

ОБРАЗОВАНИЕ: РАКУРСЫ И ГРАНИ

Н.И. СИДНЯЕВ,*д. т. н., проф., заведующий кафедрой «Высшая математика»*

E-mail: sidn_ni@mail.ru

С.К. СОБОЛЕВ,*к. ф.-м. н., доц.*

E-mail: sergesobolev@mail.ru

Московский государственный технический университет
им. Н.Э. Баумана**МЕХАНИЗМЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОГО
ОБРАЗОВАНИЯ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ**

Анализируется организация и управление учебно-методическим процессом преподавания математики на кафедре «Высшая математика» МГТУ им. Н.Э. Баумана. Изложены требования, предъявляемые к математическому образованию студентов. Сформулированы принципы изучения базовых дисциплин высшей математики. Рассматриваются механизмы и подходы в ходе обучения последовательному и логически строгому изложению того или иного материала, а также умению формулировать необходимые и достаточные условия справедливости различных утверждений. Показана логика построения математических дисциплин. Представлен анализ трансформационных процессов в отечественной системе образования. Значительное внимание уделено методам формирования современного мировоззрения в ходе подготовки инженерных кадров. Материалы статьи представляют собой систему взглядов на базовые принципы, цели, задачи и основные направления развития математического образования, подготовленных в свете распоряжения правительства РФ «Концепция развития математического образования в Российской Федерации». Статья будет полезна для преподавателей и методистов, а также может быть востребована специальными кафедрами технических вузов.

Ключевые слова: математика, образование, дисциплины, модернизация, планы, студенты, программы, методология, образование, кафедра, реформа.

**MECHANISMS FOR IMPROVEMENT OF MATHEMATICAL EDUCATION
IN TECHNICAL UNIVERSITY**

N.I. Sidnyaev, *is doct. of science (Technics), prof.*; **S.K. Sobolev**, *is cand. of sciences (Mathematics), doc.*
N.E. Bauman's Moscow Higher Technical University

Analyzed are organization and management of educational methodical process of lecturing in mathematics at sub-faculty "Higher mathematics" at N.E. Bauman's Moscow State Technical University. Expounded are requirements for mastering mathematical training by students. Principles of learning basic disciplines of mathematics are also formulated. Mechanisms and approaches in the process of training in consistent and logically rigorous presentation of each and other material, as well as ability to formulate necessary and sufficient conditions for fairness of various claims are elaborated. Shown if logic of formulating of mathematical disciplines. Presented is analysis of transformation processes in national education system. Considerable attention is paid to methods of formation of modern outlook in the process of training of engineering cadres. Materials of the article represent system of views on basic principles, aims, tasks and principal directions of development of mathematical education, prepared in accordance with the order of RF's government "Conception of development of mathematical education in Russian Federation". The article may be useful for lecturers and methodologists, as well as be used by special departments of technical universities.

Key words: mathematics, education, discipline, modernization, plans, students, programs, methodology, education, department, reform.

Изучение математики играет системообразующую роль в образовании, развивая познавательные способности человека, в т.ч. к логическому мышлению, а также влияя на преподавание других дисциплин. Качественное математическое образование необходимо

каждому для успешной жизни в современном обществе.

Успех нашей страны в XXI в., эффективность использования природных ресурсов, развитие экономики, обороноспособность, создание современных тех-

нологий зависят от уровня математической науки, математического образования и математической грамотности всего населения, эффективного использования современных математических методов. Развитые страны, а также страны, совершающие в настоящее время технологический рывок, вкладывают существенные ресурсы в развитие математики и математического образования.

В современных условиях актуальными становятся задачи по совершенствованию системы подготовки кадров, в полной мере отвечающих вызовам времени, запросам экономики и общества, способствующих решению задач, которые сегодня стоят перед нашей экономикой в целом:

- ◆ повышению конкурентоспособности;
- ◆ технологическому перевооружению промышленности;
- ◆ импортозамещению;
- ◆ кардинальному росту производительности труда.

Мировой опыт показывает, что новые технологии и продукты возникают, как правило, в процессе конвергенции различных областей знаний и базовых технологий [1]. В современных условиях в системе инженерного образования необходимо выделить направление подготовки инженеров, основанных на принципах меж- и мультидисциплинарности, базирующихся в первую очередь на глубоком, фундаментальном физико-математическом образовании [2; 3]. Основная компетенция таких инженеров — создание новых конкурентоспособных продуктов на основе интеграции достижений в различных областях знаний и передовых наукоемких технологиях.

За последние годы принят ряд мер, направленных на укрепление отечественной инженерной школы [2]. Созданы национальные исследовательские университеты, ориентированные на подготовку современных технических кадров. Отраднo и то, что общественный престиж профессии инженера растет, карьера инженера становится привлекательной с точки зрения статуса и материального достатка. В стране запускаются крупные индустриальные проекты, в рамках которых инженерам по-настоящему престижно работать. Закономерно, что все больше школьников увлекаются математикой, физикой. Ведущие вузы сообщают о том, что определенная тенденция к повышению престижности этих профессий растет и число абитуриентов увеличивается.

Но в современных условиях меняется не только технологический, но и весь уклад жизни, меняются и представления об инженерной деятельности, растут требования к этой профессии. Современный инженер — это профессионал высокого уровня, который не только обеспечивает работу сложнейшего оборудования, конструирует современную технику и машины, но и по сути формирует окружающую действительность [4]. Наше время характеризуется бурным развитием науки и техники. Идет непрерывно расширяющийся процесс математизации всех наук. В современной науке и технике математические методы

исследования, моделирования и проектирования играют все большую роль. В связи с этим научно-технический прогресс предъявляет все новые и новые требования к математическому образованию инженеров.

Новые программы по математике

Потребность в совершенствовании математического образования получила отражение в программах по математике. В средних школах осуществлен переход на новую программу по математике. Назрела необходимость в обновлении и вузовских математических курсов. Справедливость этого утверждения подтверждается появлением многочисленных электронных лекций и практических занятий, ориентированных на совершенно новый уклад усвоения естественнонаучных дисциплин.

Необходимо отметить, что действующая программа курса математики не в полной мере отвечает современным требованиям к математическим знаниям инженеров. В силу этого, а также перехода средних школ на новую программу возникла необходимость дальнейшей перестройки и улучшения системы повышения квалификации преподавателей математики технических вузов, программы курса высшей математики, методов преподавания. Назрела необходимость в принятии концепции развития и совершенствования программ по математике для инженерно-технических специальностей [5].

Необходимо предварительно провести анализ предыдущих программ по математике ведущих вузов России и некоторых зарубежных вузов. Основные принципы, которыми должны руководствоваться комиссии при разработке концепции, следующие:

- ◆ программа должна отражать возросшие требования, предъявляемые к математическому образованию современных инженеров;
- ◆ математическая подготовка современных инженеров должна иметь не только прикладную, но и фундаментальную направленность и быть ориентированной на обучение использованию математических методов при решении прикладных и теоретических задач;
- ◆ в программе следует отвести важное место современным численным методам и их реализации на ЭВМ с использованием современных пакетов алгоритмов и программ;
- ◆ в программе должно быть уделено большое внимание математическому моделированию современных технологий и процессов;
- ◆ программа должна учитывать изменения в школьной программе по математике;
- ◆ программа должна быть реализуемой в пределах того промежутка времени, на который она рассчитана.

Необходимо отметить, что математика является фундаментальной дисциплиной. Ее изучение — основа для развития логического и алгоритмического мышления современных инженеров. В процессе преподавания математики студенты овладевают основными

методами исследования и решения математических задач, основными алгоритмами и методами математики и их реализациями на компьютерах. У студентов вырабатывается умение самостоятельно расширять математические знания и проводить алгоритмический анализ современных прикладных инженерных задач [6].

Так, например, современные программы по математике в МГТУ им. Н.Э. Баумана в структурных схемах предполагают деление курса математики на общий и спецкурсы. Общий курс математики — фундамент математического образования современного инженера. Специальные курсы (теория надежности, уравнения математической физики, прикладной статистический анализ, численные методы, теория планирования эксперимента, исследование операций) содержат современные концептуально важные направления и ориентированы на применение математических алгоритмов и методов в прикладных задачах. В эти курсы рекомендуется включать также элементы математического моделирования и знакомить студентов с использованием современных компьютерных программ.

Совершенствование математического образования инженеров требует усиления фундаментальной подготовки [7; 8]. В новой программе общего курса это требование отражено включением раздела линейной алгебры, элементов математической логики, элементов исследования операций, решений обыкновенных дифференциальных уравнений, элементов теории евклидовых пространств как основы для изложения рядов Фурье и приближения в среднем техники интегрирования. Наряду с этим новая программа общего курса математики, как и действующая программа, содержит элементы теории уравнений математической физики, элементы теории функций комплексного переменного и операционного исчисления, основные численные методы, теорию вероятностей с элементами математической статистики.

Необходимость углубленного изложения одного или нескольких разделов современной математики для студентов МГТУ им. Н.Э. Баумана той или иной специальности получила отражение в разработке программ спецкурсов по математике. Каждый спецкурс рассчитан на 72 часа. Важнейшая черта современного математического образования инженеров состоит в его прикладной направленности. В новой программе прикладная направленность курса математики развивается путем совершенствования фундаментальной подготовки студентов по математике, усиления роли численных методов и их реализации на компьютерах, ориентирования на обучение использованию математических методов при решении прикладных задач.

Наряду с простейшими численными методами, расщепленными по всему курсу (методами решения уравнения, решения системы линейных уравнений, численного интегрирования), в программе общего курса математики выделены в отдельный небольшой раздел основные более сложные численные методы (методы приближения и интерполирования функций, итерационные методы, численные методы решения

дифференциальных уравнений). Выполнение лабораторных работ по численным методам рассчитано на использование современных компьютерных программ.

Использование компьютеров в учебном процессе в МГТУ им. Н.Э. Баумана находится постоянно в центре внимания работы кафедры «Высшая математика» [9; 10]. С этой целью лабораторные работы по математике начиная с первого семестра выполняются на персональных компьютерах. Использование персональных компьютеров в работе студентов МГТУ им. Н.Э. Баумана по математике имеет постоянный характер.

При разработке проекта программы по общему курсу математики **большое внимание уделяется инженерным математическим методам**. Обсуждению различных вариантов программы только по этим вопросам было посвящено несколько заседаний комиссии по математической подготовке. Специальные математические курсы выделены в программе в отдельный раздел. Это время позволяет излагать его в виде семестрового курса.

В программу внесены необходимые изменения, связанные с переходом к изучению математики в средней школе по новой программе. Выпускники средней школы должны быть знакомы с элементами аналитической геометрии и дифференциального и интегрального исчисления функции одного переменного. Однако полного овладения дифференциальным и интегральным исчислениями функции двух переменных школьная программа не предполагает, даже «привитие учащимся навыков дифференцирования не предусматривается». Правда, накопленный опыт показывает, что абитуриенты, окончившие гимназические классы в последние годы, умеют дифференцировать несложные функции, но прочными навыками дифференцирования они все-таки не обладают. Кроме того, уровень изложения основ математического анализа в школе недостаточен для построения на его базе курса математики изучаемого в МГТУ им. Н.Э. Баумана [10].

Указанные обстоятельства — причина того, что в программе нового поколения по математике полностью сохранены дифференциальное и интегральное исчисления (рассмотрение ряда теорем, доказываемых в школе, допускается в обзорном порядке). Что же касается аналитической геометрии, то этот раздел математики менее сложен и в том объеме, в котором он содержится в школьной программе, усваивается учащимися достаточно хорошо. В связи с этим представлялась возможность увеличить в новой программе объем линейной алгебры за счет аналитической геометрии.

Чтобы иметь возможность активно использовать в общем курсе математики идеи линейной алгебры, чтение этого раздела в МГТУ им. Н.Э. Баумана начинается уже в 1-м семестре. Как правило, к программе прилагаются учебный план по семестрам и вариант учебно-методического плана с указанием содержания каждой лекции и практического либо лабораторного занятия. При реализации новой программы прилага-

емые к ней примерная схема распределения разделов общего курса по семестрам и учебно-методический план служат ориентирами при составлении кафедрами собственных планов реализации программы. Обязательна собственно программа, содержащая перечисление тем, подлежащих изучению студентами, с указанием примерного числа часов, необходимого для рассмотрения каждой темы.

Последовательность изучения тем и распределение их по семестрам разрабатывается кафедрой «Высшая математика» с учетом потребностей смежных и специальных кафедр. В отдельных случаях вопрос о том, доказывать ли теорему или ограничиться ее формулировкой, комментариями к ней и ее приложениями, решается самостоятельно математическими кафедрами. Содержание спецкурсов определяют кафедры, используя спецкурсы, приведенные в программе, и учитывая особенности каждой специальности. Общий курс излагается на протяжении не менее 5-ти семестров. Разделы линейной алгебры и аналитической геометрии рекомендуется читать на 1-м курсе параллельно с разделами математического анализа. Каждый спецкурс излагается как семестровый курс в объеме, указанном в программе.

Необходимость дальнейшего совершенствования учебного процесса по математике обусловила появление в учебно-методическом комплексе (УМКД) раздела, посвященного организации учебного процесса. В этом разделе содержатся рекомендации к чтению лекций, проведению практических и лабораторных занятий, организации контролируемой самостоятельной работы студентов, организации системы контроля, использованию технических средств обучения. Включение в программу указанного раздела представляется особенно важным из-за отсутствия современного учебного пособия для студентов вузов и в связи с необходимостью усиления самостоятельной работы студентов.

В решении задачи интенсификации самостоятельной работы студентов по изучению математики важное место занимает **система типовых расчетов** (ТР). Каждый ТР является заданием по целому разделу курса и состоит из трех частей:

- ◆ теоретические вопросы;
- ◆ теоретические упражнения;
- ◆ задачи и примеры.

Каждый ТР может содержать по 10—12 теоретических вопросов, 10—12 теоретических упражнений, 15—20 задач и примеров. Теоретические вопросы и упражнения являются общими для всех студентов, примеры и задачи для каждого студента индивидуальны. Типовые расчеты рекомендуется выдавать по следующим разделам:

- ◆ пределы,
- ◆ дифференцирование,
- ◆ исследование функций,
- ◆ интегрирование,
- ◆ дифференциальные уравнения,
- ◆ ряды,

- ◆ кратные интегралы,
- ◆ векторный анализ,
- ◆ теория функций комплексного переменного и операционного исчисления,
- ◆ теория вероятностей,
- ◆ численные методы,
- ◆ уравнения математической физики.

В течение каждого семестра студенты выполняют не менее двух ТР. Контроль за выполнением ТР проводится в два этапа:

- ◆ предварительная проверка правильности письменного решения теоретических упражнений, задач и примеров;
- ◆ защита ТР (возможна в двух вариантах — устным или письменном).

Типовые расчеты по математике широко используются в МГТУ им. Н.Э. Баумана и в других ведущих технических вузах России [10]. Накопленный опыт их применения позволяет сделать вывод, что внедрение системы типовых расчетов заметно активизирует самостоятельную работу студентов, стимулирует систематичность изучения дисциплины и в конечном счете приводит к повышению качества усвоения математики.

Система контроля за работой студентов включает краткие опросы на практических занятиях, проверку выполнения текущих заданий, проведение «коротких» и «полных» контрольных работ, зачеты и экзамены. Изучение специального курса математики на старших курсах предполагается заканчивать выполнением курсовой работы. Цель курсовой работы — развитие и закрепление навыков в решении прикладных задач, ориентированных на специализацию студента, в использовании современных вычислительных комплексов. Работа служит также для проверки знаний студентов по основным разделам математики. Важно, чтобы преподаватель добивался ритмичности учебного процесса, не допуская учебных перегрузок студентов к концу семестра. Для этого необходимо регулярно проводить повторные контрольные мероприятия для ликвидации задолженностей по математике у студентов.

Опыт работы кафедры

В комплексе мероприятий, связанных с реализацией новой программы, следует отметить необходимость упорядочивания условий работы преподавателей математики на кафедре «Высшая математика».

В настоящее время целый ряд фактически выполняемой преподавателями работы не учитывается или учитывается не полностью. Для осуществления мер по дальнейшему совершенствованию преподавания математических дисциплин в вуза необходимо, чтобы учебные управления вузов при распределении штатов профессорско-преподавательского состава обеспечили нормальную учебную нагрузку преподавателей математических кафедр, не превышающую среднюю учебную нагрузку по вузу.

Математические дисциплины должны читаться только математическими кафедрами. При этом при

наличии нескольких математических кафедр в вузе чтение общего курса математики на факультете рекомендуется полностью поручить одной из этих кафедр.

Одна из задач кафедры «Высшая математика» состоит в создании таких условий, при которых наиболее ярко и широко могут раскрыться способности каждого студента. В соответствии с решением, принятым ректоратом по превращению МГТУ им. Н.Э. Баумана в образовательное высшее инженерно-техническое учебное заведение, кафедрой «Высшая математика» совместно с деканатами факультетов был осуществлен ряд мер, которые позволили улучшить работу преподавателей-математиков в целом и работу по преподаванию математики в частности. Сюда относятся меры по:

- ◆ входному тестированию только что поступивших студентов;
- ◆ совершенствованию форм и методов их обучения;
- ◆ привлечению наиболее квалифицированных специалистов;
- ◆ усилению методической работы и др.

Основная цель преподавания дисциплин по высшей математике — углубленное осмысливание слушателем математических понятий и закономерностей, выработка у них уверенности в выполнении «стандартных» преобразований и навыков в решении «нестандартных» задач. Это позволило бы подготовить студентов к восприятию научных фактов, с которыми они встретятся в процессе дальнейшего обучения.

Кафедра «Высшая математика» со времени ее организации накопила большой положительный опыт работы [10]. Значительную роль в организации учебной работы играют предметные методические советы. Так, методический совет по математике организует, контролирует и направляет учебно-методическую работу по математике на математических кафедрах МГТУ им. Н.Э. Баумана [10].

Следует отметить, что студенты, зачисленные на первый курс, как правило, имеют пробелы в математическом образовании в объеме средней школы. Представляют интерес данные по ЕГЭ среди поступивших на первый курс и число баллов, набранных при входном тестировании в МГТУ им. Н.Э. Баумана (табл. и рис.).

Таблица

Данные по наборам 2009–2014 гг.

Год поступления	Число студентов, писавших тест	Средний балл ЕГЭ по математике	Средняя оценка за тест	Коэффициент корреляции
2009	838	64,6	9,75	0,67
2010	813	63,6	8,05	0,58
2011	865	68,6	8,88	0,62
2012	860	67,3	9,10	0,54
2013	976	71,6	8,37	0,47
2014	1090	65,8	7,53	0,63

В таблице и рисунке приведены корреляционные зависимости между баллами ЕГЭ и результатами тестов. Предлагаемый тест составлялся из девяти несложных задач на следующие темы: тождественные преобразования алгебраических, показательных и логарифмических выражений, тригонометрическое и иррациональное уравнения, рациональное неравенство, неравенство с модулем, область определения функции, метод координат, стереометрия. Банк задач для этого тестирования в течение всех лет тестирования не менялся. Тест оценивался по 20-балльной шкале. В таблице приведено число студентов, подвергавшихся тестированию кафедрой «Высшая математика» с 2000 по 2014 гг.

Представлены средний балл ЕГЭ, средняя оценка за тест и коэффициент корреляции между этими двумя параметрами. Следует отметить, что за последние 5 лет средняя оценка за ЕГЭ менялась незначительно, но это нельзя трактовать как постоянство уровня знаний первокурсников, поскольку ежегодно менялись задания ЕГЭ и критерии оценивания. Оценки за тест свидетельствуют об уровне математических знаний поступивших в МГТУ им. Н.Э. Баумана первокурсников. Статистические данные показывают, что за пять лет они значительно ухудшились. Следует отметить значительную корреляцию между этими двумя оценками.

Задача тестового контроля состоит в определении уровня подготовки студентов-первокурсников и их потенциальных возможностей для дальнейшего обучения на факультетах МГТУ им. Н.Э. Баумана. Весьма показателен в смысле определения уровня студентов, поступивших на первый курс, тест по элементарной математике, проводимый на первом занятии. Результаты этой контрольной, как правило, очень низкие.

Эта контрольная преследует две цели:

- ◆ проверить, как слушатели знают программу и методы решения основных простейших задач школьной математики;
- ◆ побудить их к активному изучению программного материала.

Дополнительно тесты позволяют оптимально распределять преподавателей.

В целом учебный процесс организован в соответствии с типовым учебным планом, разработанным методическим советом по математике совместно с деканатами факультетов. Распределение времени,

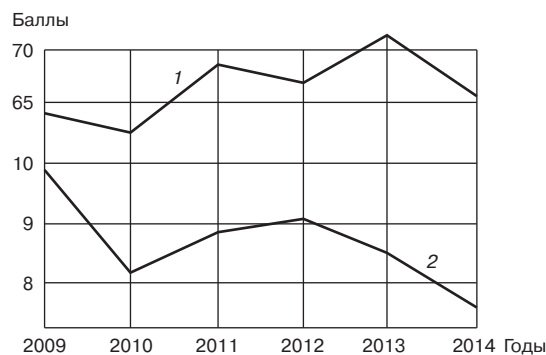


Рис. Зависимости распределения баллов по годам: 1 — баллы за ЕГЭ, 2 — баллы за тест

отводимого для изучения материала, соотношение часов по математике согласованы с соответствующими кафедрами, осуществляющими учебный процесс, и утверждены учебным управлением МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Как правило, в программы по математике, разработанные методическим советом по математике, положена обязательная программа. Эта программа состоит из двух частей:

- ♦ первая является общей для всех факультетов;
- ♦ вторая является дополнительной, которая, учитывая специфику каждого факультета, содержит разделы, изучение которых необходимо для последующей успешной учебы на первом курсе соответствующего факультета.

Учебная работа по математике осуществляется силами кафедры «Высшая математика». На заседании кафедры было принято решение привлечь для работы преподавателей, имеющих большой опыт работы на первых курсах. Это обстоятельство в сочетании с большой методической работой, проводимой на кафедре, благотворно влияет на улучшение учебного процесса на младших курсах. Преподаватели, работающие на кафедре, хорошо представляют задачи высшей школы и ведут целенаправленное обучение, ориентированное не только на успешную сдачу студентами экзаменов, но и на последующее их успешное обучение на старших курсах.

Для совершенствования учебно-методической работы и контроля за проведением занятий на заседаниях кафедры и методического совета по математике регулярно заслушиваются отчеты отдельных преподавателей о проделанной работе, дается оценка их деятельности. На кафедре практикуется организация предметных комиссий, в состав которых входят все преподаватели, ведущие практические занятия по данному курсу. Комиссии регулярно собираются для контроля за выполнением учебного плана и согласования семинарских занятий с лекционным курсом. Работает такая же комиссия по базовым курсам высшей математики на кафедре, которая составляет варианты контрольных работ и заданий, вырабатывает единые требования на зачетах и выпускных экзаменах. Подготовку вариантов контрольных работ выпускных экзаменов проводит специальная комиссия, результаты работы которой утверждаются методическим советом по математике на кафедре. Результаты сессии по математическим дисциплинам ежегодно анализируются кафедрой.

Предпочтение семинарским занятиям обусловлено важностью проведения практической аудиторной работы, а также необходимостью эффективного контроля самостоятельной работы слушателей.

В процессе обучения осуществляется текущий контроль за успеваемостью студентов с использованием «Электронного университета». Формы и методы такого контроля являются общепринятыми: проведение контрольных работ, КСРов, регулярная проверка домашних заданий, текущий опрос, посещаемость и, наконец, зачеты, допуски. График проведения и темы контрольных работ, типовых расчетов и зачетов заранее известны студентам. Они содержатся в учебно-методическом плане, который выдается в начале учебного года каждому студенту.

С 2005 г. для организации контроля текущей успеваемости используется автоматизированная информационная система «Электронный университет» (ЭУ), точнее, ее модуль «Текущая успеваемость» (ТУ). По решению учебного управления преподаватели выставляют ежемесячную оценку успеваемости студента по каждому предмету, в частности по математике, которая вместе с оценками за контрольные работы, а также с информацией о пропусках студентами занятий поступает в ЭУ для анализа системой. В деканат поступает распечатка, в которой указываются не только оценки успеваемости, но и число студентов, пропустивших занятия, в т.ч. по неуважительной причине. Преподаватели всегда имеют возможность получить эти сведения. Такая система контроля позволяет деканату быстро и оперативно реагировать на те или иные нарушения учебного процесса.

Особенности преподавания высшей математики

При рассмотрении курса высшей математики на младших курсах могут иметь место в равной мере две недопустимые, на наш взгляд, крайности.

Первая крайность заключается в отрыве курса от самого предмета высшей математики, изучаемой в МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сюда относятся такие тенденции, как пересказ (в упрощенном виде) ряда вопросов, изучаемых в высшей школе, или превращение курса в несистематический набор отдельных «изящных математических этюдов», «неэлементарных задач в элементарном изложении» и др. Такой подход может вызвать у одной части студентов самоуспокоенность и ложную уверенность в том, что они хорошо разбираются в предмете, что само по себе вредно, а у другой — неуверенность в своих силах и как следствие пассивность в восприятии новых фактов.

Вторая крайность заключается в пересказе разделов высшей математики на псевдонаучном уровне путем введения дополнительных, зачастую излишних терминов и символов, которые не углубляют знания, а лишь скрывают суть дела.

Следует избегать этих крайностей в дисциплине, для которой, по нашему представлению, характерны следующие черты:

- ♦ в дисциплине должно быть дано по возможности строгое обоснование наиболее важных теоретических вопросов, которые в школьном курсе не излагались с надлежащей полнотой и строгостью, а в высшей математике считаются известными. К числу таковых относятся, например, вопросы эквивалентности уравнений и неравенств, теория элементарных функций, ряд вопросов комбинаторики, элементарной геометрии и др.;
- ♦ представляется необходимым давать более полное обоснование ряду методов, широко применяющихся в элементарной, а затем и в высшей математике. Сюда, например, относятся методы решения различных уравнений и неравенств и др.;
- ♦ дисциплина должна быть построена и рассчитана так, чтобы слушатели научились выполнять математическое исследование «прямыми мето-

дами» (разумеется, в тех случаях, где это целесообразно), пользуясь данными определениями и известными свойствами исследуемых объектов. В частности, речь идет и о воспитании навыков непосредственного исследования функций;

- ◆ курс высшей математики должен способствовать выработке твердых навыков в выполнении тождественных преобразований.

Представляется важным рассмотрение вопросов, связанных с задачами вычислительного характера и практикой математического моделирования задач механики, физики, экономики. Теоретическое изучение физических процессов приводит (в дальнейшем) к необходимости решения тех или иных уравнений и неравенств, содержащих параметры. Поэтому естественно в этом плане рассмотрение в задачах типовых расчетов, позволяющих развить навыки построения математических моделей простейших задач естествознания, задач с параметрами и др.

Вполне естественно начинать дисциплину с рассказа о пределе, причем целесообразно давать одновременно и исторические аспекты развития этого понятия, начиная с геометрической прогрессии и основных законов алгебры, показывая, как задачи решения конкретных уравнений, не укладывающиеся в рамки старых представлений о последовательности, приводят к новым, более широким задачам. Более подробное изучение самих комплексных чисел целесообразно начинать позднее при изучении дополнительных разделов математики. Это позволяет отработать (уже в самом начале обучения) на семинарских занятиях простейшие (прямые) методы описания некоторых элементарных функций. Введение векторов, построение векторной алгебры и описание ее свойств на первых этапах обучения диктуется необходимостью широкого использования этого аппарата в курсе физики. Введение действительных чисел позволяет также построить довольно полную в рамках элементарного курса теорию многочленов, при этом широко используя метод координат с целью воспитания у студентов восприятия наглядных геометрических представлений.

С помощью векторной алгебры вводятся основные понятия тригонометрии и прямыми методами с достаточной строгостью проводится исследование свойств основных тригонометрических функций. Причем не следует на этом этапе привлекать средства высшего анализа. Такое построение курса в отношении элементарных функций позволяет уже на этом этапе подготовить студентов к общей методике исследования поведения элементарных функций. Позднее, когда вводятся понятия непрерывности и дифференцируемое функций, проводится исследование поведения элементарных функций методами математического анализа.

Таким образом, многоплановость и возвращение к некоторым разделам уже с иной точки зрения — характерная черта курса высшей математики на первом курсе.

Изучение аналитической геометрии способствует выработке у студентов наглядных представлений. Сюда относятся такие элементы, как различные формы записи прямой и плоскости в векторной форме, деление направленного отрезка в заданном отношении, сведения о кривых второго порядка и др. В ряде случаев целесообразно привлекать средства аналитической гео-

метрии к доказательству некоторых геометрических теорем из элементарного курса (например, теорема косинусов и др.).

При изучении метрических свойств геометрических фигур представляется разумным аксиоматический подход к теории измерений, позволяющий с единой точки зрения исследовать свойства измеряемых объектов (углов, длины, площади, объемов) с точки зрения функции меры.

Из высшей алгебры представляется возможным дать элементы теории решения систем линейных уравнений, исключая из рассмотрения системы порядка выше третьего. Из понятий математического анализа самым главным, по нашему мнению, было и остается понятие предела, и для эффективного усвоения студентами этого фундаментального понятия необходима долгая и кропотливая методическая работа, т.к. успех освоения дальнейших понятий непрерывности, производной и интеграла состоит именно в этом. Однако в курсе высшей математики представляется излишним чрезмерное увлечение элементами математического анализа.

Большое количество времени, выделенное для практических занятий, неслучайно. На практических занятиях и в процессе самостоятельной работы студенты глубоко осмысливают лекционный курс.

В процессе решения задач, помогающих лучше осмыслить *теоретический курс*, студенты должны научиться давать исчерпывающее решение поставленных перед ними задач, овладеть логикой математических рассуждений. Это, в свою очередь, требует от них хорошей техники и навыков вычислений и преобразований. Очень многое зависит от такого распределения материала, которое должно побуждать студента к активной самостоятельной работе: от умения самостоятельно работать во многом зависят успехи всего последующего обучения.

Практические занятия должны способствовать выработке у студентов правильных установок, известной дисциплины мышления. Однако правил, которые предписывали бы мышлению наиболее целесообразные пути, нельзя навязать студентам: таковые вырабатываются в процессе изучения предмета и решения задач самим студентом. Поэтому для развития математического мышления полезно и необходимо самостоятельное решение трудных и интересных задач. Для практических занятий характерна многоплановость. При решении задач не всегда следует в первую очередь искать наиболее эффективное или рациональное решение задачи.

Процесс обучения как раз и состоит в том, чтобы студенты имели возможность задумываться над логикой решения каждой задачи, научились доводить задачу до окончательного ответа и проводить качественный анализ ее решения. Однако целесообразно (одновременно с нахождением правильного решения задачи) побуждать студентов к поиску наиболее рациональных и оригинальных решений: это позволяет творчески овладеть материалом и привить вкус к математике, целесообразные навыки математического мышления.

Отметим: не весь теоретический материал сообщается студентам на лекциях, часть его отводится для самостоятельного изучения и на практические занятия. Так, например, некоторые разделы аналитической геометрии студенты повторяют самостоятельно и сдают этот материал на практических занятиях. Методы ведения практических занятий близки к классическим. Обязательным является постоянный контроль работы и знаний студентов. Для контроля проводятся обязательная проверка выполнения домашних заданий, многочисленные контрольные работы как общие для всего потока, подводящие итог изучению крупных разделов математики, так и обычные, текущие в группах. Регулярно проводится опрос студентов, который, помимо контроля, способствует развитию навыков устной речи, умения грамотно и на хорошем математическом языке выражать свои мысли. Для обучения характерно возвращение к старому, уже пройденному материалу на более высоком уровне или с новых позиций, под другим углом зрения.

Большое внимание уделяется неоднократному повторению пройденного материала, что находит отражение в тематике контрольных работ. Например, задачи среднего уровня на пройденные темы включаются в контрольные работы на новые темы. Часто применяется и такой методический прием: слушателям дается (небольшое по объему) задание на предложенную тему самостоятельно выбрать из любых учебных пособий и решить к следующему семинару некоторое количество задач. При этом оценка выполнения задания выставляется преподавателем с учетом правильности решения и сложности выбранных задач.

Современные подходы в преподавании математики

Система высшего образования должна обеспечивать необходимый уровень математической подготовки кадров для нужд математической науки, экономики, научно-технического прогресса. Для этого необходимо разработать современные программы, включить основные математические направления в соответствующие приоритетные направления модернизации и технологического развития экономики.

Студенты, изучающие математику в техническом вузе, включая информационные технологии, и их преподаватели должны участвовать в математических исследованиях и проектах. Преподавателям математических факультетов классических университетов необходимо вести признаваемые профессиональным сообществом фундаментальные исследования, а их студенты должны уделять значительно больше времени, чем в настоящее время, решению творческих учебных и исследовательских задач. Преподаватели математических кафедр технических университетов должны вести исследования в фундаментальной математике или в прикладных профильных областях, выполнять работы, в которых принимают участие и студенты, по заказу организаций. Студентам необходимо решать задачи высшей математики в зоне своего ближайшего развития в существенно большем объеме, нежели сегодня, проходить практику в вузе, используя эту деятельность как основу и мотивирующий фактор для получения инженерных знаний.

Взаимодействие органов, осуществляющих управление в сфере образования, образовательных организаций высшего образования и общеобразовательных организаций должно быть ориентировано на поддержку прихода в технические вузы лучших выпускников математических факультетов педагогических организаций высшего образования, выпускников профильных специальностей классических университетов. Для успешных преподавателей должна быть обеспечена возможность их профессионального роста в форме научной и прикладной работы, дополнительного профессионального образования, включая стажировку в организациях — лидерах фундаментальных и прикладных исследований в области математики и математического образования.

Важной является поддержка в России мировых организаций, решающих задачу подготовки исследователей и преподавателей высшего уровня, в т.ч. создание научно-образовательных центров мирового уровня, приглашающих ученых для проведения исследовательской работы и участия в разработке образовательных программ. Организации высшего образования и научные центры должны обеспечить передовой уровень фундаментальных и прикладных исследований в области математики и их использование в математическом образовании.

Необходимо усилить интеграцию российских математических исследований в мировую науку, обеспечить достижение математическими факультетами ведущих российских университетов высоких позиций в мировых рейтингах, а также рост качества, количества и цитируемости работ российских математиков, привлекательность российского математического образования для лучших иностранных студентов и профессоров. Должна повыситься мобильность студентов, аспирантов и молодых кандидатов наук, должно развиваться сотрудничество между организациями высшего образования и исследовательскими институтами.

Организации высшего образования и исследовательские центры должны участвовать в работе по математическому просвещению и популяризации математических знаний среди населения России. Для математического просвещения и популяризации математики предусматриваются:

- ♦ обеспечение государственной поддержки доступности математики для всех возрастных групп;
- ♦ создание общественной атмосферы позитивного отношения к достижениям математической науки и работе в этой области, понимания важности математического образования для будущего страны, формирование гордости за достижения российских ученых и инженеров;
- ♦ обеспечение непрерывной поддержки и повышения уровня математических знаний для удовлетворения потенциала современного инженера, его общекультурных потребностей, приобретение знаний и навыков, применяемых в повседневной жизни и профессиональной деятельности.

Наконец, система дополнительного образования, включающая математические научные семинары и соревнования, является важнейшей частью российской

традиции математического образования. Она должна быть обеспечена государственной поддержкой. Одновременно должны развиваться такие новые формы, как получение математического образования в дистанционной форме, интерактивные музеи математики, математические проекты на интернет-порталах и в социальных сетях, профессиональные математические интернет-сообщества.

Реализация обозначенных механизмов обеспечит новый уровень математического образования в технических вузах. Это улучшит преподавание других предметов и ускорит развитие не только математики, но и других наук и технологий. По большому счету, это позволит России достичь стратегической цели — выхода на лидирующее положение в мировой науке.

Заключение

В современных условиях требуется модернизация содержания учебных программ математического образования на всех уровнях исходя из потребностей обучающихся и потребностей общества во всеобщей математической грамотности, в специалистах различного профиля и уровня математической подготовки, высоких достижениях науки и практики.

Необходимо добиться отсутствия пробелов в базовых знаниях школьников, формирования у участников образовательных отношений установки, обеспечивающей уверенность и адекватность задачам образования. Необходимо требовать наличия общедоступных информационных ресурсов для реализации учебных программ математического образования (в т.ч. в электронном формате) — инструментов деятельности обучающихся и научно-педагогических ра-

ботников, применения современных технологий образовательного процесса.

Необходимо добиваться повышения качества работы преподавателей математики (от педагогов общеобразовательных организаций до научно-педагогических работников организаций высшего образования), усиления механизмов их материальной и социальной поддержки, обеспечения им возможности обращаться к лучшим образцам российского и мирового математического образования, достижениям педагогической науки и современным образовательным технологиям, создания и реализации ими собственных педагогических подходов и авторских программ.

Необходимы как поддержка лидеров математического образования (организаций и отдельных педагогов и ученых, а также структур, формирующихся вокруг лидеров), так и выявление новых активных лидеров. Необходимо обеспечение обучающихся, имеющих высокую мотивацию и проявляющих выдающиеся математические способности, всеми условиями для развития и применения этих способностей. Необходима популяризация математических знаний и математического образования.

Национальные программы развития образования должны включать контроль за академическим уровнем образования, уровнем менеджмента в образовании, педагогический контроль, сфокусированный на искусстве обучения математическим наукам, профессиональный контроль-анализ выпускников вузов с точки зрения учета требований работодателей, поощрение разнообразия форм и методов обучения.

Особую же, если не центральную, роль должны играть образование и фундаментальная наука. Прежде всего, *инженерное образование и наука*, тесно связанные с математической подготовкой.

Литература

1. Научные школы Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана. История развития. — М., 2005.
2. Федоров И.Б. Сохраняя и развивая традиции, двигаясь вперед. Выступления 1991—2010 гг. — М., 2010.
3. Сидняев Н.И. Методологические аспекты преподавания высшей математики в контексте модернизации школьного математического образования // *Alma mater* (Вестник высшей школы). — 2014. — № 5. — С. 33—40.
4. Левичева В.Ф. Воспитание и образование в условиях модернизации российского общества // *Молодежь в современном российском обществе*. — М., 1995. — С. 57.
5. Данилаев Д.П., Маливанов Н.Н., Польских Ю.Е. Механизмы адаптивной коррекции процесса подготовки высококвалифицированных технических специалистов // *Инфокоммуникационные технологии*. — 2013. — № 1. — С. 105—111.
6. Сидняев Н.И. Концепция модернизации и развития отечественной системы инженерного образования // *Alma mater* (Вестник высшей школы). — 2014. — № 9. — С. 9—16.
7. Романов Е.В. Противоречия как источник инновационного развития системы высшего профессионального образования // *Alma mater* (Вестник высшей школы). — 2014. — № 5. — С. 9—13.

References

1. Scientific schools of N.E. Bauman's Moscow State Technical University. History of development. — M., 2005.
2. Feodorov, I.B. Preserving and developing traditions, going forward. Speeches of the years of 1991—2010. — M., 2010.
3. Sidnyaev, N.I. Methodological aspects of teaching of higher mathematics in the context of modernisation of school mathematical formation // *Alma mater* (Vestnik vysshei shkoly). — 2014. — No. 5. — P. 33—40.
4. Levicheva, V.F. Education and formation of conditions of modernisation of the Russian society // *Youth in modern Russian society*. — M., 1995. — P. 57.
5. Danilaev, D.P., Malivanov, N.N., Polskikh, Yu. E. Mechanisms of adaptive correction of the process of preparation of highly skilled technical experts // *Info-communicational technologies*. — 2013. — No. 1. — P. 105—111.
6. Sidnyaev, N.I. Concept of modernization and development of the national system of engineering education // *Alma mater* (Vestnik vysshei shkoly). — 2014. — No. 9. — P. 9—16.
7. Romanov, E.V. Contradiction as a source of innovative development of the system of higher vocational training // *Alma mater* (Vestnik vysshei shkoly). — 2014. — No. 5. — P. 9—13.

8. Сидняев Н.И. Современные проблемы элитного инженерного образования // Машиностроение и инженерное образование. — 2014. — № 3. — С. 64—74.

9. Григораш О.В. К вопросу улучшения качества подготовки студентов // Alma mater (Вестник высшей школы). — 2013. — № 3. — С. 71—75.

10. Томашпольский В.Я., Сидняев Н.И. О математике, математиках и кафедре «Высшая математика». — М., 2014.

8. Sidnyaev, N.I. Modern problems of elite engineering education // Machinery building & Engineering education. — 2014. — No. 3. — P. 64—74.

9. Grigorash, O.V. On the problem of improvement of quality of training students // Alma mater (Vestnik vysshei shkoly). — 2013. — No. 3. — P. 71—75.

10. Tomashpolisky, V.Ya., Sidnyaev, N.I. On mathematics, maths and sub-faculty of "Higher mathematics". — M., 2014.

А.М. ГАЗАЛИЕВ,

д. х. н., проф., академик НАН РК, ректор университета
E-mail: kargtu@kstu.kz

А.З. ИСАГУЛОВ,

д. т. н., проф., проректор
E-mail: aristotel@kstu.kz

И.В. БРЕЙДО,

д. т. н., проф., заведующий кафедрой
E-mail: jbreido@mail.ru

Карагандинский государственный технический университет (КарГТУ)

КОРПОРАТИВНАЯ МОДЕЛЬ УЧЕБНО-НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕДИНЕНИЙ В КАЗАХСТАНЕ

Выполнен анализ различных вариантов взаимодействия технических университетов с инновационной средой и промышленностью. В условиях Казахстана имеет перспективы корпоративная модель учебно-научно-производственных объединений (УНПО). Представлена информация об УНПО Карагандинского государственного технического университета, созданных в рамках консорциума «Корпоративный университет». В КарГТУ созданы и функционируют УНПО по подготовке специалистов в области металлургии, строительства, энергетики, транспорта и машиностроения. В состав каждого объединения входят отраслевые НИИ, выпускающие кафедры, центры рабочих профессий и филиалы кафедр на предприятиях консорциума. При этом весьма удачно соблюдается баланс интересов вуза, предприятий и НИИ, а все входящие в консорциум структуры сохраняют статус юридических лиц.

Ключевые слова: бакалавриат, технические специальности, Карагандинский государственный технический университет, корпоративная модель, учебно-научно-производственные объединения.

CORPORATE MODEL OF EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND PRODUCTIVE ASSOCIATIONS IN KAZAKHSTAN

A.M. Gazaliev, is doct. of Chemistry, prof., academician, rector of university; **A.Z. Isagulov**, is doct. of Engineering, prof., vice rector; **I.V. Breido**, is doct. of Engineering, prof.
Karaganda State Technical University (KarGTU)

Made is analysis of various options of interaction of technical universities with innovative environment and industry. In conditions in Kazakhstan perspectives has corporate model of educational, science and productive associations (ESPA). Presented is information of ESPA of Karaganda State Technical University, created within frames of consortium "Corporate University". At KarGTU are functioning ESPA on training of specialists in metallurgy, construction, power engineering, transport and mechanical engineering. Each association includes scientific research institutes, letting-out chairs and sub-faculties, centers of work professions and branches of chairs and sub-faculties at enterprises of consortium. Thus, very highly kept is the balance of interests of higher education institution, enterprises and scientific research institute, while all structures, constituting consortium, are keeping the status of legal entities.

Key words: bachelorship, technical specialties, Karaganda State Technical University, corporate model, educational, scientific and productive associations.

Интегрированные структуры

Стремление вузов адаптироваться к рыночным условиям в 1990-х гг. породило различные варианты взаимодействия технических университетов с инновационной средой и промышленностью.

На первом этапе формирования рыночных отношений по инициативе университетов были созданы различные интегрированные структуры [1]. Это учебно-научно-производственные комплексы (УНПК), учебно-научно-инновационные комплексы (УНИК), университеты исследовательского типа (УИТ), учеб-