

Е. А. Толкачева

кандидат физико-математических наук, доцент

В. Г. Казакевич

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ», г. Санкт-Петербург, Россия

О КОНЦЕПЦИИ СОДЕРЖАНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ ИНЖЕНЕРА

Аннотация. Скорость изменения технологий инженерной деятельности актуализируют вопросы разработки концепции содержания математического образования, как синтезатора профессионального образования инженера. Целью исследования является разработка системного подхода к методологии построения содержания и основным принципам его реализации. Выбор инвариантов трактовки математического инженерного образования в качестве основания концепции его содержания дает возможность сформулировать требования к организации обучения и проверить на практике его эффективность.

Ключевые слова: модель математики; математическое инженерное образование; концепция содержания образования; математические задачи; система задач.

DOI: 10.25206/2307-5430-2019-7-315-322

Реформы содержания высшего технического образования, в целом, и математической подготовки инженера, в частности, в последние годы в России носили локальный, разрозненный характер. Критика этих реформ общеизвестна, один из последних примеров высказывания на этот счет [9] содержит не только упреки в адрес школьного и вузовского образования, но и замечает, что для оптимизации экономики (системы народного хозяйства), необходимо сделать выбор межотраслевого синтезатора.

Потенциальным синтезатором же инженерного образования может служить его математическая составляющая. Безусловно огромны возможности математики для формирования культуры инженерного мышления. Именно поэтому не вызывает сомнений целесообразность разработки специальной методической системы «инженерной математики» [7].

Основание концепции содержания математического образования

Существует необходимость системно обдумать философию математического инженерного образования, стратегию обучения математике и воспитания

математической культуры мышления, методологию построения содержания и основные принципы его реализации, то есть обдумать концепцию содержания математического образования инженера [4].

Математические дисциплины относятся к базовой части инженерного образования, но не являются «вещью в себе». Содержание базовой части, будет использоваться потом в дисциплинах профессиональной, которым необходим математический аппарат как язык, на котором формулируются и проблемы, и решения. Материал спецкурсов, в свою очередь, будет использован в дальнейшей профессиональной деятельности, то есть необходимо учитывать ее потребности. Компетентностный подход переносит акцент с содержания обучения на результат этого обучения и призван повысить конкурентоспособность выпускников на рынке труда [10].

Новая парадигма управления качеством подготовки специалистов, основанная на профессиональных стандартах, дает возможность выделить виды профессиональной деятельности, в которой заинтересован работодатель, и сфокусировать задачу отбора содержания образования. Результатом образования должна быть профессиональная компетентность, которая включает в себя предметные компетенции, в том числе и математическую [8]. Но этот подход дает тактическое преимущество, ведь работодателю нужны исполнители, которые будут выполнять трудовые функции в соответствии с установленными регламентами. Профессиональный стандарт фиксирует сегодняшний день, текущий момент в профессии, то есть с учетом времени согласования, принятие и начала реализации образовательного стандарта, то получится «вчера». Стратегически же образовательные программы должны быть нацелены на будущее, на перспективу. Высочайшая скорость изменения технологий инженерной деятельности, разработка искусственного интеллекта и внедрение машинного обучения, взрывное по объему знаний и качества изменений развитие информационных технологий (Computer Science, Big Data) делают учет только сегодняшних конкретных потребностей работодателя невозможным. Существуют истоки формирования определенных качественных признаков содержания, связанные с инвариантами результата инженерного образования [2].

Именно по причинам, описанным выше, представляется более верным в качестве основания концепции содержания математического инженерного образования выбирать инварианты трактовки математического инженерного образования, его целей и задач.

Инварианты содержания математического инженерного образования

Реализуемый в настоящее время компетентностный подход акцентирует внимание на результатах обучения, на качество которого влияет абсолютная (причем привычная с рождения) доступность электронных ресурсов, которая зачастую приводит к полному нежеланию запоминать что-либо, а также к безоговорочному доверию к сетевым источникам. В результате - отсутствие кри-

тического восприятия информации, отсутствие желания ее проверить (да и возможности – знаний-то в голове нет, а Интернет выдаст ту же самую ссылку). Доказательство в принятой системе аксиом – вот единственное подтверждение истинности тех или иных утверждений. Российские аналитики выделяют *принцип доказательности* как главное преимущество традиционной российской математической подготовки, в то время как западная школа ориентируется на рецепты [1].

Формулирование бездоказательных утверждений в личностно-психологическом плане ведет к тому, что не возникает чувства ответственности. Этому немало способствуют анонимность в интернете, с одной стороны, и привычка формировать хоть какое-нибудь мнение и немедленно его высказывать, с другой. Высокий темп современной жизни подталкивает к тому, что влиятельнее и успешнее не то мнение, которое ближе к истине, а то, которое высказано быстрее. Это приводит, фактически, к неумению отличить истинное высказывание от ложного, особенно если оно сформулировано, как рассуждение. Речь учащихся с такой проблемой напоминает результат работы «генератора случайных текстов» - они говорят довольно сложными и грамматически согласованными предложениями, лишенными всякого смысла. Чтобы справиться с этим, необходимо донести до студентов мысль, что обучение невозможно без запоминания (иначе каждый раз процесс придется начинать заново) и доказательности. В процессе обучения необходимо постоянно напоминать им, что содержание первично, а форма вторична.

Именно поэтому в содержание математической составляющей инженерного образования в обязательном порядке на ранних этапах должны войти разделы, связанные с *культурой математических рассуждений и математической логикой*. Развитие памяти и критичности мышления, воспитание чувства ответственности за свои высказывания и действия становятся психолого-педагогическими задачами математического инженерного образования.

Исследования развития содержания математического инженерного образования в мире [1] дают нам представления об общности тенденций, вплоть до снижения уровня сформированности абстрактного мышления и пространственного воображения [3]. Инвариантом же развития выступает *единство и преемственность математических основ всех учебных дисциплин*, на которых базируется конкретная профессиональная образовательная программа.

Выстраивая математическое образование в ВУЗе, мы, фактически, создаем линейки курсов. На одном конце такой «линейки» – информация, полученная в школе, а на другой – то, чем будут оперировать студенты в своей профессиональной деятельности. Выстраивание линеек курсов, с одной стороны, экономит огромное количество времени (на повторном изложении материала и уже выполненной отработке базовых приемов). С другой стороны, приучает студентов к мысли, что мир един и разнообразен одновременно, а потому применение

методов, изложенных в одном курсе, к другому – норма. Математический анализ применим в физике, теория функций комплексной переменной - в электротехнике, статистика – в экономике, алгебра – в кодировании и так далее.

Конечно, трудно поспорить с тезисом, что на содержательном уровне нужно отобрать такой математический контент, который соответствует выбранной студентами профессии [6]. Зачастую сейчас в технических вузах РФ все математические курсы объединены в единую дисциплину «Высшая математика», в которой без всякой системы даются «куски» классического математического анализа, линейной алгебры, дифференциальных уравнений, аналитической геометрии, теории вероятностей и пр. Но, для организации формирования навыков интеллектуальной деятельности, для обучения обобщенным приемам мышления на операционально-деятельностном уровне, следует продумать *построение «линеек» математических дисциплин.*

Исходя из необходимости формирования инженерного стиля мышления (конкретность, предметная наглядность, образность), необходимо рассматривать математику как опытную, индуктивную науку, не отличающуюся от прикладных дисциплин, представленных в составе инженерной подготовки [7].

Основные результаты инженерного образования сформулированы в виде компетенций, из которых с математической составляющей связаны 2–3 компетенции в каждой образовательной программе. В основном они связаны со способностью использовать положения, законы и методы математики для решения задач инженерной деятельности. То есть обучающимся необходимо понимать язык математики и знать ее основные инженерные приложения. Наиболее эффективным представляется выстраивание базовых математических дисциплин в 2–3 «линейки», исходя из того, что является объектом изучения – язык математики, основные математические приложения в будущей инженерной деятельности (общие и специфические модели). Например, для компьютерных направлений «линейки по объектам» могут выглядеть следующим образом:

✓ Объект – математический язык (дисциплины: Алгебра и геометрия, Линейная алгебра, Алгебраические структуры);

✓ Объект – общеинженерные приложения, анализ данных (дисциплины: Математический анализ, Математическое моделирование, Теория функций комплексной переменной, Теория вероятностей и математическая статистика);

✓ Объект – специфические приложения, в данном случае – алгоритмы (дисциплины: Алгоритмы теории чисел, Дискретная математика, Теория графов, Математическая логика и теория алгоритмов).

Задачи – основа содержания математического образования инженера

Человеческая жизнь во многом состоит из необходимости ставить и решать задачи. Это вдвойне верно для человека, получающего высшее техническое образование, так как решение инженерных задач, реализация инженерных проектов будет составлять основу его профессиональной деятельности. В про-

цессе обучения необходимо выстроить и развить «инженерное» мышление. Это единственный способ подготовить будущих специалистов к самостоятельной деятельности, в частности, исследовательской. И математика является наиболее удобным инструментом для этого, ведь любая математическая задача является прототипом, моделью инженерного проекта.

Основу инженерного образования должно составлять решение инженерных задач, реализация инженерных проектов, то есть ограниченного по времени, целенаправленного изменения некоторой системы с установленными требованиями к качеству результатов, с возможными рамками расхода ресурсов и специфической организацией [2]. Следовательно, основу содержания математического образования инженера должны составлять, как и сейчас, математические задачи, но важно спрогнозировать конечный результат обучения и выработать комплексное понимание его качества.

Результатом изучения базовых математических дисциплин должно быть знание конкретных формул, типовых задач и умение эффективно (по затратам как времени, так и иных ресурсов) решать их типовыми методами. А также умение ориентироваться в информационном пространстве, которое позволит, при столкновении с нетиповой задачей, во-первых, зафиксировать этот факт, а во-вторых, самостоятельно найти путь решения, используя нетипичные методы. На все задачи «шаблонов не напасешься», но отсутствие шаблона – это не повод впасть в панику, а начало работы, результатом которой будет самостоятельно решенная задача. И внезапно оказывается, что работа может быть интересной, что это огромное удовольствие: придумать решение самостоятельно! Для достижения необходимого качества обучения нужно не только показать студенту радость исследования, но и дать возможность уважать себя, как способного чего-либо достичь собственным трудом.

Чтобы самостоятельно и осмысленно решать задачи, необходимо владеть:

- 1) терминологией задачи;
- 2) объектами задачи (знание определений, умение приводить примеры и контрпримеры, умение выяснить, является ли объект объектом данного типа);
- 3) внутренними структурами объектов (знание полной классификации объектов, умение выбрать основание классификации в рамках конкретной задачи, умение отнести объект к одному из классов и обосновать свой выбор);
- 4) взаимосвязями между рассматриваемыми объектами;
- 5) типовыми приемами, алгоритмами и методами (ММИ, алгоритм Евклида, и т.д.) и представлениями о границах их применимости;
- 6) специфическими приемами (знание допустимых операций над объектами, умение их применять, представление о возможных результатах);
- 7) анализом (умение, интерпретируя условие или промежуточный результат, придумать очередной шаг на пути решения задачи, а также интерпретировать конечный результат);

8) синтезом (умение на очередном шаге решения построить новый объект, который будет результатом этого шага, и к которому затем будут применяться аналитические методы);

9) понятием границы применимости (умение оценить применимость алгоритма или метода к объектам задачи, а также корректно модифицировать алгоритм в случае необходимости).

Предложенный список иерархически не упорядочен, но может служить прогнозом желаемого образовательного результата. Соотношение этого прогноза с представлениями о том, что именно определяет специфику требуемого качества, позволяет выделить основания для отбора и формирования систем задач, как компонентов содержания математического образования инженера.

Отбор и формирование систем задач, последовательно знакомящих с терминологией, объектами, их структурой, взаимосвязями между ними и, наконец, специфическими приемами работы, позволяет значительно повысить уровень понимания студентами происходящего. Это особенно актуально для курсов, требующих высокого уровня абстрактного мышления, что относится ко всем современным инженерным направлениям. Следует отметить, что способностью к обобщению могут похвастаться далеко не все учащиеся, а решение систем задач согласно «иерархии» приводит к существенному увеличению количества умеющих оперировать абстрактными понятиями. Полученные в результате знания, позволяют не только понять постановку абстрактной задачи и применять в процессе ее решения аналитические и синтетические методы (с учетом границ применимости), но и корректно интерпретировать все промежуточные и конечный результаты.

Описанный подход к построению системы задач согласуется с аппаратной моделью математики, восприятием математики как аппарата обработки информации: формализации, перевода, преобразования, контроля [6].

Современное развитие информатики, компьютерных наук тесно связано с фундаментальной математической, поэтому их математическая подготовка должна состоять из взаимосвязанных частей: базовой и профессиональной. Математическая подготовка на факультете компьютерных технологий и информатики СПбГЭТУ «ЛЭТИ» строится согласно такой концепции [5]. Математическая составляющая рассматривается как синтезатор всего современного инженерного образования, связанного с компьютерными, и шире, с информационными технологиями, что и является отправной точкой для разработки концепции содержания математического образования инженера.

Библиографический список

1. Боев О., Имас О. Тенденции математической подготовки инженеров // Высшее образование в России. 2005. № 4. С. 15-22. URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/tendentsii-matematicheskoy-podgotovki-inzhenerov>
(Дата обращения: 18.08.2019)

2. Бурков В.Н., Новиков Д.А. Как управлять проектами. М.: СИНТЕГ — ГЕО, 1997. 188 с.

3. Герасименко В. П., Ходаковский В. А., Кударов Р. С., Бубнов В. П., Хватцев А. А. Тенденции и перспектива математического образования в технических вузах // Известия Петербургского университета путей сообщения. 2017. № 4. С. 727–737. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tendentsii-i-perspektiva-matematicheskogo-obrazovaniya-v-tehnicheskikh-vuzah> (Дата обращения: 18.08.2019)

4. Колесникова И.А., Горчакова-Сибирская М.П. Педагогическое проектирование. М: Издательский центр «Академия», 2005. 288 с.

5. Математическое образование инженера (TEMPUS PROJECT META-MATH Modern Educational Technologies for Math Curricula in Engineering Education of Russia): сб. ст. Ч. I. /Сост. Поздняков С.Н./ М.: Изд-во «Элмор», 2015. 106 с.

6. Мельников Ю.Б., Боярский М.Д., Локшин М.Д. Определение приоритетов обучения математике будущих экономистов и инженеров на основе моделей математики // Современные проблемы науки и образования. 2017. № 6. С. 233-242.

7. Основы инженерной математики: теория и методика интегрированного обучения: монография / В.М. Федосеев, М.А. Родионов, Г.И. Шабанов. М.: ИНФРА-М, 2018. 120 с.

8. Плахова В. Г. Математическая компетенция как основа формирования у будущих инженеров профессиональной компетентности // Известия РГПУ им. А.И. Герцена. 2008, № 82-2. С. 131-137.

9. Сергеев О. Математическое образование инженеров и качество технических объектов: электронный ресурс. URL: <https://pandoraopen.ru/2018-12-14/matematicheskoe-obrazovanie-inzhenerov-i-kachestvo-tehnicheskix-obektov/> (дата обращения: 18.08.2019)

10. Сергеев, А. Г. Образовательные и профессиональные стандарты в инновационном вузе: метод. пособие / А. Г. Сергеев, И. П. Шеин, Е. А. Баландина; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. Владимир: Изд-во ВлГУ, 2017. 196 с.

Сведения об авторах:

Елена Алексеевна Толкачева

Служебный адрес: СПбГЭТУ «ЛЭТИ», каф. Алгоритмической математики (бывш. ВМ-2), 197376, г. Санкт-Петербург, улица Профессора Попова, дом 5.

E-mail: eatolkacheva@etu.ru. Spin-code: 2806-2107.

Виктория Григорьевна Казакевич
Служебный адрес: СПбГЭТУ «ЛЭТИ», каф. Алгоритмической математики
(бывш. ВМ-2), 197376, г. Санкт-Петербург, улица Профессора Попова, дом 5.
E-mail: sokratt@gmail.com. Spin-code: 3718-6245.

УДК 51:37

В. А. Уланов¹

кандидат физико-математических наук, доцент

Т. А. Уланова²

кандидат физико-математических наук, доцент

¹Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
г. Санкт-Петербург, Россия

²Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет), г. Санкт-Петербург, Россия

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ПО ДОМАШНЕМУ ЗАДАНИЮ, КАК МЕТОД ЕГО ПРОВЕРКИ

Аннотация. Выполнение домашних заданий по математике является одним из важнейших условий изучения и освоения предмета. Только решив индивидуально достаточно большое количество задач, студент может осознанно сделать вывод, насколько хорошо им усвоен материал. Известно, что многие студенты легко найдут для себя любого рода причины не выполнить домашнюю работу. К тому же преподаватель физически не может проверить каждого студента. Предлагается один из способов проверки домашнего задания путем проведения самостоятельных работ именно по заданным примерам. В данных заметках обосновывается эффективность такого способа обучения и предлагается, каким образом технически это можно осуществить.

Ключевые слова: самостоятельная работа; домашнее задание; эффективная проверка; рабочая программа

DOI: 10.25206/2307-5430-2019-7-322-327

Преподаватели высшей математики, к сожалению, наблюдают постоянное, неуклонное снижение качества математического образования школьников (учащихся колледжей, лицеев). Студентов, особенно на первом курсе, всё-таки необходимо вывести на принятый в вузе достаточный уровень. Для этого объективно необходимы дополнительные затраты времени. Надо, чтобы студент не просто «прошел» тот или иной раздел математики, а получил устойчивые знания и умение. Одна из задач преподавателя – помочь студенту.