

специалистов наукоемкого и культуроемкого производства;

- развитие способностей интегрировать, генерировать идеи из различных областей науки, отраслей производства, оперировать междисциплинарными категориями при решении сложных интегративных задач;
- обеспечение взаимосвязи планов подготовки и повышения квалификации преподавателей с технико-экономическими перспективами развития вуза, с отраслевыми и региональными потребностями в новых образовательных услугах;
- создание оптимальных условий для получения нового, более высокого уровня образования в соответствии с общественными интересами, а также с наклонностями и способностями личности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Буданов, В.Г. Синергетика коммуникативных сценариев // Синергетическая парадигма. Когнитивно-коммуникативные стратегии современного научного познания. – М.: Прогресс-Традиция, 2004. – С. 444–461.
2. Писарева, С.А. Междисциплинарность в современном пространстве педагогических исследований // Педагогические исследования и современная культура: сб. науч. ст. Всерос. интернет-конф., 22–25 апр. 2014 г. – СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2014. – С. 145–150.
3. Моисеев, Н.Н. Как далеко до завтрашнего дня... Свободные размышления, 1917–1993 / Н. Н. Моисеев. – М.: Экология и жизни, 2007. – 512 с.
4. Моисеев, Н.Н. Человек и ноосфера / Н.Н.Моисеев. – М.: Молодая гвардия, 1990. – 351 с.
5. Петрова, Г.И. Междисциплинарность университетского образования как современная форма его фундаментальности // Вестн. Том. гос. ун-та. Философия. Социология. Политология. – 2008. – № 3. – С. 7–13.
6. Интегративные основы инновационного образовательного процесса в высшей профессиональной школе / Л.И. Гурье, А.А. Кирсанов, В.В. Кондратьев [и др.]; под ред. В.В. Кондратьева. – М.: ВИНТИ, 2006. – 288с.
7. Столбов, В.Ю. Междисциплинарность как важный компонент современного инженерного образования // Вестн. ПНИПУ. Культура. История. Философия. Право. – 2015. – № 2. – С. 12–20.
8. Матушкин, Н.Н. Роль междисциплинарного компонента образовательных программ, реализующих компетентностную парадигму / Н.Н. Матушкин, И.Д. Столбова // Инновации в образовании. – 2010. – № 4. – С. 4–16.

Итак, принципиальные изменения в инженерном образовании, новые формы интеграции науки, образования и производства, возросшая потребность в специалистах с высоким уровнем профессиональной компетентности вызвали соответствующие изменения в системе подготовки и повышения квалификации преподавателей вузов.

Современная парадигма высшего образования обуславливает необходимость в специальной подготовке преподавательских кадров. Очевидно, что подготовка, интегрирующая технические, технологические и человековедческие знания в области педагогики и психологии и отвечающая требованиям инженерно-педагогической деятельности, нуждается в дальнейшем развитии методологии и теории.

Модернизация преподавания математики как важнейшей составляющей междисциплинарности в инженерном образовании

Нижегородский государственный университет имени Н.И. Лобачевского

В.И. Швецов

Немецкий центр исследований искусственного интеллекта (DFKI)

С. Сосновский

В статье рассматриваются результаты работы по проекту «Современные образовательные технологии преподавания математики в инженерном образовании России» программы Темпус, выполняемому консорциумом Европейских и Российских вузов. На основе анализа отечественного и европейского опыта предлагается методика модернизации преподавания математических дисциплин с целью повышения качества инженерного образования. Методика предполагает использование интеллектуальной системы электронного обучения.

Ключевые слова: математика в инженерном образовании, инженерное образование, математическая подготовка, модернизация программы, система электронного обучения, проект TEMPUS-METAMATH, математическое и инженерное образование.
Key words: mathematics in engineering education, engineering education, mathematical background, programme improvement, e-learning system, TEMPUS-METAMATH, mathematics and engineering education.

Российская система подготовки инженерных кадров имеет широкое признание. В советское время эта система образования была фундаментом успехов в космических исследованиях, тяжелой промышленности, строительстве и т.д. Экономический кризис 90-х и социальные преобразования привели к радикальным изменениям в российском высшем образовании. Недостаточное финансирование университетов, отток квалифицированных кадров и т.п., привели к ухудшению подготовки инженерных кадров в России. В начале XXI века начавшийся в России экономический рост обусловил высокий спрос на новое поколение инженеров, способных к модернизации экономики. Старая система подготовки инженерных кадров была не в состоянии в полной мере справиться с новыми проблемами, поэтому потребность в модернизации этого сектора была признана на политическом уровне. Можно выделить це-

лый ряд государственных мер, направленных на совершенствование высшего образования: принятие нового закона об образовании; дифференциация университетов с различными миссиями, включая соответствующие изменения в политике финансирования; реализация федеральных программ, нацеленных на улучшение образования; разработка новых государственных образовательных стандартов и т.д. Среди таких мер отметим разработку и утверждение Правительством Российской Федерации 24.12.2013 № 2506-р «Концепции развития математического образования в Российской Федерации», в которой, в частности, отмечается, что без высокого уровня математического образования невозможны выполнение поставленной задачи по созданию инновационной экономики, реализация долгосрочных целей и задач социально-экономического развития Российской Федерации.



В.И. Швецов



С. Сосновский

Математика является фундаментальной основой всего спектра учебных планов подготовки инженерных кадров. В настоящее время в высшем инженерном и естественнонаучном образовании России остро стоит проблема качества математической подготовки. Опыт преподавания классических математических дисциплин на младших курсах университета позволяет сделать вывод о том, что в настоящее время имеются серьезные проблемы как с точки зрения преподавателя, так и с точки зрения студента.

Нынешние студенты испытывают значительные сложности при освоении традиционных математических дисциплин, что находит отражения в снижении успеваемости, возрастании процента отчисления или перевода на другие (экономические, юридические, гуманитарные) образовательные направления (до 40 %). Такая проблема характерна не только для России. В США почти 40 % студентов инженерных специальностей не заканчивают обучение, либо меняют специальность, а в Европе процент студентов, преждевременно прекративших обучение, для инженерных направлений колеблется от 15 % до 40 %. В России эта проблема тесно связана с неудовлетворительной школьной подготовкой по математике. Кроме того, переход на новые стандарты обучения, на двухуровневую систему обучения привел к сокращению аудиторных часов, отводимых на изучение математики. По разным инженерным направлениям такое сокращение может достигать 50 % по сравнению с прежними требованиями государственного образовательного стандарта. К примеру, государственные образовательные стандарты второго поколения подготовки специалистов в области прикладной информатики на базовые дисциплины математического цикла отводили порядка 800 часов, из которых до 500 часов на аудиторные занятия. Примерные основные образовательные программы по стандартам третьего поколения по тому же направлению прикладной информатики предполагает объем базовой ма-

тематической подготовки 18 зачетных единиц трудоемкости (648 часов), из них не более 59 % отводится на аудиторные занятия.

Для успешного решения проблемы сохранения качества математической подготовки в новых условиях необходимо пересмотреть саму методику преподавания математики.

На решение указанных проблем математической подготовки в системе современного высшего инженерного образования и был направлен выполняемый консорциумом вузов России и Европы международный проект ТЕМПУС «Современные образовательные технологии преподавания математики в инженерном образовании России» 543851-TEMPUS-1-2013-1-DE-TEMPUS-JPCR («Modern Educational Technologies for Math Curricula in Engineering Education of Russia»), или сокращенно MetaMath (2013-2016 гг.) [1]. Основной целью проекта является разработка методики, обеспечивающей повышение мотивации студентов для изучения математики, повышение качества математического образования, превращение математики для студентов в понятный и естественный инструмент инженерного дела. В консорциум входят 2 вуза Германии (университет Саарланда г. Саарбрюкен, технический университет г. Кемниц), университет им. Клода Бернарда – Лион 1 (Франция), технологический университет г. Тампере (Финляндия), 5 вузов России (Нижегородский государственный университет имени Н.И. Лобачевского – координатор Российских участников проекта, Тверской государственный университет, Казанский государственный технический университет, Санкт-Петербургский электротехнический университет – ЛЭТИ, Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарева, а также Ассоциация инженерного образования России).

Основными задачами проекта являются:

- Проведение сравнительного исследования лучших европейских и национальных практик преподавания математических дисциплин в естественно-научных направлениях.
- Модернизация математических курсов десяти различных учебных планов естественно-научных направлений подготовки. В рамках модернизации будут совмещены учебные планы и практика российских и европейских образовательных учреждений для обеспечения повсеместного признания учебных достижений, а также для внедрения лучших европейских образовательных технологий в области преподавания математики.
- Внедрение в учебный процесс разработанной консорциумом Европейских вузов электронной системы поддержки обучения математики Math-Bridge [2], позволяющей реализовывать различные педагогические стратегии и обучающие сценарии. Math-Bridge – это интеллектуальная обучающая система, которая позволяет учителям и студентам взаимодействовать с тысячами математических объектов обучения, доступных на семи языках. Пользователи Math-Bridge могут выбрать один из многих предопределенных курсов или динамически сгенерировать математические курсы, адаптированные под цели конкретного студента, его предпочтения, возможности и текущие знания. Math-Bridge поддерживает богатый образовательный опыт, используя различные типы учебных объектов: определений, теорем, доказательств, примеров и интерактивных упражнений.
- Развитие новых компетенций университетов по разработке и предоставлению доступа к современным онлайн курсам по математике.

В качестве анализируемых математических дисциплин были выбраны изу-

чаемые всеми студентами инженерных специальностей следующие дисциплины: линейная алгебра, геометрия, математический анализ, дифференциальные и интегральные уравнения, элементы теории вероятности, основания математической статистики.

Для оценки качества математической подготовки в рамках проекта используется международный стандарт Европейского общества инженерного образования (European Society for Engineering Education, SEFI) [3]. Стандарт SEFI «A Framework for Mathematics Curricula in Engineering Education» (последняя редакция 2013 года) устанавливает квалификационные рамки для учебных планов математических дисциплин, содержит уровни и цели обучения, разделы о преподавании математики, формах оценивания, описание результатов обучения. Анализ этого документа и сопоставление с результатами обучения, предусмотренными учебными программами Российских вузов в рамках федеральных государственных образовательных стандартов и самостоятельно устанавливаемых научно-исследовательскими университетами России стандартов, показало их согласованность друг с другом. Практически все аспекты освоения математики, отмеченные в SEFI, находят отражение в математических дисциплинах Российских вузов.

Анализ современного состояния образовательного процесса, выполненный в рамках проекта, предполагал сравнение российской системы инженерного образования с системой европейских партнеров. Был проанализирован опыт всех зарубежных партнеров-участников проекта. Из двух основополагающих парадигм преподавания математики в рамках инженерно-технической подготовки (научить студентов, «как это нужно делать»; или научить студентов «понимать, как это нужно сделать») с учетом традиций Российской высшей школы в представляемой разработке была выбрана вторая. В ходе выполнения проекта на

основе анализа существующих проблем и опыта европейских партнеров были выработаны следующие направления модернизации программы дисциплин.

1. Введение для студентов первых курсов выравнивающего обучения по элементарной математике (ликвидация школьных пробелов) за счет изменения по ряду разделов соотношения между аудиторной и самостоятельной работой в пользу последней. В программу включается «Вводный курс элементарной математики», и самостоятельная работа с библиотеками математических объектов в среде электронного обучения Math-Bridge.

2. Изменение структуры программы курса. Вместо традиционных лекций (которых, как правило, никогда не хватало для полноценного изложения всего необходимого материала) в программе выделены обзорные лекции и лекции-консультации. Цель обзорных лекций состоит в постановке проблемы по избранной теме и обзоре путей ее решения, а также в определении задания для самостоятельной работы по поставленной проблеме с сообщением необходимых методических рекомендаций для ее выполнения. Лекции-консультации направлены на помощь студентам в связи с возникшими при выполнении самостоятельной работы трудностями, как сформулированными самими студентами, так и выявленными преподавателем при контроле самостоятельной работы.

3. Повышение роли самостоятельной работы студента в освоении материала. Это достигается путем совершенствования методического обеспечения самостоятельной работы студента, использования проектных методов обучения, использование системы электронного обучения, усиления контроля самостоятельной работы. В отличие от традиционного подхода часть материала курса не пересказывается на лекции, а отдается на самостоятельное изучение по рекомендованным учебным пособиям и с помощью электронного управляемого

курса. При этом студенты получают от преподавателя предварительные указания к освоению учебного материала на обзорных лекциях, помощь при возникновении трудностей на лекциях-консультациях и отчитываются по самостоятельно освоенному материалу во время контроля самостоятельной работы. Перенесение центра тяжести в освоении дисциплины на самостоятельную работу студентов позволяет существенно расширить учебный материал, чего невозможно достичь путем традиционного изложения его на лекциях.

4. Использование проектного метода обучения. Основное предназначение метода проектов состоит в предоставлении обучающимся возможности самостоятельного приобретения знаний в процессе решения практических задач, требующих интеграции знаний из различных предметных областей. Задания для выполнения проектов имеют прикладной характер, чтобы продемонстрировать значение математики в решении проблем реальной жизни и тем самым повысить мотивацию студентов к ее изучению. Работы выполняются под контролем преподавателя. При выполнении проектов предусмотрены консультации со стороны преподавателя и обязательная защита проекта в конце.

Так, например, по курсу «Математическое моделирование» запланировано выполнение в качестве обязательных следующих четырех проектных работ: «Использование динамических систем для построения математических моделей», «Математические модели процессов отбора», «Математические модели химических процессов», «Математические модели биологических систем/Математические модели социально-экономических процессов». Каждый проект выполняется группами по 3-4 человека, что позволяет получить опыт коллективной работы.

5. Использование системы электронного обучения (e-Learning) в образовательном процессе. Так, например, в

ННГУ для поддержки обучения разработаны синхронные электронно-управляемые курсы по всем дисциплинам направления (представленные на сайте <http://e-learning.unn.ru/>), предусматривающие электронное тестирование обучающихся на предмет усвоения изучаемого материала и проверку их самостоятельной работы.

6. Усиление контроля со стороны преподавателя за развитием навыков самостоятельной работы студентов. При этом четко определены алгоритм выполнения самостоятельной работы, формы и критерии отчетности, объем работы, сроки ее представления и виды консультационной помощи. Запланировано проведение четырех тестов электронного контроля (за семестр) и защита четырех обязательных проектов. В случае успешного выполнения студентом всех заданий в течение семестра отпадает необходимость дополнительной стрессовой нагрузки в сессию.

Следующим этапом выполнения проекта была апробация модернизированной программ. Для этого студенты, изучающие соответствующие курс были разделены на два потока: обучающиеся по традиционной программе, и по модернизированной программе. Разделение на потоки осуществлялось так, чтобы средние показатели результатов ЕГЭ в потоках были приблизительно равны, то есть, чтобы потоки были близки по входному уровню. В начале обучения было проведено входное тестирование (пре-тест), для выявления степени освоения компетенций, предусмотренных стандартом SEFI в области элементарной математики и начал математического анализа (уровни Zero и первый). Затем в конце семестра снова было проведено тестирование (пост-тест) по аналогичным заданиям. Цель тестирования состояла в выявлении изменения уровня

освоения базовых математических знаний при различных формах обучения.

Пример результатов тестирования по математическому анализу приведен в Табл. 1. Более подробные результаты приводятся в [4]. Компетенции SEFI даются по укрупненным группам. Результаты тестирования даются в процентах правильно выполненных заданий.

Результаты тестирования показывают, что по ряду компетенций модернизированная программа дает более высокую степень освоения в абсолютных показателях. Это, например, «последовательности и ряды». Еще более заметно, что модернизированная программа дает лучшие результаты по относительным показателям – изменение между результатами пре- и пост-теста. Это, например, «дифференцирование».

По ряду компетенций традиционная программа дает снижение результатов (например, «тригонометрические функции»), в то время как модернизированная программа нигде снижения не показывает. Этот эффект можно объяснить тем, что модернизированная программа позволяет актуализировать запас школьных знаний за счет корректирующего курса элементарной математики, интенсификации самостоятельной работы и поддержания постоянной связи изучаемого материала с прикладными вопросами.

Таким образом, проведенное исследование показывает, что избранные направления модернизации программ являются эффективным средством повышения качества математической подготовки. Полученные результаты работы могут служить основой для решения актуальных проблем инженерного образования.

Таблица 1. Относительный уровень владения компетенциями SEFI в начале и конце курса

№	Компетенции SEFI (укрупненные группы)	Уровень SEFI	1 поток (традиционная программа)		2 поток (модернизированная программа)	
			Пре-тест (%)	Пост-тест (%)	Пре-тест (%)	Пост-тест (%)
1	Арифметика вещественных чисел	0	87,36	83,81	88,41	92,16
2	Линейные уравнения	0	96,55	94,29	82,61	94,12
3	Тригонометрические функции и их приложение	0	57,47	40,95	44,93	54,90
4	Тригонометрические тождества	0	82,76	80,00	65,22	94,12
5	Функции и обратные к ним	0	51,15	51,43	61,59	82,35
6	Последовательности и ряды	1	43,97	76,43	40,22	86,76
7	Прогрессии	0	69,83	65,71	68,48	69,12
8	Логарифмическая и показательная функции	0	52,59	63,57	70,65	75,00
9	Дифференцирование	1	75,86	82,86	65,22	94,12
10	Стационарные точки, максимумы и минимумы	0	70,11	58,10	60,14	76,47
11	Исследование функций и построение графика	1	48,28	94,29	45,65	97,06
Количество человек, участвовавших в тестировании			29	35	22	19

ЛИТЕРАТУРА

1. Официальный сайт проекта MetaMath [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.metamath.eu>, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 02.06.2016).
2. Официальный сайт Европейского общества инженерного образования [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.sefi.be>, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 02.06.2016).
3. Woolf, В.Р. Building Intelligent Interactive Tutors: Student-centered strategies for revolutionizing e-learning / В.Р. Woolf. – [с. I.]: Elsevier, 2008. – P. 480.
4. Кузенков, О.А. Модернизация программ математических дисциплин ННГУ в рамках проекта МЕТА-МАТН / О.А. Кузенков, Е.А. Рябова, Р.С. Бирюков, Г.В. Кузенкова // Нижегородское образование. –2016. – № 1. С. 4–10.

Дополнительное профессиональное образование студентов в технологическом университете на основе междисциплинарного подхода

Казанский национальный исследовательский технологический университет
Ф.Т. Шагеева, В.Г. Иванов

В статье представлен проект национального исследовательского университета. Показано, что дополнительное профессиональное образование студентов, реализуемое на основе междисциплинарного подхода, приводит к междисциплинарному результату, повышающему конкурентоспособность выпускников. Образовательные технологии такой подготовки предполагают использование элементов обобщенных технологий и разработку множественных альтернативных решений.

Ключевые слова: междисциплинарное исследование, дополнительные профессиональные образовательные программы, студенты национального технологического университета.

Key words: interdisciplinary research, additional professional education, students of National Research Technological University.

Междисциплинарность отражает интегративный характер современного этапа научного познания, предполагает не просто наложение или суммирование знаний, методов и подходов различных наук, но их взаимодействие, взаимообогащение; она принимается исследователями как методологический подход, обладающий несомненной перспективой в силу его синергетического характера.

По мнению ряда авторов «современную науку все больше характеризует деление не столько на отдельные дисциплины, сколько на проблемы, носящие комплексный, междисциплинарный характер» [1, с. 13]. Педагоги и психологи предлагают в качестве одного из механизмов развития мышления – перенос идей и представлений из одной области знаний в другую [1, с. 12]. Большинство серьезных научных открытий последних десятилетий, получивших мировое признание, совершено на стыке двух и более наук.

Дидактический эквивалент межнаучных связей – это межпредметные связи [2, с. 27], более высокий уровень вопло-

щения которых современные ученые-дидакты считают интеграцией, обусловленной задачами формирования системы научных знаний и убеждений, отражающих единство реального мира [3, с. 162].

Казанский национальный исследовательский технологический университет нацелен на развитие в качестве российского образовательно-инженерного центра химических технологий, способного оказывать услуги образовательного и исследовательского, проектно-конструкторского и проектно-технологического характера, способствующего комплексному развитию отрасли в интересах региона, страны и мирового сообщества. В качестве одного из ключевых направлений деятельности в университете считают повышение конкурентоспособности вуза в образовательно-научной сфере за счет формирования метапрофессиональных команд.

В рамках развития данного направления в университете на протяжении ряда лет разрабатывается и реализуется проект под названием «Дополнительное



Ф.Т. Шагеева



В.Г. Иванов