

УДК: 371.851

П.В. Герасименко

доктор технических наук, профессор

Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I, г. Санкт-Петербург, Россия

ПУТЬ РЕФОРМИРОВАНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В ТЕХНИЧЕСКИХ ВУЗАХ РФ: ОТ ФРАГМЕНТАРНОГО ДО ФУНДАМЕНТАЛЬНОГО И ОБРАТНО

Аннотация. В статье рассматриваются результаты реформирования советского и современного математического образования в технических вузах с конца 30-х годов XX века до 2020 года XXI века. Выявлены тенденции развития школьной и вузовской системы математического образования за указанный период времени.

Ключевые слова: элементарная математика; ЕГЭ; школьная подготовка; высшая математика; методика обучения, программы.

DOI: 10.25206/2307-5430-2020-8-80-87

Качественная профессиональная подготовка студентов в техническом вузе должна формировать у выпускника твердые знания и способность быстро осваивать изменяемые его функциональные обязанности. Для этого профессиональные дисциплины инженера должны опираться на базовые дисциплины первых курсов, к числу которых относятся, прежде всего, математика и физика.

К сожалению, в последние десятилетия наметилась тенденция к понижению требований к уровню применяемого математического аппарата в профессиональных инженерных дисциплинах. Это обусловлено, прежде всего, низким уровнем знаний студентами высшей математики. Особенно это усилилось при переходе на подготовку бакалавров в технических вузах.

Как известно, учебные планы и программы определяют стратегию образовательного процесса в вузе. В советское время стратегические планы включали большое число тем математики, будучи обеспечены должным объёмом времени на их изучение, поскольку никакие тактические действия, включая методику, не позволяли кафедрам математики решить качественно задачу получения математического образования на должном уровне. Современные учебные планы обеспечивают только фрагментарное изучение математического аппарата.

Для исследования этих утверждений в настоящей статье рассмотрены изменения, которые не способствовали сохранению должного уровня математической

подготовки советского времени. Для этого проведен сравнительный анализ принятых в разные периоды времени примерных программ по математике.

Следует отметить, что в дореволюционное время до 1917 года объём курса математики составлял 380 часов. После гражданской войны и особенно в период перегибов этот объём резко снизился. Наинизший уровень в 160-200 часов был установлен в 1928-1931 годах, но затем начался рост и в 1934-1935 годах был достигнут уровень в 380-420 часов. Далее рост продолжался и в послевоенное время объём программ достиг максимального значения в 510 часов. Этот объём был закреплён постановлением Министерства высшей школы и не подлежал изменению вузами [1].

Следует отметить, что с 1931 по 1941 гг. огромную роль по обеспечению математической подготовки в технических вузах сыграла школа, поскольку стала выполнять главную задачу — готовить учащихся к поступлению в средне-специальные и высшие учебные заведения. Была создана методическая литература по вопросам преподавания математики, разрабатывались и внедрялись новые методы обучения.

Целью изучения математики в школе являлось получение учениками знаний по алгебре, геометрии и тригонометрии, выработка умений и навыков для применения основных положений из нее при решении задач практического и прикладного характера, развитие пространственного воображения и логического мышления [2].

Прикладному значению математики отводилась особая роль. В частности, в практические работы входило освоение логарифмической линейки, построение диаграмм, использование таблиц, решение задач, которые возбуждали интерес к ее аппарату, как к науке [3]. В конце 50-х годов возникли новые формы работы со школьниками — математические школы-десятилетки с углубленной программой по математике.

В 1963 г. при МГУ была создана школа — интернат под руководством А. Н. Колмогорова, которая позволила молодежи из отдаленных районов нашей страны раскрыть свой потенциал. В 1960-х годах роль университетского образования возрастает, увеличивается количество математических факультетов. В период конца 40-х — середины 60-х годов XX века был заложен фундамент советской модели классического математического образования [4]. Именно школьное математическое образование обеспечило, что с начала 80-х годов в примерной программе технических вузов объём высшей математики составил 510 часов. Эти типовые программы чётко определили, что курс высшей математики должен состоять из общего и специального курсов.

За последние десятилетия 21 века математическая подготовка студентов инженерных вузов на первых курсах достигла уровня 1928-1931 годов. Об этом

свидетельствует содержание и объем часов по математике, которые изучались и изучаются в технических вузах России в разные периоды (табл. 1)

В таблице в качестве примера приведено распределение часов в среднем по основным разделам курсов высшей математики для большинства специальностей, а ныне направлений, инженерных факультетов [5].

Дополнительно, в качестве раздела дисциплина высшая математика включает теорию вероятностей и математическую статистику, который содержит лекций и практических занятий в среднем 32 часа.

Таблица 1

Объемы часов по высшей математике

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	1967 год			2020 год		
		Л	ПЗ	Всего	Л	ПЗ	Всего
1	Линейная алгебра	10	6	16	6	20	26
2	Аналитическая геометрия	50	48	98	6	6	12
3	Введение в математический анализ	12	12	24	8	10	18
4	Дифференциальное исчисление функции одной переменной	28	28	52	12	12	24
5	Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных	10	10	20	8	10	18
6	Интегральное исчисление функции одной переменной	26	28	54	14	30	44
7	Кратные, криволинейные и поверхностные интегралы. Элементы теории поля	20	14	34	12	10	22
8	Комплексные числа. Теория функций комплексной переменной	34	22	56	-	-	-
9	Ряды. Гармонический анализ	28	24	52	10	10	20
10	Дифференциальные уравнения	22	22	44	22	22	44
11	Операционное исчисление, уравнения математической физики	8	8	16	-	-	-
12	Векторный анализ	6	4	10			
ИТОГО, часы		254	226	480	98	98	196
ВСЕГО, часы		480			196		

Методика, обеспечивающая фундаментальность и профессиональную направленность обучения в советское время, основалась на адаптации понятийного аппарата по математическим дисциплинам для технического вуза, выявлении и актуализации внутрипредметных и межпредметных связей, и тем самым способствовала формированию готовности студента применять полученные математические знания при изучении специальных дисциплин и в будущей профессиональной деятельности [2].

Профессиональная направленность обучения высшей математике в техническом вузе трактовалась как создание средствами математики условий для целенаправленного и непрерывного формирования готовности студентов использовать активные и глубокие математические знания при изучении общепрофессиональных и специальных дисциплин, пробуждения их интереса к изучению математики и усвоению профессионально значимых способов и видов деятельности. Профессиональная направленность обучения выступала как одно из основных требований к процессу подготовки специалиста [3].

Следует отметить, что требование профессиональной направленности вступало в противоречие с требованием качественной фундаментальной подготовки инженеров. Разрешению этого противоречия было одним из важнейших критериев повышения качества математической подготовки инженеров. Тем самым реализовывался комплексный подход: фундаментальность и профессиональная направленность обучения.

Профессиональное направление высшей математики, как учебной дисциплины, предусматривало изучение базовой (инвариантной) части курса и вариативной части, в которой учитываются особенности будущей специализации студентов и потребности в математических знаниях при изучении специальных дисциплин. В программах излагалась схема распределения общего курса (инвариантная часть) и спецкурсов (вариативная часть) с указанием содержания лекций, практических и лабораторных занятий, а также примерная тематика курсовых работ.

В них были зафиксированы отработанные в течение десятков лет нормы учебного времени, необходимого для изучения каждого раздела курса высшей математики. В каком-то смысле они могут служить образцовыми программами, относительно которых целесообразно проводить сравнительный анализ программы последующих лет

Каждый специальный курс был рассчитан на объём не менее 50 часов. К специальным курсам относились: «Теория функций комплексного переменного», «Теория уравнений математической физики», «Численные методы», «Методы оптимизации», «Математическая статистика» и другие. Отдельные вопросы спецкурсов рекомендовалось изучать объёмом менее 50 часов в общем курсе, если спецкурсы не предусматривались [2].

При разработке специальных курсов высшей математики отбор материала для каждой специальности проводился на основе глубокого анализа тенденций развития соответствующей отрасли. После этого устанавливался необходимый разумный компромисс между потребным математическим аппаратом и ограниченным бюджетом учебного времени на его изучение. Практически каждый спецкурс завершался курсовой работой. В качестве примера можно привести один из ее вариантов выполнения [6]. Содержание курсовой работы включало:

- построение математической модели, описывающей физический процесс из области будущей специальности и приводящей к необходимости решения задачи Коши для системы линейных дифференциальных уравнений (задача должна допускать аналитическое решение);
- аналитическое решение системы методами операционного исчисления и с помощью матричных функций;
- численное решение задачи Коши методами Эйлера, Рунге-Кутты и Адамса;
- построение по таблицам значений интерполяционного многочлена Ньютона и степенной функции методом наименьших квадратов;
- поиск корней построенного полинома методами хорд и касательных с заданной точностью;
- сравнительный анализ различных методов и оценка точности интерполяции.

Курсовая работа проводилась в 4 семестре параллельно с изучением специального курса «Численные методы».

Даже беглый сравнительный анализ количественных показателей двух программ, представленных в таблице, свидетельствует, что возможности решать поставленные задачи в настоящее время не мыслимо. Качество математической подготовки в настоящее время не может обеспечить фундаментальный уровень инженерной подготовки, который существовал в советское время. В России и странах СНГ он соответствует уровню 1928-1931 годов, когда изучение математики носило фрагментарный характер, который соответствует беглому изучению материала. Большинство сегодняшних бакалавров мыслят обрывочными образами. Взаимосвязь между фрагментами математических объектов они не могут найти, что приводит к неполному или искаженному представлению об объекте в целом.

Фрагментарность приводит к формированию сознания студентов, которое заполнено посторонним информационным мусором, не имеющему практической ценности. Множество накопленных обрывочных конструкций не может характеризовать наличие фундаментальных знаний, поскольку отсутствие взаимосвязей между ними создается только их видимость. И именно этих связей выпускникам часто не хватает для полноты картины, для анализа инженерных

задач. Поэтому большое число студентов на старших курсах университетов в РФ и стран СНГ сегодня демонстрируют «математическую серость».

Дело, вероятно, заключается не только в том, что большинство разделов не обеспечены должным объемом времени в существующем курсе математики. Очевидно, что если даже сохранить существовавшие разделы и объемы учебных часов, которые были в советское время, то вряд ли можно усвоить качественно их, зная ту математическую подготовку, которую получают сегодня в школе.

Бурное развитие компьютерной техники породило ошибочное мнение о целесообразности замены в учебном процессе вузов математики на информатику, на частичную замену непрерывной математики дискретной, на математические курсы прикладного характера, позволяющие без понимания реализованных в компьютерных программах идей и методов применять их для решения инженерных задач. Тем самым происходит подмена учебной цели, т.е. вместо освоения математических методов происходит освоение интерфейса программных продуктов. Это привело к тому, что по некоторым специальностям при увеличении содержательной компоненты программы уменьшилось число аудиторных часов.

Следует добавить, что при подготовке инженеров сегодня существует немалая проблема, связанная с внутренними противоречиями вузовского образовательного процесса. Она обусловлена возрастающим с огромной скоростью объемом информации, предлагаемой студенту для усвоения, и ограничениями, накладываемыми как объемом выделяемого времени, так и знаниями школьной математики студентами [7].

Для обеспечения качества обучения математики в вузе существуют методические системы организации уровневой дифференциации обучения, где учитывается начальный уровень довузовской подготовки и соответствующую этому уровню программы вузовской математической подготовки. Однако и она далеко не способна решить проблему. Таким образом, математическая подготовка будущих инженеров, которые должны на перспективе владеть современными информационными технологиями и способные осуществлять системный анализ и прогноз в определенной практической области, в настоящее время остается за пределами возможного.

Еще до введения ЕГЭ уровень школьной математической подготовки абитуриентов, поступающих в вуз, существенно понизился. Вполне закономерно, что проводимые в РФ и странах СНГ реформы потребовали введения в качестве вступительных испытаний по математике тестирования и собеседования, вместо решения сложных задач на письменном экзамене и проверки основных теоретических положений на устных вступительных экзаменах. Введение ЕГЭ еще в большей степени усилило падение математического образования.

Исследования, которые проводились во многих университетах по оценке влияния ЕГЭ на результаты изучения студентами математических дисциплин, показывают, что после его введения, уровень математической подготовки студентов существенно снизился [8–10], а, следовательно, понизился уровень знания инженерных дисциплин в технических вузах.

Существующие методы и методики обучения будущих специалистов, бакалавров и магистров не могут не учитывать то обстоятельство, что 90 процентов и более студентов в потоках и группах, имеют число баллов ЕГЭ по математике от 27 до 60. И это при том, что уровень сложности их заданий достаточно низкий.

Повсеместное внедрение в инженерных вузах подготовку бакалавров и набор студентов посредством ЕГЭ, породило огромную проблему обеспечения фундаментальной подготовки выпускников, которые должны, прежде всего, эксплуатировать современные технические устройства.

Таким образом, уровень математического образования в технических вузах не позволяет сформировать фундаментальные знания, как в «суперновых» бурно развивающихся, так и в традиционных областях. Для этого базовая составляющая должна, прежде всего, быть направлена на обеспечение фундаментальной подготовки по специальности, а не на подготовку области, обеспечивающей специальность, в том числе и по информатике. Поэтому при разработке образовательных программ требуется внедрение принципа разумного консерватизма, который характерен для математики и включает в себя преемственность и взвешенный учёт опыта.

На наш взгляд было бы целесообразно на уровне экспертов, например, тех же научно-методической комиссией, определить объём (не менее 400 часов) и содержание базового курса математики с достаточно чётко очерченными границами, как по включаемым в этот базовый курс разделам математики, так и по объёму часов на изучение этих разделов.

Библиографический список

1. История математического образования в СССР. – Киев: Изд-во «Наукова Думка», 1975. – С. 267-294.
2. Попов, А. А. Создание советской модели классического математического образования (конец 40-х — середина 60-х годов XX века). — // Молодой ученый. – 2014. – № 4 (63). – С. 1071–1073.
3. Маркушевич А. И. О повышении идейно-теоретического уровня преподавания математики в средней школе / Маркушевич А. И. // Известия АПН РСФСР. – 1951. – Вып. 31. – С.7–12.

4. Герасименко П.В. О преемственности в математическом образовании инженеров в начале 21 века / Герасименко П.В // Перспективы развития высшей школы: матер. X Междунар. науч.-метод. конф. – Гродно: ГГАУ, 2017. – С. 12-18

5. Бесекерский В.А. О курсе математики слушателей второго факультета / Бесекерский В.А. // Методический сборник. Вып. 21. Москва: ЛВИКА, 1969. – С. 14–20.

6. Герасименко П.В. Курсовая работа по высшей математике // Герасименко П.В., Хрущева И.В. // Научно-методический сборник. – Москва: МО РФ, 1995. – С. 109-112.

7. Герасименко П. В. Тенденции и перспектива математического образования в технических вузах / Герасименко П.В., Ходаковский В.А., Кударов Р.С., Бубнов В.П., Хватцев А.А. // Известия Петерб. ун-та путей сообщения. – 2017. Т. 14. – № 4. – С. 727–737.

8. Герасименко П. В. Результаты ЕГЭ по математике и успеваемость: цели, статистика, анализ, предложения / П. В. Герасименко, В. А. Ходаковский // Проблемы математической и естественно-научной подготовки в инженерном образовании. Исторический опыт, современные вызовы: сб. тр. Международной научно-методической конференции (11–12 ноября 2010 г., Санкт-Петербург) / Под общ. ред. В. А. Ходаковского. – СПб.: ПГУПС, 2011. – С. 38–51.

9. Герасименко П. В. О негативном влиянии результатов ЕГЭ по математике на подготовку специалистов в вузе и пути их устранения / П.В. Герасименко // Проблемы математической и естественно-научной подготовки в инженерном образовании. // Тезисы докладов 2-й Международной научно-методической конференции. – СПб.: ПГУПС, 2012. – С. 172–173.

10. Герасименко П.В. О возможности дообучения школьной математике студентов первого курса / П.В. Герасименко // Математика в вузе. Тр. XXII Междунар. научно-метод. конференции. – СПб.: ПГУПС, 2010. – С. 38 – 42.

Сведения об авторе:

Петр Васильевич Герасименко

E-mail: pv39@mail.ru; spin-code: 6396-2756.

Научные интересы автора: вычислительная математика, математическая статистика, математическое моделирование, учебный процесс в вузе, преподавание математики в школе и вузе.