

УДК 378+531/534

**ОТ СПЕЦИАЛЬНОСТИ «МЕХАНИКА» К НАПРАВЛЕНИЮ
«МЕХАНИКА И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»**

© 2012 г.

А.К. Любимов

Нижегородский госуниверситет им. Н.И. Лобачевского

ljubimov@mm.unn.ru

Поступила в редакцию 06.06.2012

Обсуждаются вопросы подготовки специалистов-механиков в классических университетах и перехода к двухуровневой системе образования. Анализируется становление подготовки студентов по направлению «Механика» в Нижегородском университете.

Ключевые слова: специальность «Механика», квалификация «Механика», направление «Механика», направление «Механика и математическое моделирование», бакалавр, магистр, специалист.

Введение

Происходящие в последние два десятилетия в российском образовании процессы, направленные на интеграцию его в общеевропейское образовательное пространство, учёт изменений в структуре промышленного комплекса страны требуют от образовательного сообщества значительных усилий для того, чтобы российское образование сохранило свои позиции в подготовке специалистов с высшим образованием.

В настоящее время во многих классических университетах России ведётся подготовка специалистов в области механики. Становление университетского образования по данному направлению связано с именами многих выдающихся советских и российских ученых-механиков. Сохранение и развитие образования по данному направлению с учётом происходящих в обществе процессов представляет важную задачу, решение которой требует осмысления пройденного пути, достигнутых результатов.

Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского – один из ведущих классических университетов России – начиная с 30-х годов прошлого столетия осуществлял подготовку специалистов-механиков, которые обладали качественной математической подготовкой, умением решать прикладные задачи с использованием современных подходов.

**1. Подготовка специалистов нового типа
в области механики**

Механика – наука о механическом движении материальных тел и происходящих при этом взаимодействиях между телами. Она включает в себя такие основные разделы, как аналитиче-

ская механика, механика тел переменной массы, биомеханика, теория устойчивости, теория колебаний, теория автоматического регулирования, теория машин и механизмов, теория упругости, теория пластичности и ползучести, механика сыпучей среды и грунтов, механика разрушения, динамика жидкостей, газовая динамика и др. Современная техника неотделима от механических форм движения и опирается на использование этих форм. Механика является научной основой развития практически всех областей техники.

Подготовка высококвалифицированных кадров в области механики, ее инженерных приложений всегда являлась важнейшей задачей государства.

В 1914 г. в России действовали 15 высших технических заведений с числом студентов 23329 чел., готовивших инженеров, в том числе инженеров-механиков, а также 10 императорских университетов с числом студентов 35695 чел.

Физико-математические факультеты императорских университетов готовили в основном преподавателей для высших и средних учебных заведений. Основные разделы механики составляли неотъемлемую часть образования, прикладные аспекты не рассматривались. Срок обучения составлял 4 года, и выпускники, как правило, становились учителями математики и физики в средних учебных заведениях: гимназиях, реальных училищах, кадетских корпусах. По статусу реальное училище и гимназия были равноправны, но в действительности реальное училище было более престижно и социально значимо. Программа реальных училищ была значительно сложнее, чем в гимназиях. Реальные училища были ориентированы на подготовку в высшие учебные заведения будущих

кадров для научно-технической, медицинской, юридической и финансово-экономической деятельности.

Вопросы подготовки специалистов, владеющих обширными знаниями в области фундаментальных наук и в то же время умеющих применять их для решения прикладных задач, начали активно обсуждаться в инженерном сообществе и научных кругах России в начале XX века. Мировая война, революции сильно затормозили данный процесс. Только в 1918 году был организован физико-механический факультет в Политехническом институте в Петербурге, который и стал первым успешным опытом подготовки подобных специалистов.

В конце 20-х – начале 30-х годов прошлого столетия в СССР проходил процесс индустриализации промышленности, коллективизации сельского хозяйства, что требовало обеспечения народного хозяйства квалифицированными инженерными кадрами. В связи с этим проходила бурная дискуссия о том, какого инженера, т.е. специалиста с высшим техническим образованием, должна готовить отечественная высшая школа. Дискуссия в основном шла о выборе одного из вариантов организации высшего технического образования. В качестве первого варианта предлагалось в высшей школе вести подготовку инженеров «широкого» профиля, а «доводить» его до профессиональной «кондиции» уже непосредственно на предприятии. Согласно второму варианту в высшей школе предполагалось осуществлять подготовку «узких» инженеров под запросы конкретной отрасли, готовых к выполнению своих профессиональных обязанностей на предприятии. По результатам дискуссии был принят второй вариант развития высшего технического образования в стране. Государство тем самым сосредоточивало в высших технических учебных заведениях как подготовку, так и аттестацию инженерных кадров.

Вместе с тем продолжался процесс развития системы подготовки специалистов нового типа в области механики, которых С.П. Тимошенко называет инженерами-исследователями и которые ориентированы преимущественно для занятия научно-исследовательской работой в заводских лабораториях, научно-исследовательских организациях и высших учебных заведениях [1]. В их подготовку включался значительно больший объем знаний в области фундаментальных наук – математики, физики. При формировании программы подготовки подчёркивалось, что математические методы исследования играют определяющую роль при изучении явлений ме-

ханического движения и предоставляют исследователю чрезвычайно широкие возможности для решения разнообразных задач механики. Однако задачи механики не сводятся только к задачам прикладной математики. Переход от реальных конструкций, различных процессов механического движения к созданию их математических моделей, получению аналитических и численных решений, подчиненных формальным правилам математики, есть только одна из сторон научного исследования в задачах механики. Исследователи называют этот первый шаг умением поставить (сформулировать) задачу. Другая сторона, обязательная для научного исследования по механике, включает возвращение от абстракции к опыту, от теории к эксперименту, анализу поведения реальных конструкций, протекающих процессов механического движения. Всё большее понимание среди специалистов находило положение о том, что механика состоит не только из уравнений, но и также из определения механического смысла параметров этих уравнений, самих уравнений, что любая механическая модель, отражающая действительность, должна содержать в себе базовые эксперименты, позволяющие определить входящие в нее параметры и функции.

Обсуждавшиеся проблемы достаточно полно и образно изложены в статьях известного ученого-кораблестроителя, успешно сочетавшего теоретическую и прикладную деятельность, академика АН СССР А.Н. Крылова [2–4].

В многих классических университетах страны, как правило на физико-математических факультетах, была организована подготовка специалистов такого типа в области механики. Так, в Московском университете на отделении механики в начале 50-х годов прошлого столетия подготовка специалистов осуществлялась по шести специализациям: теоретическая механика, прикладная механика, волновая механика, теория упругости, теория пластичности, аэродинамика и гидромеханика. К 1974 г. в СССР подготовка специалистов по специальности «Механика» велась более чем в 20 университетах (число обучавшихся 4.3 тыс., приём 1 тыс. чел.).

В дипломе, выдаваемом Государственной экзаменационной комиссией по итогам обучения и защиты дипломной работы, указывалось, что выпускник университета окончил его по специальности «Механика» и ему присвоена квалификация «Механик». Отметим, что выпускникам технических вузов до 1993 г. присваивалась квалификация «Инженер», например «Инженер-механик», что как бы определяло принадлежность к инженерному сословию. Таким образом, с учетом того, что квалификация

Таблица 1

Предметы	Семестры								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Число учебных часов в неделю								
Аналитическая геометрия	6	5							
Анализ	8	8	7	4					
Высшая алгебра	4	4							
Дифференциальные уравнения			4	4					
Теоретическая механика		6	4	4	3	3			
Физика			5	4	5	2	2		
Дифференциальная геометрия			4						
Функции комплексного переменного					6				
Уравнения математической физики						4	4		
Теория вероятностей									4
Вариационное исчисление					2				
Гидромеханика				2	3	3			
Газовая динамика							2	2	
Теория упругости и пластичности					3	3			
Теория колебаний							2		
Сопротивление материалов					4				
Астрономия (описательная)	4								
История механики									4

(от лат. *qualis* — какой по качеству и *facio* — делаю) есть степень и вид профессиональной обученности работника, наличие у него знаний, умения и навыков, необходимых для выполнения им определённой работы, различались и цели подготовки специалистов в области механики в классических университетах и в технических институтах.

Анализ учебного плана (МГУ, 1956 г.) подготовки специалистов по специальности «Механика» (табл.1) указывает на наличие значимого блока математических дисциплин и блока дисциплин, относящихся собственно к механике [1].

Учебный план программы по специализации «Теория упругости» включал следующие предметы: углубленный курс сопротивления материалов, статика и динамика сооружений, теория пластин и оболочек, двумерные задачи упругости, вариационные методы в теории упругости, устойчивость упругих систем, колебания упругих систем, распространение нелинейных волн, экспериментальные методы волновой механики и фотоупругость.

В отличие от учебных планов технических специальностей здесь отсутствуют дисциплины проектно-конструкторской направленности, хотя имеются дисциплины прикладного характера, например сопротивление материалов, теория колебаний и некоторые другие.

Обучение по специальности «Механика» велось в соответствии с примерными учебными планами, которые разрабатывались в Министерстве высшего и среднего специального образования СССР. Можно отметить, что содержание учебных планов до начала 80-х годов

оставалось достаточно стабильным. Планы включали в себя следующие основные блоки: социально-экономических дисциплин, физико-математических дисциплин, специальных дисциплин и лабораторий по специальности. Список предметов, входящих в блок специальных дисциплин, определялся возможностями и направлениями исследований конкретного университета, а список предметов, входящих в остальные блоки, был фиксирован.

Существенным фактором, определявшим качество подготовки специалистов, являлись курсовые работы и дипломная работа. Выполнение курсовых работ начиналось с третьего курса, и работа представляла самостоятельное исследование, тематика которого определялась направлением научно-исследовательских работ кафедры и научного руководителя. Дипломная работа, являясь завершающим этапом в подготовке специалиста, была связана с изучением специальной литературы по теме исследования и решением какой-либо прикладной или теоретической задачи.

В целом уровень подготовки специалистов-механиков в классических университетах соответствовал требованиям народного хозяйства. Это во многом определялось сформировавшейся в СССР при решении крупных научно-технических проблем научной школой в области механики, яркими представителями которой являлись академики АН СССР И.И. Артоболевский, А.Ю. Ишлинский, М.В. Келдыш, В.В. Новожилов, Ю.Н. Работнов, Л.И. Седов, член-корреспондент А.А. Ильющин и многие другие.

2. Государственные образовательные стандарты

Понятие государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования (ГОС ВПО) впервые было введено законом РФ «Об образовании» в 1992 г. В 1994–1996 гг. было разработано первое поколение ГОС ВПО. В соответствии с федеральным законом «О высшем и послевузовском профессиональном образовании» в 2000 г. были введены в действие ГОС ВПО второго поколения. В 2009–2010 гг. были утверждены и введены в действие федеральные государственные образовательные стандарты (ФГОС) высшего профессионального образования третьего поколения.

Государственные образовательные стандарты первого поколения были подготовлены не только по специальности «Механика» из группы естественно-научных специальностей, но и по направлению «Механика» подготовки бакалавров и магистров из направления «Естественные науки и математика». Кроме того, с учетом интересов высших учебных заведений подготавливаются стандарты по направлению «Механика. Прикладная математика» подготовки бакалавров и магистров из группы естественных наук и математики.

В разработке стандартов, помимо Главного управления образовательно-профессиональных программ и технологий Министерства образования РФ, приняли непосредственное участие по циклу фундаментальных и специальных дисциплин – научно-методический совет по математике и механике УМО университетов (председатель совета – декан мехмата МГУ, чл.-корр. РАН, профессор О.Б. Лупанов), по циклу естественно-научных дисциплин – экспертный совет по естественно-научному образованию, по циклу общих гуманитарных и социально-экономических дисциплин – экспертный совет по гуманитарному и социально-экономическому образованию.

В конце 80-х годов прошлого столетия решением Министерства высшего и среднего специального образования СССР в системе высшего образования были созданы учебно-методические объединения вузов как государственно-общественные объединения, призванные коллективно решать вопросы стратегического развития образования, выбора направлений реформирования системы образования, разработки государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования и их учебно-методического обеспечения. На базе Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова было создано учебно-

методическое объединение университетов СССР (ныне УМО по классическому университетскому образованию). В 2010 г. в состав УМО по классическому университетскому образованию входило более 80 государственных университетов России. Деятельностью УМО руководит совет УМО, формируемый из ректоров классических университетов, входящих в УМО, и председателей учебно-методических советов по группам родственных специальностей и направлений. В перерывах между пленумами совета УМО руководство деятельностью осуществляет президиум совета УМО, избираемый на пленуме совета.

Разработанные и внедренные стандарты включали в себя:

- требования к уровню подготовки выпускников, в том числе общие требования к образованности, требования к знаниям и умениям по циклам дисциплин;
- характеристику сферы и объектов профессиональной деятельности;
- минимум содержания основных образовательных программ (ООП);
- максимальный объем учебной нагрузки.

Университетам предоставлялось право:

- Изменять объем часов, отводимых на освоение учебного материала: для циклов дисциплин – в пределах 5%, для дисциплин, входящих в цикл, – в пределах 10% без превышения максимального объема недельной нагрузки студента и при сохранении минимального содержания, указанных в данной программе;
- Устанавливать объем часов по дисциплинам циклов общих гуманитарных и социально-экономических дисциплин (кроме иностранного языка и физической культуры), общих математических и дисциплин естественно-научного цикла при условии сохранения общего объема часов данного цикла и реализации минимума содержания дисциплин;
- Осуществлять преподавание общих гуманитарных и социально-экономических дисциплин в форме авторских лекционных курсов и разнообразных видов коллективных и индивидуальных практических занятий, заданий и семинаров по программам (разработанным в самом вузе и учитывающим региональную, национально-этническую, профессиональную специфику, а также и научно-исследовательские предпочтения преподавателей), обеспечивающим квалифицированное освещение тематики дисциплин;
- Устанавливать наименование специализаций с последующим утверждением учебно-методическим объединением университетов (отделение математики и механики). Наименование дисциплин специализации, их объем и

содержание устанавливались высшим учебным заведением.

Введённые стандарты первого поколения стали, несомненно, существенным шагом вперёд по сравнению с предыдущим состоянием. При их разработке уже в определенной мере учитывалось мнение университетского сообщества в лице УМО, впервые вводилась подготовка бакалавров и магистров, определялись требования к подготавливаемым специалистам. Кроме того, появилось новое направление подготовки «Механика. Прикладная математика», призванное учесть активное развитие такой области, как вычислительная механика, усилить интерес школьников к специальности механика.

Вместе с тем принятые и вступившие в действие стандарты обладали рядом существенных недостатков. Подготовка бакалавров по направлениям «Механика», «Механика. Прикладная математика» осуществлялась практически по одним и тем же планам и требованиям, что и подготовка по специальности «Механика». Уменьшались только объемы часов дисциплин специализации, которые для специалистов читались на пятом курсе. Учебные планы подготовки по специальности «Механика», направлениям «Механика», «Механика. Прикладная математика» практически полностью совпадали для первых четырех курсов. Одной, и возможно основной, причиной этого явилось непонимание и неприятие работодателями и преподавательским сообществом бакалавров как специалистов определенного уровня.

В стандарте процесс получения магистерского диплома рассматривался как неразрывная шестилетняя программа обучения по данному направлению. Действительно, пункт 1.2 стандарта магистра формулировался следующим образом: «Форма обучения очная. Нормативный срок обучения – 6 лет. Академическая степень – "Магистр" по направлению 510300 "Механика". Подготовка магистров ведется на основе бакалавров по направлению 510300 "Механика". Настоящий стандарт согласован с Общими требованиями к обязательному минимуму содержания и уровню подготовки бакалавра по направлению 510300 "Механика"». Программа подготовки специалистов формально оказывалась не связанной с программой подготовки магистра.

В соответствии с федеральным законом «О высшем и послевузовском профессиональном образовании» в 2000 г. были введены в действие ГОС ВПО второго поколения. Подготовка этих стандартов проходила в иных условиях, чем подготовка стандартов первого поколения. Во-первых, во многих вузах был накоплен зна-

чительный опыт реализации программ подготовки бакалавров и магистров наряду с подготовкой специалистов; во-вторых, разработка стандартов второго поколения была полностью поручена соответствующим УМО. Министерство образования РФ в лице Управления образовательных программ и стандартов высшего и среднего профессионального образования оставило за собой только контролирующую роль. В частности, разработкой стандартов второго поколения по специальности «Механика», направлениям подготовки бакалавров и магистров «Механика», «Механика. Прикладная математика», а также по специальности «Математика», направлениям подготовки бакалавров и магистров «Математика», «Математика. Прикладная математика», «Математика. Компьютерные науки» занимался Научно-методический совет по математике и механике Учебно-методического объединения университетов РФ (председатель НМС – О.Б. Лупанов).

Необходимо отметить, что в период разработки стандартов в Западной Европе активно шёл процесс, который в дальнейшем привел к Болонской декларации о формировании единого европейского пространства высшего образования, что оказало определенное влияние на содержание создаваемых стандартов.

При обсуждении подготавливаемых стандартов на Научно-методическом совете по математике и механике было принято решение о том, что классические университеты должны иметь широкий спектр форм подготовки при сохранении фундаментальности обучения. В разрабатываемые учебные планы бакалавров, магистров и специалистов закладывалась следующая предпосылка: программа подготовки бакалавров является базовой и после ее освоения выпускник может приступить к освоению либо программы специалиста, либо программы магистра. Принятые решения оказались достаточно удачными и успешно реализовывались на практике до вступления в силу стандартов третьего поколения. Предложенные подходы в целом соответствовали идеям Болонского процесса. Как показывает анализ хода реализации Болонского процесса, в настоящее время во многих странах европейской зоны образования после получения степени бакалавра можно продолжить обучение либо в одногодичной магистратуре, либо в двухгодичной магистратуре.

Хотя новые стандарты предполагали некоторые преимущества при поступлении в магистратуру для выпускников бакалавриата по базовым направлениям, тем не менее в отличие от стандартов первого поколения открывались широкие возможности для мобильности – по-

Таблица 2

ФГОС-3		ГОС-1, ГОС-2		До принятия ГОС-1	
Фундаментальные математика и механика	Специалист	Механика	Специалист	Механика	Специалист
Механика и математическое моделирование	Бакалавр, магистр	Механика	Бакалавр, магистр		
		Механика. Прикладная математика	Бакалавр, магистр		

ступление в магистратуру предполагалось по результатам вступительных экзаменов.

Федеральные компоненты стандарта определяли: общие требования к ООП; требования к обязательному минимуму содержания ООП, к условиям их реализации, к итоговой аттестации и уровню подготовки выпускников; сроки освоения ООП; максимальный объем учебной нагрузки студентов. В дальнейшем НМС было создано полное учебно-методическое обеспечение стандартов (примерные учебные планы, примерные программы дисциплин профессионального цикла, фонды оценочных средств, требования к учебно-методическому и материально-техническому обеспечению образовательных программ). Деятельность НМС по математике и механике Учебно-методического объединения университетов РФ была направлена на выполнение задачи повышения качества российского образования и сохранения единого образовательного пространства.

В 2007–2009 гг. Министерство образования и науки РФ осуществило закупку проектов ФГОС ВПО третьего поколения по процедуре открытого конкурса. При таком подходе авторами ФГОС являются конкретные вузы, выигравшие конкурсы. В 2006 – 2009 гг. Министерство образования и науки предприняло ряд мер, чтобы ликвидировать созданную систему государственно-общественного управления и ослабить позиции учебно-методических объединений. В результате УМО были фактически отстранены от участия в подготовке стандартов. Учебно-методические объединения вузов России не получили поручения от Минобрнауки ни на разработку проекта ООП, ни на составление перечней профилей ООП бакалавриата, ни на проведение экспертизы проекта ООП и представленных профилей подготовки для согласования их между укрупненными группами специальностей.

В процессе разработки стандартов произошло изменение числа, а в ряде случаев и названий направлений подготовки бакалавров, магистров и специалистов. В таблице 2 представлена динамика структуры направлений и специальностей подготовки специалистов в области механики.

Подготовка проектов ФГОС-3 по указанным направлениям велась сотрудниками механико-математического факультета МГУ.

На содержание стандартов третьего поколения значительное влияние оказали внешние условия, а именно 19 сентября 2003 г. в Берлине на совещании министров образования стран Европы Российская Федерация присоединилась к Болонской декларации о формировании единого европейского пространства высшего образования, обязавшись до 2010 г. воплотить в жизнь основные принципы Болонского процесса.

Формирование общеевропейской системы высшего образования в рамках Болонского процесса основано на общности принципов функционирования высшего образования. Основные положения Болонского процесса сводятся к следующему: введение двухуровневого обучения; введение кредитной системы; контроль качества образования; расширение мобильности; обеспечение трудоустройства выпускников; обеспечение привлекательности европейской системы образования.

Образовательные стандарты третьего поколения, в отличие от стандартов предыдущих поколений, содержащих полный набор обязательных дисциплин с указанием точного количества часов их трудоемкости и дидактических единиц, носят рамочный характер. Меняется вся нормативная база в области структуры и содержания подготовки кадров, требования к подготовке выпускников формулируются в виде компетенций. Стандарты дают описание характеристик направления подготовки, области профессиональной деятельности выпускника (бакалавра, магистра, специалиста). Основу ФГОС составляют три группы требований – к условиям реализации ООП; качеству освоения ООП; структуре ООП.

Особенностями новых образовательных стандартов, существенно отличающими их от всех предыдущих, являются: компетентностный подход и ориентация на результат обучения, а не на содержание дисциплин; выражение трудоемкости циклов дисциплин в зачетных единицах европейского образца; активное участие представителей работодателей в разработке и экспертизе стандартов.

В новых стандартах все три программы: бакалавра (первый уровень), специалиста и магистра (второй уровень) – определяются как полностью самостоятельные, с отдельными вступительными испытаниями, итоговой аттестацией, лицензированием и аккредитацией. Выпускник любого непрофильного бакалавриата может сдать вступительные экзамены и на конкурсной основе поступить в магистратуру. Подчеркнём, что согласно ФГОС-3 бакалавр – это не промежуточная ступень в подготовке кадров, как это было раньше, а первый уровень подготовки кадров, то есть завершённое высшее образование.

В образовательных программах требования к результатам освоения основных образовательных программ определяются через компетенции (от лат. *competere* — соответствовать, подходить), т.е. способность применять знания, умения, успешно действовать на основе практического опыта при решении задач общего рода, также в определенной широкой области. Для оценки уровня усвоения знаний существуют хорошо освоенные методики в виде экзаменов, зачётов и т.п., а вот проблема оценки компетенций изучена недостаточно полно. С этой целью в 2011–2012 гг. реализуется проект 511135-TEMPUS-1-2010-1-ES-TEMPUS-JPCR “TUNING RUSSIA” «Создание сети центров Tuning в российских университетах», призванный предложить методологию разработки, реализации и оценки образовательных программ бакалавриата, магистратуры и аспирантуры для решения задач Болонского процесса на уровне университетов и предметных областей. Проект служит платформой для выработки университетами согласованных контрольных параметров, необходимых для обеспечения сопоставимости, совместимости и прозрачности программ.

В обсуждаемых стандартах требования к освоению программы формулируются в компетенциях, а последние, как правило, начинаются со слова «способность», например «способность создавать...». В то же время согласно определению, «способность — это *индивидуальное* свойство личности, являющееся субъективным условием успешного осуществления определённого рода деятельности. Способности не сводятся к имеющимся у индивида знаниям, умениям, навыкам. Они обнаруживаются в быстроте, глубине и прочности овладения способами и приёмами некоторой деятельности и являются внутренними психическими регулятивами, обуславливающими возможность их приобретения» (Википедия). С учётом данного обстоятельства при формулировке компетенций более обоснованным было бы применение термина «умение», понимаемого «как освоенный

субъектом способ выполнения действия, обеспечиваемый совокупностью приобретенных знаний и навыков. Формируется путём упражнений и создает возможность выполнения действия не только в привычных, но и в изменившихся условиях» (Википедия).

В числе компетенций, которые должен освоить выпускник, присутствуют важные компетенции, связанные с владением методами математического и алгоритмического моделирования при анализе проблем техники и естествознания, но отсутствуют компетенции, определяющие одну из важнейших составляющих образования специалиста в области механики – владение экспериментальными методами.

В стандартах недостаточно чётко сформулированы различия в целях подготовки бакалавров и магистров, то, что бакалавр не создатель, он исполнитель и готовится для выполнения конкретно сформулированных заданий, использования существующих разработок. Разработчиком, создателем новых моделей, методов и т.п. является магистр.

3. Подготовка специалистов-механиков в Нижегородском университете

Нижегородский народный университет был открыт 17 января 1916 г. В проекте учебного плана механического отделения физико-математического факультета Нижегородского городского народного университета были включены помимо математических дисциплин курсы «Статика, кинематика и кинетика точки и системы», «Гидростатика, гидродинамика и теория потенциала», «Термодинамика», «Теория машин» [5].

Декретом Совета народных комиссаров РСФСР от 22 мая 1918 г. был создан Нижегородский государственный университет (НГУ). В состав университета вошли физико-математический факультет, технические факультеты – механический, инженерно-строительный и др., образованные на базе подразделений Варшавского политехнического института, эвакуированного в Нижний Новгород в период Первой мировой войны. На указанных факультетах давалось техническое образование, велась подготовка инженеров для промышленности, строительства, транспорта, связи, сельского и лесного хозяйства. На механическом факультете работали кафедры сопротивления материалов, деталей машин, прикладной механики, читались курсы по прикладной механике (проф. Б.Г. Рождественский), сопротивлению материалов (Н.А. Семенов), деталям машин (П.И. Пискунов), гидравлике (проф. И.Ф. Чорба), паровым

котлам, паровым машинам и турбинам (проф. Б.М. Лампси), двигателям внутреннего сгорания (проф. Г.В. Тринклер), электротехнике и электрификации (преподаватель В.Л. Лычковский), техническим вычислениям (проф. А.Н. Кугушев), теории судна и проектированию грузоподъемных устройств (преподаватель Н.Н. Кабачинский), строительной механике судна (преподаватель Ковалев). Факультет имел ряд лабораторий и кабинетов, в том числе лабораторию испытаний материалов, кабинеты двигателей внутреннего сгорания, прикладной механики и мукомольных мельниц, судостроения, гидравлики и другие.

В связи с индустриализацией, происходившей в стране, в 1930 г. НГУ был расформирован и созданы 6 отраслевых институтов, в том числе инженерно-строительный, педагогический, машиностроительный, химико-технологический, сельскохозяйственный и медицинский.

В 1931 г. НГУ был воссоздан со следующими отделениями: физическое, механическое, ботаническое и зоологическое. После перехода в 1933 г. на факультетскую систему в его составе начал функционировать физико-математический факультет [6]. На механическом отделении факультета велась подготовка по специальности «Теория упругости и сопротивление материалов». В дальнейшем на физмате подготовка осуществлялась по ряду специальностей – математика, механика, астрономия, физика, работала кафедра теоретической механики и астрономии.

В 1935 г. на физико-математическом факультете выпускником МГУ доцентом А.Н. Марковым была создана кафедра теории упругости, организованы лаборатории сопротивления материалов, оптического метода изучения напряжений. В 1936 г. кафедра теоретической механики и астрономии делится на кафедру теоретической механики (зав. кафедрой доцент В.Ф. Котов) и кафедру астрономии (зав. кафедрой профессор К.К. Дубровский). В 1938–1939 гг. В.Ф. Котов создает аэродинамическую лабораторию, оснащенную двумя аэродинамическими трубами.

Сотрудники кафедры теории упругости вели общие курсы: сопротивление материалов, математическая теория упругости; специальные курсы: статика сооружений, техническое черчение, прикладная теория упругости, включающая курсы по теории оболочек, упругим колебаниям, деталям машин, строительной механики и некоторые другие.

В 1937 г. университет окончили 40 специалистов-механиков, в 1938 г. физико-математический факультет выпустил 15 специалистов-механиков (в том числе 8 «упругистов»). В 1949 г. на 1-й курс физмата было принято 75 студен-

тов (в том числе 50 математиков, астрономов и механиков, 25 физиков).

В сентябре 1953 г. кафедра теоретической механики и кафедра теории упругости объединяются в единую кафедру, которая стала именоваться кафедрой теоретической механики и теории упругости.

После воссоздания университета в 1931 г. произошли изменения в подготовке специалистов в области механики. Университет перестал готовить специалистов с техническим образованием и перешел на подготовку специалистов в области механики университетского профиля, которых С.П. Тимошенко называет инженерами нового типа или инженерами-исследователями [1]. Подготовка таких специалистов основывалась на углубленном и системном изучении фундаментальных наук – математики, механики, физики. Анализ учебных планов показывает, что университет в своей работе активно использовал учебные планы и программы МГУ. Этому способствовало и то обстоятельство, что заведующие кафедрами В.Ф. Котов, А.Н. Марков являлись выпускниками Московского университета. В этот период определились и две специализации подготовки специалистов по механике: теоретическая механика и теория упругости.

После разделения в 1959 г. физико-математического факультета на физический и механико-математический факультеты подготовка студентов по специальности «Механика» стала осуществляться только на механико-математическом.

В середине 60-х годов XX века начинается новый этап в развитии подготовки специалистов-механиков. В 1967 г. на работу в ГГУ переходит проф. А.Г. Угодчиков, специалист в области механики деформируемого твердого тела.

Развитие новых высоких технологий в машиностроении требовало решения прочностных и ресурсных проблем для широкого класса конструкций при нелинейном поведении материала (пластичности, ползучести) с учетом влияния температуры, нейтронных, лучевых и других воздействий, скорости деформирования. Указанные задачи могли быть решены только при следующих условиях:

- наличие качественных теорий, учитывающих основные факторы поведения материалов;
- функционирование экспериментальной базы для исследования термовязкопластических свойств материалов, определения соответствующих параметров и скалярных функций уравнений состояния;
- развитие эффективных численных методов и вычислительных систем на базе ЭВМ.

В июне 1968 г. была закрыта кафедра теоретической механики и теории упругости и на механико-математическом факультете начали

работать кафедра теории упругости и пластичности и кафедра теоретической механики.

Развитие новых направлений научных исследований потребовало значительного числа подготовленных специалистов, которые могли бы работать в качестве исследователей и применять свои знания к решению прикладных задач. Прием на первый курс по специальности «Механика» увеличивается до 50 человек.

Кафедра теории упругости и пластичности (зав. кафедрой проф. А.Г. Угодчиков) активно ведёт подготовку специалистов в области механики материалов и конструкций, владеющих современными численными методами и навыками работы на ЭВМ. Преподаватели кафедры совместно с сотрудниками организованного в 1975 г. НИИ механики читают традиционные курсы, разрабатывают новые специальные курсы, в том числе: применение методов теории функций комплексного переменного в теории упругости (А.Г. Угодчиков), модели упруго-пластических сред (Ю.Г. Коротких), нелинейные задачи пластин и оболочек (С.А. Капустин), оптимизация деформируемых систем (В.П. Малков), теория пластин и оболочек (В.А. Соболева), динамика и устойчивость пластин и оболочек (В.Г. Баженов), метод потенциалов в теории упругости (Н.М. Хуторянский), экспериментальные методы исследования в механике деформируемого твердого тела (В.В. Шабаров), математическое обеспечение ЭВМ (С.И. Ротков), вероятностные методы в строительной механике (Б.В. Трухин), надежность механических систем (А.К. Любимов).

В этот период формируется нижегородская научная школа механики деформируемого твердого тела и прочности конструкций под руководством профессора А.Г. Угодчикова. Наличие значительного числа высокопрофессиональных исследователей позволило готовить студентов на уровне, отвечающем всем требованиям того периода.

Кафедра теоретической механики осуществляла специализацию по теоретической механике. С конца 80-х годов кафедра полностью переходит на подготовку специалистов по прикладной математике.

В середине 70-х годов на механико-математическом факультете были сформулированы основные требования к специалистам-механикам университетского профиля, которые учитывали новые тенденции в развитии механики сплошных сред, вычислительной механики, а также потребности народного хозяйства [7]. В число основных требований входили: фундаментальность образования, адаптация образования под запросы потребителей, активное ис-

пользование ЭВМ, общность и гибкость образования, единство обучения и воспитательной работы. Основное назначение специалистов – работа в качестве исследователя в области механики и применение своих знаний к различным отраслям современной техники и смежным наукам.

В связи с началом подготовки специалистов по новой специальности «Прикладная математика» и созданием на факультете кафедры численного моделирования физико-механических процессов с 1983 г. прием на специальность «Механика» сокращается до 25 человек, а с 1988 г. кафедра теории упругости становится единственной выпускающей кафедрой по специальности «Механика» со специализацией «Механика формируемого твердого тела».

После принятия стандартов первого поколения в 1995 г. начинается подготовка бакалавров и магистров по направлению «Механика» с сохранением подготовки специалистов [8, 9]. Подготовка магистров ведётся по программе «Механика деформируемого твердого тела». Уже в 1997 г. состоялся первый выпуск магистров.

С учётом возможностей стандартов на механико-математическом факультете реализуется схема, при которой прием осуществляется на специальность «Механика», но на четвертом курсе студентам предоставляется выбор – либо перейти на программу подготовки бакалавра с дальнейшей возможностью продолжения обучения в магистратуре, либо продолжить обучение по программе специалиста [10]. Магистратура в этой схеме рассматривалась как этап подготовки научного работника с достаточно четкой ориентировкой на исследовательскую и преподавательскую деятельность, продолжение обучения в аспирантуре. Наличие высококвалифицированного коллектива из числа сотрудников кафедры, НИИ механики позволяло успешно и эффективно реализовывать все программы обучения.

С середины 90-х годов начинают проявляться негативные факторы, связанные со свертыванием различных областей промышленности, являющихся активными потребителями выпускников. Все большее число подготовленных специалистов начинает свою профессиональную деятельность в областях, мало связанных, а порой и вовсе не связанных с полученной квалификацией. При этом немаловажным оказывается то обстоятельство, что полученная системная подготовка в области фундаментальных дисциплин, информационных технологий позволяет выпускникам достаточно успешно адаптироваться в новых сферах деятельности.

Переход к стандартам второго поколения не потребовал внесения серьёзных изменений в организацию учебного процесса, т.к. новые стандарты развивали тенденции, заложенные в предыдущих. Вместе с тем были предприняты шаги по совершенствованию учебного процесса, повышению качества подготовки специалистов по экспериментальной механике и вычислительной механике. С этой целью к уже имеющейся программе «Механика деформируемого твердого тела» подготовки магистров была открыта программа «Компьютерная механика», которая была ориентирована на подготовку выпускников, уверенно владеющих современными профессиональными вычислительными комплексами в области механики.

В связи с появлением различных коммерческих профессиональных систем для решения задач механики с разнообразными функциональными возможностями и улучшенным пользовательским интерфейсом были предприняты попытки интеграции указанных систем в учебный процесс подготовки специалистов в области механики материалов и конструкций. В частности, после консультаций с представителями промышленности и при наличии собственного опыта использования других подобных систем была выбрана в качестве базовой система ANSYS, позволяющая решать обширный круг задач механики сплошной среды. Первоначально система использовалась в основном при подготовке дипломных работ. В дальнейшем по мере накопления опыта в ряд учебных курсов вводятся разделы, ориентированные на применение системы ANSYS для решения типовых задач. Создаётся лабораторный практикум на основе системы.

В 2005 г. в рамках участия университета в Национальном проекте «Образование» был приобретен лицензированный программно-аппаратный комплекс для численного моделирования задач механики сплошной среды, в состав которого входило ПО ANSYS Academic Research, ANSYS Multiphysics, ANSYS CFX, ANSYS ICEM. Для методической поддержки сотрудниками кафедры теории упругости и пластичности было подготовлено и издано учебное пособие «Применение системы ANSYS к решению задач механики сплошной среды» [11].

Для освоения студентами навыков экспериментальных исследований по механике были приобретены современные установки, позволяющие исследовать свойства материалов при переменном нагружении, – сервогидравлическая усталостная машина AMSLER HC 10, вибростенд Star 28, свойства полимеров – универсальная машина LR5KPlus, прибор для испытан-

ия методом падающего груза FDB 230, а также приборы для дефектоскопии. Все имеющиеся испытательные установки были модернизированы – съём, обработка и хранение данных испытаний выполняется с использованием персональных компьютеров. Издан лабораторный практикум по механике материалов и конструкций [12].

Реализация учебного процесса в соответствии с ГОС-2 позволила создать достаточно гибкую систему подготовки специалистов, учитывающую как запросы работодателей, так и пожелания студентов [13]. Анализируя статистику за 2000–2010 гг. о выпускниках, подготовленных в соответствии со стандартами второго поколения, можно сделать следующие выводы:

- в целом теоретическая и практическая подготовка соответствовала требованиям работодателей;
- востребованность программы подготовки специалиста превышала востребованность программы подготовки магистра;
- подготовка на уровне бакалавра не находила заинтересованности ни на уровне работодателей, ни в среде студентов и преподавателей.

Переход полностью на двухуровневую систему высшего профессионального образования (бакалавр, магистр) и введённые с 2011 г. федеральные государственные образовательные стандарты по направлению «Механика и математическое моделирование» потребовали решения многих новых организационных и методических проблем [14]. Особенно понадобилась модернизация самого образовательного процесса, его методического обеспечения. В соответствии со стандартом, реализация компетентного подхода должна предусматривать широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (семинаров в диалоговом режиме, компьютерного моделирования и практического анализа результатов, научных дискуссий, работы студенческих исследовательских групп, вузовских и межвузовских видеоконференций) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. Указанные требования вызывают необходимость разработки методического обеспечения, учитывающего новые формы ведения занятий [15].

Для перехода на новые стандарты были разработаны основные образовательные программы подготовки, в которых с учётом традиций, возможностей образовательного комплекса, включающего механико-математический факультет и НИИ механики, было определено содержание основных составляющих учебного процесса.

Были отобраны два профиля подготовки бакалавров – «Механика деформируемых тел и сред» и «Математическое моделирование и компьютерный инжиниринг». С учётом выбранных профилей существенным переработкам подвергся учебный план подготовки бакалавров, в частности набор учебных дисциплин профессионального цикла. Предусматривается введение новых курсов, таких как «Дискретизация пространственных областей», «Механика материалов», «Основы термодинамики и теплопередачи», «Прикладной тензорный анализ», изменяется последовательность изучения дисциплин механического профиля, несколько сокращается объем дисциплины «Математический анализ», более чётко выделяются модули подготовки, связанные с информационными системами в механике. Существенной переработке подверглись программы магистерской подготовки «Компьютерная механика», «Механика деформируемого твердого тела».

Для того чтобы предоставить обучающимся в пределах объема учебного времени, отведенного на освоение дисциплин по выбору, предусмотренных ООП, право самостоятельно формировать учебный план, разработаны образовательные траектории, которые предусматривают с учётом внутренних логических связей определенную цепочку курсов по выбору.

Большое внимание было обращено на организацию научно-исследовательской работы, являющейся одной из главных составляющих в формировании специалиста, умеющего самостоятельно проводить работы в профессиональной области. Предусматривается, что научно-исследовательская работа в бакалавриате будет начинаться с первого семестра третьего курса и вестись индивидуально под руководством научного руководителя.

Новая организация учебного процесса позволяет подготовить бакалавра по направлению «Механика и математическое моделирование» как специалиста определенного уровня. Такой специалист подготовлен к самостоятельной деятельности в профессиональной области. Конечно, уровень подготовки бакалавра, несомненно, ниже, чем уровень подготовки специалиста с пятилетним образованием, но тем не менее выпускник представляет собой вполне «завершенного» специалиста, способного решать стандартные задачи.

Изменение в статусе ННГУ – он с 2008 г. стал национальным исследовательским университетом – требует введения изменений в организацию подготовки магистров. Это касается не только организации учебного процесса, но в

большей степени ориентации на запросы высокотехнологичных предприятий, подготовку специалистов как для производственной, так и для научно-исследовательской деятельности.

Список литературы

1. Тимошенко С.П. Инженерное образование в России: Пер. с англ. Люберцы: Производственно-издательский комбинат ВИНТИ, 1997.
2. Крылов А.Н. Значение математики для кораблестроения // Вестник Академии наук. 1938. №7–8. С. 20–31.
3. Крылов А.Н. О подготовке специалистов // Вестник Академии наук. 1941. №9–10. С. 76–77.
4. Крылов А.Н. О кафедрах прикладных наук // Вестник Академии наук. 1932. №6. С. 7–12.
5. Хохлов А.Ф. Университет, рождённый трижды. История создания и становления Нижегородского университета. 2-е изд. Н.Новгород, 2001. 377 с.
6. Буреева Н.Н., Любимов А.К., Шуваев Д.Н. Мехмат ННГУ: Традиции и современность фундаментального механико-математического образования // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия Инновации в образовании. 2001. Вып.1 (2). С.112–117.
7. Угодчиков А.Г., Малков В.П., Шуваев Н.А. О некоторых принципах подготовки студентов-механиков университетского профиля // Сб. научно-метод. статей по теор. механике МВиССО СССР. Вып. 6. М., 1976. С. 51–57.
8. Долов М.В., Малков В.П., Постников И.С. Научные школы и магистратура. Проблемы перехода к многоуровневому высшему образованию // Сб. статей. Н.Новгород: Нижегород. ун-т, 1994. С. 73 – 77.
9. Малков В.П., Любимов А.К. О подготовке магистров механиков университетского профиля // IX региональная науч.-метод. конф. «Оптимизация учебного процесса». Тез. докладов. Н.Новгород: Нижегород. ун-т, 1994. С.7.
10. Любимов А.К., Шуваев Д.Н. Магистратура на механико-математическом факультете ННГУ // Материалы Всеросс. конф. «Магистратура в вузах России» 1999. М.: РУДН, 2000. С. 87–91
11. Применение системы ANSYS к решению задач механики сплошной среды. Практическое руководство / Под ред. проф. А.К. Любимова. Н. Новгород: Изд-во ННГУ, 2006. 227 с.
12. Лабораторный практикум по механике материалов и конструкций / Под ред. проф. А.К. Любимова. Нижний Новгород: Изд-во ННГУ, 2003. 360 с.
13. Любимов А.К. Национальный проект «Образование» как качественно новый этап в развитии кафедры теории упругости и пластичности // Труды итоговой научной конференции учебно-научного инновационного комплекса «Модели, методы и программные средства» (Н. Новгород, 27–30 ноября 2007 г.). Н.Новгород: Изд. ННГУ, 2007. С. 269–271.
14. Владимиров А.И. Об инженерно-техническом образовании. М.: ООО «Издательский дом «Недра», 2011. 81 с.

15. Инфанте Д., Кузнецов Ю.А., Любимов А.К. Oriented Methods (POM's) in education): Учебно-методические материалы. Н. Новгород: Изд-во ННГУ, 2007. С.124.
Руководство по внедрению проектно-ориентированных методов в образовании (Handbook on the Project-

FROM THE SPECIALITY «MECHANICS» TO THE AREA OF STUDIES «MECHANICS AND MATHEMATICAL MODELING»

A.K. Lyubimov

We discuss some issues of training mechanics at classical universities and the transition to a two-tier education system. The development of academic programs in the area of studies “Mechanics” at the University of Nizhni Novgorod is analyzed.

Keywords: speciality «Mechanics», qualification of a mechanic, area of studies «Mechanics», area of studies «Mechanics and Mathematical Modeling», bachelor, master, specialist.