами. Преодоление существующего разрыва между теорией и практикой в области нанотехнологий может быть обеспечено только на базе нового мышления, способного не только познать специфику квантово-механического представ-

ления энергоинформационных процессов в масштабах наноструктурных агрегаций, но и продуцировать адекватное формально-математическое описание основных закономерностей формирования физических характеристик наноструктур.

Анализ состояния проблемы приводит к некоторым историческим аналогиям. Известно, что современные информационные технологии получили стимул для своего развития в середине семидесятых годов прошлого столетия, когда микропроцессор и цифровые способы обработки, передачи, преобразования и хранения информации стали общедоступной реальностью. Это стало возможным в результате технологических достижений в области микроэлектроники. Известно также, что отечественная отраслевая наука и промышленность по разным, часто субъективным, причинам оказалась не конкурентоспособной в сфере передовых интегральных технологий. Последствия этого этапа развития отечественной электроники можно наблюдать в настоящее время в различных областях техники и технологий. Попутно уместно заметить, что в настоящее время ситуация усугубляется отсутствием отечественных технологий и технологического оборудования в виде автоматизированных комплексов для производства печатных плат высоких классов и сборки и монтажа печатных узлов. Это позволяет классифицировать сложившуюся ситуацию, как реальную угрозу «электронной» безопасности страны с неясными перспективами ее устранения.

Ожидаемые результаты развития нанотехнологий и, особенно, наноэлектроники по своим масштабам и последствиям, естественно, превзойдут достигнутый уровень развития электроники и информационных технологий. По этой причине повторение негативного опыта становления отечественной электроники на новом технологическом, точнее, квантово-механическом, уровне может привести к практически полной потере национальных приоритетов. Такие перспективы обуславливают необходимость анализа системы подготовки кадров, прежде всего по направлениям высшего профессионального образования [2].

Решение глобальных задач требует оценки временных характеристик процессов. Применительно к проблемам нанотехнологий и наноэлектроники необходимо учесть длительности периодов обучения, «дозревания» и активной профессиональной деятельности. Сумма этих показателей дает представление о перспективах реализации образовательных программ и национальных проектов. Следует учесть, что для реализации основных положений квантовой теории в рамках атомных проектов потребовалось несколько десятилетий. С момента открытия различных наноструктурных форм существования вещества до разработки технологических решений и применений прошло не менее 20–25 лет. Это означает, что «инкубационный период», т.е. время с момента введения образовательных стандартов и программ до практического

«выхода» научно-технической продукции составит не менее 15—20 лет.

Такой период ресурсного обеспечения национальных проектов в области высоких технологий необходим лишь для поддержания существующего уровня. При современных мировых темпах роста интеллектуальных, технических и финансовых затрат в разработки высоких технологий, финансовая и материально-техническая поддержка научных исследований в настоящее время не является достаточным условием достижения поставленных целей. Необходимым условием представляется реализация принципов и методологии опережающего обучения, т.е. развития навыков и умений «видеть перспективу». Иными словами, в условиях очевидной и возрастающей конкуренции на рынке высоких технологий необходимо развивать и стимулировать интеллектуальную составляющую инновационных процессов.

Упомянутые проблемы научно-технологической перестройки ведущих отраслей знаний и прикладных технологий в современный период и на ближайшую перспективу характеризуют условия предстоящего введения нового поколения федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО). Особая значимость подобных документов, определяющих цели, методику и мотивацию подготовки специалистов по каждому направлению (чему, как и зачем учить?) в современной системе знаний очевидна. Столь же очевидно, что предлагаемая многоуровневая подготовка специалистов неоднозначно воспринимается научно-педагогическим сообществом высших учебных заведений. Наряду с традиционным консерватизмом, усиленным неопределенным общественным статусом и социально-экономическими условиями труда профессорско-преподавательского состава ВУЗов, осознание необходимости отказа от сложившихся стереотипов мышления и освоения новых разделов знаний при отсутствии реальных стимулов приведет к замедлению процессов перехода на новые образовательные стандарты. Положение значительно усложняется с учетом практического отсутствия притока молодых ученых в ряды преподавательского корпуса.

Первоначальное видение проблемы развития высоких технологий как сугубо финансовой или технико-экономической при более глубоком анализе трансформируется в проблемы подготовки научно-педагогических кадров и материально-технического обеспечения образовательных программ. Переход от классических представлений и описаний процессов и явлений в рамках существующих технологий к описаниям и моделированию квантово-механических эффектов в нанокластерах, как основы нанотехнологий, сопряжен с необходимостью решения проблем психологического характера. Можно предполагать, что не для всех участников образовательного процесса подобные проблемы окажутся разрешимыми, что приведет к некоторому сокращению активной части преподавательского состава.

Решение проблемы подготовки и переподготовки научно-педагогических кадров в области высоких технологий может быть найдено путем реализации нескольких принципов. Наиболее важные из них:

- применение различных видов дополнительного стимулирования, включая материальное, активной научно-образовательной деятельности преподавателей в виде разработки учебно-методических комплексов, образовательных мультимедийных кейсов, дидактических материалов, авторских программ, публикации статей, перспективных теоретических разработок, фундаментальных исследований и т.п.;

- разработка и внедрение нового положения о системе непрерывного повышения квалификации научно-педагогических кадров по очной-заочной форме и присвоения квалификационных категорий по результатам централизованного рассмотрения авторских материалов проблемно-постановочной, методической, теоретической и прикладной направленности, опубликованных на специальном сайте, например, на сайте электронной библиотеки свободного доступа по адресу <http://window.edu.ru/window> или сайте учебно-методического объединения по образованию в области радиотехники, электроники, биомедицинской техники и автоматизации (УМО) по адресу <http://www.eltech.ru/education/umo/index.htm> с обязатель-

ным использованием ИНТЕРНЕТ-системы «АНТИПЛАГИАТ» (<http://www.antiplagiat.ru/>);

- организация периодических семинаров — совещаний, в том числе ИНТЕРНЕТ-конференций, вебинаров и ИНТЕРНЕТ-форумов, по актуальным проблемам подготовки кадров и развития нанотехнологий в различных отраслях промышленности с целью координации образовательных программ и концентрации интеллектуальных ресурсов на перспективных направлениях развития промышленных нанотехнологий;

- организация новых специализированных периодических изданий, в том числе ИНТЕРНЕТ-проектов, или дополнительная специализация существующих для обобщения и распространения опыта эффективной организации учебного процесса и подготовки кадров.

В условиях значительного дефицита времени и жесткой конкуренции на формирующемся рынке нанотехнологий инерционность процесса становления широкомасштабного учебно-научно-технологического направления не соответствует динамике развития и формирования мировых достижений. Эта реальность должна стимулировать развитие не только массовых образовательных программ и учреждений, но и специализированных (элитарных) научно-образовательных центров, подтверждающих свой статус результатами разработки перспективных технологий. Предлагаемый подход не исключает возможности развития сети специализированных корпоративных образовательных центров с участием научно-исследовательских организаций и передовых предприятий отрасли, как способа быстрого реагирования на изменения вектора поляризации мировых достижений. Очевидная гибкость образовательного процесса в рамках корпоративных институтов сопряжена с возможностью более тесной связи проблемных вопросов прикладных нанотехнологий с теоретическими основами учебных курсов.

Рассмотренные положения позволяют оценить перспективы и ожидаемую эффективность предстоящего внедрения новых ФГОС ВПО применительно к области нанотехнологий. Принципиальной особенностью их

является расширенная вариативная часть, содержание и атрибуты которой определяются образовательным учреждением, и введение критериальных параметров оценки уровня подготовки в виде перечня навыков и умений в сфере профессиональной деятельности. Из проектов ФГОС ВПО следует усиление деятельностной компоненты обучения, как основы образовательного процесса. В практическом плане это положение приведет к необходимости разработки перечня типовых задач (ПТЗ) в рамках профессиональной деятельности специалиста по каждому направлению и уровню подготовки.

Можно предполагать, что основной проблемой внедрения новых образовательных стандартов подготовки кадров в области нанотехнологий и для смежных направлений будет формирование ПТЗ по каждой учебной дисциплине в составе федеральной и вариативной части. Определяющее значение такого документа обусловлено его ролью квалификационной характеристики специалиста, т.е. многокритериальной оценки качества образовательного процесса, отражающей уровень мировых достижений в области теоретических основ и промышленных нанотехнологий, уровень квалификации профессорско-преподавательского состава, тенденции развития мировой науки на ближайшую и отдаленную перспективу. Перечень типовых квалификационных задач целесообразно рассматривать как динамически реконфигурируемую информационную структуру в многомерном пространстве критериев. Периодическая модификация ее, вследствие изменения соотношений между различными составляющими вектора мировой тенденции развития теории и технологий, является необходимым условием согласования векторов подготовки кадров и научно-технологического прогресса.

Введение векторных представлений для многомерного образовательного и нанотехнологического пространства позволяет сформулировать условия и принципы оптимизации образовательного процесса. Для этого во многих случаях достаточно рассмотреть предельные соотношения для пространств совпадающих мерностей. В частности, противоположная на-

правленность векторов образования и технологий, при любых соотношениях их модулей, означает отсутствие точек взаимодействия между сферами образования и практики, например, когда специалист в области юриспруденции занимается расчетом эффективной плотности состояний для нанокластера. Совпадение пространственной ориентации векторов с различными модулями интерпретируется как совпадение тенденций развития образования и технологий при явном отставании теории от практики или наоборот. Полное совпадение векторов в фиксированный момент времени означает гармонизацию отношений теории с практикой.

Диалектика высоких технологий образования и нанотехнологий проявляется в несовпадении пространственно-временного положения соответствующих векторов, что и служит стимулом развития образовательных технологий, в случаях отставания их от результатов решения прикладных задач, либо стимулом для развития промышленных технологий в условиях отставания практических результатов от теоретических оценок. При этом значительные различия векторных характеристик свидетельствуют о тенденции рассогласования многокритериальных процессов образования, развития теоретических основ и разработки более совершенных нанотехнологий. В рамках используемого понятийного аппарата оптимизация образовательного процесса предусматривает определение оптимального уровня рассогласования векторов образования и технологий, когда сохраняются стимулы к совершенствованию процессов без угрозы появления необратимого разрыва между теорией и практикой. Решение такой задачи предусматривает проведение анализа для каждой компоненты векторов и назначения допусков на пределы их изменений. Реализация подобных процедур является одним из вариантов многомерной свертки, определяющей границы допустимых изменений положения векторов в образовательно-технологическом пространстве, обеспечивающих взаимное стимулирование развития образования и технологий.

Очевидно, процедуры полномасштабной реализации и практического применения векторных моделей

образовательных процессов могут оказаться чрезмерно трудоемкими и затратными, что стимулирует широкое использование возможностей современных информационных технологий для оптимизации моделей, визуализации количественных характеристик и автоматизации процедур получения количественных оценок. Упрощение алгоритмов оптимизации образовательного пространства с учетом системы критериев качества может быть обеспечено путем декомпозиции оптимизационной задачи в общей постановке на конечное множество частных задач пониженной сложности. В практическом плане это означает, что перечень типовых задач направления или специализации поддерживается набором перечней для каждой учебной дисциплины в составе федеральной и вариативной части образовательного стандарта. Счетное множество частных задач в составе перечней по каждой дисциплине учебного плана образует матрицу компетенций специалиста.

Рассматриваемый подход обеспечивает взаимно-однозначное соответствие между многомерными векторами образования по каждому направлению, дисциплинарными векторами и матрицей компетенций. Это позволяет установить причинно-следственные связи при рассогласовании векторов образования и технологий с точностью до отдельных элементов матрицы компетенций, что создает предпосылки для оперативного изменения и коррекции дидактических материалов по отдельным дисциплинам учебного плана. Таким образом, обеспечивается адаптация учебных планов, программ и методических материалов к задачам профессиональной деятельности специалистов с учетом результатов мониторинга мировых достижений в сфере высоких технологий.

Предлагаемая концепция совершенствования образовательной деятельности в области высоких технологий характеризуется высокой степенью формализации, обеспечивающей возможность ее реализации методами компьютерных информационных технологий. В соответствии с ней, особенности профессиональной подготовки отображаются матрицей компетенций, размерность которой соответствует количеству частных и

комплексных задач, решаемых специалистом на профессиональном уровне. Семантика элементов такой матрицы определяет особенности специальности и профессиональную ориентацию специалиста. Применение аппарата теории множеств для анализа матриц компетенций различных образовательных программ в сочетании со стандартными средствами компьютерной математики позволяет определять не только качественные, но и количественные различия образовательных программ различных направлений и специализаций. Введение количественной меры в интеллектуальную среду образовательного пространства является одним из способов совершенствования образовательного процесса в области высоких технологий. Возможные последствия «перехода на цифру» в сфере образовательных технологий можно прогнозировать, учитывая современное состояние информационных технологий, как результат введения меры единичного количества информации в теории информации.

Возможности формально-математического анализа уровня качества учебно-методического обеспечения подготовки специалистов расширяются при использовании процедур ранжирования частных показателей — компонентов многокритериальных векторов качества образования по уровням значимости. Это упрощает алгоритмы получения оценки соответствия образовательного процесса современному состоянию и перспективам развития высоких технологий. Процедуры ранжирования могут быть реализованы на основе соглашений относительно значений весовых коэффициентов для различных частных критериев, или с учетом результатов анализа состояния основных направлений развития высоких технологий.

Возрастающая степень формализации расширяет возможности и целесообразность применения математических методов для сравнительного анализа качества учебно-методических документов и, в конечном итоге, уровней качества профессионального образования. В частности, для решения задач рассматриваемых классов возможно использование метода последовательного применения критериев с уступками.

Введение процедур ранжирования позволяет сократить размерность задач интеллектуального анализа, рассматривать различные «срезы» объекта исследования и определять основные причинно-следственные связи.

Рассматриваемая концепция динамического равновесия уровней образования, науки и прикладных технологий, основанная на многокритериальных оценках и векторном представлении состояния соответствующих областей, отличается возможностью получения количественных и качественных критериев сравнительного анализа методического обеспечения и образовательных программ для различных направлений. Это позволяет сформулировать цели и задачи подготовки профессиональных кадров в терминах прикладных или исследовательских задач, решаемых специалистами в процессе профессиональной деятельности. Принципиальной особенностью и новизной такого подхода является возможность отображения новых результатов и тенденций в области теоретических исследований и прикладных технологических достижений на образовательный процесс. Такая возможность обеспечивается соответствующей коррекцией перечня типовых задач и матрицы компетенций. Объективная необходимость существенной коррекции такой документации является основанием для организации новых специализаций.

Практическая реализация концепции векторной оптимизации образовательного процесса требует решения ряда задач. Одна из них предусматривает оптимальное распределение объема образовательного пространства, определяемого количеством академических часов для федеральной и вариативной частей. Этот объем равен произведению числа типовых задач в составе перечня по каждому направлению на количество часов, приходящихся, в среднем, на одну задачу. В другом масштабе объем образовательного пространства определяется по характеристикам матрицы компетенций. Задача оптимизации распределения временных ресурсов образовательного процесса сводится к модификации перечня задач направления, т.е. определению количества и содержания типовых задач, отражающих состояние прикладных технологий на ближайшую перспек-

тиву. Содержание и ресурсное обеспечение матрицы компетенций и соответственно учебных курсов в составе федеральной и вариативной частей ФГОС определяется в результате нахождения оптимального в реальном времени варианта отображения перечня задач направления на матрицу компетенций.

Особенностью рассматриваемой концепции в рамках ФГОС ВПО по различным направлениям подготовки является возможность организации прямых связей между задачами профессиональной деятельности и профессионального образования. Существование взаимно-однозначного соответствия между целями образования и средствами их достижения является необходимым условием гибкой реконфигурации образовательного процесса, обусловленной динамикой развития высоких технологий. Появление новых задач профессиональной деятельности исследовательского или прикладного содержания в рамках такой организации подготовки сопровождается внесением соответствующих изменений в программы обеспечивающих дисциплин математического и естественно-научного, а также профессионального цикла в составе основной образовательной программы направлений подготовки. Существование понятной для всех участников образовательного процесса мотивации необходимости таких изменений способствует осознанной и качественной реализации их в масштабах одной или нескольких учебных дисциплин.

Объективная необходимость введения многоуровневой подготовки высшего профессионального образования обусловлена возрастающим разрывом между возможностями традиционных технологий подготовки специалистов узкого профиля, когда значительная часть затраченных на образование ресурсов не оправдывается результатами практической деятельности специалистов, и задачами развития высоких технологий в различных областях промышленности. Рассмотренный на концептуальном уровне вариант реализации многоуровневой подготовки (бакалавр, магистр, специалист) подразумевает существенные изменения организационно-методических основ образовательного процесса. Представляется необходимым повышение

значимости, соответствующего стимулирования и контроля различных форм самостоятельной подготовки обучающихся, как одного из основных условий адаптации к профессиональной деятельности.

Более того, в условиях рыночной экономики и взаимодействия с предприятиями, организациями и учреждениями различных форм собственности возрастает роль индивидуального подхода к обучению и воспитанию специалистов. Среди различных способов реализации такого принципа наиболее эффективным представляется разработка развивающих вариантов упражнений, задач, заданий и проектов с учетом личностных качеств, способностей и наклонностей обучающихся.

Подготовка специалистов в области высоких технологий, помимо пересмотра ряда концептуальных положений, обуславливает необходимость использования более динамичных способов информационного обеспечения, включая информационные ресурсы INTERNET, современные информационные технологии и методы компьютерной математики. В современных условиях повышается значимость научно-технических журналов и специализированных ИНТЕРНЕТ-порталов (<http://www.russianelectronics.ru/>, <http://www.elinform.ru/>, <http://www.nanonewsnet.ru/>, и др.), как источников оперативной информации для совершенствования образовательного процесса. Одним из эффективных способов совершенствования системы подготов-

ки кадров является переход на новый уровень координации деятельности и объединения усилий различных образовательных учреждений и заинтересованных промышленных предприятий и организаций по всем аспектам подготовки кадров для наукоемких технологий. Интересные предложения в этом направлении подготовлены Российской Ассоциацией разработчиков и производителей электроники (<http://www.russianelectronics.ru/>), которая с момента своей организации в 2007 году в число своих приоритетов включила образовательную компоненту.

В качестве примера нового уровня взаимодействия можно рассматривать предложения по сотрудничеству, полученные в ходе реализации инновационной образовательной программы в рамках национального проекта «Образование» Владимирским государственным университетом от фирмы MYDATA — признанного мирового лидера в области технологии поверхностного монтажа. Эти предложения, с одной стороны, учитывают интересы владельца интеллектуальной собственности — учебных курсов, программ и т.п. Кстати, оценивается эта интеллектуальная собственность достаточно высоко и охраняется лицензионными соглашениями. С другой стороны, в соответствии с европейскими стандартами предлагается цивилизованный алгоритм «подтягивания» российских образовательных учреждений до уровня этих стандартов, включая информационную поддержку сертифицированных специалистов в режиме дистанционного обучения и, что немаловажно, периодическую (раз в год) повторную сертификацию подготовленных с участием фирмы специалистов. Иначе говоря, фирма и сотрудничающие с ней образовательные учреждения гарантируют не только уровень подготовки специалиста, но и соответствие этого уровня научно-техническому прогрессу, который, как известно, на месте не стоит.

Предварительную информацию о деятельности фирмы MYDATA в направлении подготовки специалистов в области поверхностного монтажа читатели могут получить на русскоязычных страницах сайта проекта MYSMТ по адресу <http://www.mysmt.org/rdefault.aspx>. Подробности сотрудничества ВлГУ с фирмой MYDATA и ее эксклюзивным представителем в России — НПФ ДИПОЛЬ — в следующих публикациях авторов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Устюжанинов В.Н. *Нанoeлектроника: проблемы техники и проблемы кадров, Производство электроники: технологии, оборудование и материалы.* — М.: ИД «Электроника», 2007, № 2. — С. 29—32.
2. Крылов В.П. *Подготовка конструкторов-технологов для производства электроники: взгляд с вузовской кафедры, Производство электроники: технологии, оборудование и материалы.* — М.: ИД «Электроника», 2006, № 6. — С. 12—17.