

100 ЗАДАЧ КАК НЕОБХОДИМЫЙ БАЗИС ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТА

100 TASKS AS A NECESSARY BASIS FOR SPECIALIST TRAINING

А. Н. Богданов^{1,3}, И. М. Кондратьев^{2,3}

¹НИИ механики МГУ, г. Москва, Россия

²Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН, г. Москва, Россия

³Московский государственный технический университет
им. Н.Э. Баумана, г. Москва, Россия

A. N. Bogdanov^{1,3}, I. M. Kondratiev^{2,3}

¹Institute of Mechanics Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

²Mechanical Engineering Research Institute of the Russian Academy
of Sciences, Moscow, Russia

³Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russia

Аннотация. Более 30 лет назад академик В.И. Арнольд предложил оценивать знания выпускников физико-математических отделений университетов, проверяя их умение решать набор базовых задач, которые должны регулярно обновляться. Несмотря на привлекательность и ряд достоинств предложенная идея до сих пор не нашла широкого применения на практике. Обсуждается вопрос о целесообразности применения подобного подхода для оценки уровня математических знаний у выпускников технических университетов.

Ключевые слова: преподавание математики; инженерная математика; базовые знания.

Abstract. More than 30 years ago, Academician V.I. Arnold proposed to evaluate the knowledge of graduates of physics and mathematics departments of universities, checking their ability to solve a set of basic tasks that should be regularly updated. Despite the attractiveness and a number of advantages, the proposed idea has not yet found wide application in practice. The question of the expediency of using such an approach to assess the level of mathematical knowledge among graduates of technical universities is discussed.

Keywords: mathematics teaching; technical university; engineering mathematics; basic knowledge.

В свое время В.И. Арнольд, размышляя над проблемами математического образования, предложил, как критерий математической образованности, собрание из 100 задач, которые должен уметь решать выпускник вуза, прошедший обучение математической специальности [1].

Какое-то внутреннее совершенство числа 100, его достаточно большая величина, вызывают уважительное отношение к базису именно из такого количества задач, способного включить в себя, по мнению В.И. Арнольда, всю полноту математики (!) для приступающего к научной работе *студента-физика*. Владимир Игоревич употребляет для этих задач эпитет «эталонные».

Собранные В.И. Арнольдом задачи по своей тематике относятся к различным разделам математики: математическому анализу, дифференциальным уравнениям, аналитической геометрии, теории функций комплексного переменного, дифференциальной геометрии, топологии, уравнениям в частных производных, алгебре, теории вероятностей.

Формулировки условий задач были даны очень кратко, при том в некоторые из них без объяснения были включены специальные термины (числа Бетти, индекс точки, конформное отображение и т.п.). Кстати, в основном тексте статьи Арнольда была приведена одна проверочная задача, её условие таково: вычислить с 10-процентной точностью среднее значение от сотой степени синуса, потратив на вычисление не более 5 минут.

Решения задач автором не были приведены, что оставило известный произвол в том, что же считать решением, на каком уровне в процессе его получения – общая формула, метод решения, доведение до числа – можно (или следует) остановиться.

Предложенные Арнольдом задачи рассчитаны на выпускников физико-математического отделения университетов. Возникает законный вопрос: а возможно ли составление подобного списка эталонных задач по математике для студентов инженерных специальностей? Прежде чем ответить на этот вопрос, целесообразно вначале кратко рассмотреть процесс инженерного образования и место в нём математики.

В первую очередь, следует также отметить расплывчатость самого понятия ‘инженер’: «это может быть конструктор, и экономист, и управленец, и экспериментатор, и программист, к тому же нынешний инженер часто вынужден быть ‘един во многих лицах’» [2]. А обязанности и функции инженеров разных инженерных специализаций могут сильно отличаться друг от друга. В общем случае инженерная деятельность включает в себя поиск новых технических решений и конструирование, моделирование и проведение экспериментов, выполнение различных расчетов, изготовление опытных образцов и их испытание и т.д. Естественно, что инженерное образование должно позволять специалисту успешно заниматься всеми указанными видами деятельности, используя для этого в том числе и полученные в техническом университете математические знания.

Как правило, инженерное образование складывается из двух этапов. Вначале, в первые два года обучения, будущие инженеры получают фундаментальную подготовку, изучая математические, естественнонаучные и общеинженерные дисциплины, а с третьего курса, студенты начинают изучение специальных инженерных дисциплин, соответствующих выбранной ими специальности.

То, что математика является основой инженерного образования, признали уже давно. «От нас требовали прекрасного усвоения основ физико-математических знаний, на базе которых инженер имеет всё для своего дальнейшего роста», – вспоминал выдающийся русский инженер Владимир Григорьевич Шухов годы своей учебы в 70-х годах XIX века в Императорском Московском Техническом Училище (ныне – МГТУ им. Н.Э. Баумана), открывшем миру русскую систему инженерного образования [3].

На первом этапе инженерного образования в ряду математических дисциплин по традиции изучают математический анализ, аналитическую геометрию, интегралы и дифференциальные уравнения, линейную алгебру, теорию вероятностей и математическую статистику, теорию функций комплексного переменного и некоторые другие.

Математический аппарат в той или иной степени фигурирует и в общеинженерных дисциплинах – начертательной геометрии, теоретической механике, сопротивлении материалов, теории механизмов и машин.

Следует сказать, что с развитием компьютеров и программного обеспечения некоторые общеинженерные дисциплины постепенно утрачивают свою практическую ценность: например, свойственные начертательной геометрии задачи эффективнее решать, применяя аппарат линейной алгебры.

Между тем именно начертательная геометрия может служить примером дисциплины, где идея о наборе эталонных задач, умение решать которые служит критерием оценки успешности освоения студентом соответствующей дисциплины, нашла реализацию. Ещё более 50 лет назад, задолго до предложения В.И. Арнольда, студентам МВТУ выдавались особые рабочие тетради, содержащие примерно 100 типовых задач по начертательной геометрии; без решения всех этих задач и соответствующего заполнения рабочей тетради студент к зачету по начертательной геометрии не допускался.

Базовые математические дисциплины, читаемые на первых двух курсах технического университета, практически не имеют никакой инженерной специфики: обычно излагаемый теоретический материал не сопровождается рекомендациями того, в какой степени и для каких задач им надо владеть.

Между тем В.Г. Шухов говорил: «Нельзя требовать от нас, людей жизни, особого внимания к беспредметным приложениям математических выкладок» [4]. Для инженера математика всегда оставалась прикладной наукой.

В связи с этим представляется целесообразным, чтобы наряду с изложением конкретных математических разделов будущим инженерам давали общее представление о возможностях современной математики и тех классах задач, для решения которых могут быть использованы конкретные математические методы и средства.

С прикладной стороны математики будущие инженеры обычно знакомятся на втором этапе инженерного образования при изучении специальных инженерных дисциплин и выпол-

нении курсовых проектов. Ответственность за этот этап инженерного образования возлагается главным образом на специалистов профильных кафедр. Именно они учат студентов строить математические модели, знакомят с методами их анализа и интерпретации результатов.

Учебные книги под условными заголовками типа «Математика для инженеров» обычно предназначены как раз для обучения на этом этапе. Подобная литература появилась достаточно давно: Одной из первых стала книга Т. Кармана и М. Био «Математические методы библиотека инженера», вышедшая в 1946 году в серии «Физико-математическая библиотека инженера» [5]. Она знакомила инженеров с некоторыми общими и специальными вопросами математики, физики и механики, встречающимися в практической и научно-исследовательской работе инженера.

В современных условиях широкого распространения компьютеров особую важность на втором этапе приобретает изучение и освоение численных методов, получение навыков составления вычислительных алгоритмов (в том числе для параллельных вычислений), умение оценивать точность численных расчетов, сходимость и устойчивость численных решений.

В идеале обучение математике в техническом университете должно быть «примером гармоничного сочетания чистой и прикладной математики, объединения строгого и доказательного изложения материала с практической направленностью многочисленных примеров и задач, рассматриваемых в ходе учебного процесса, что обеспечивает тесные межпредметные связи курса математики с естественнонаучными и общеинженерными дисциплинами, повышает мотивацию к освоению математики, способствует осознанию учащимися необходимости получения глубоких математических знаний для успешного овладения выбранной инженерной профессией» [6].

Теперь вернёмся к вопросу об эталонных задачах. Безусловно, сформировать 100 задач по математике для инженеров можно; понятно также, что эти задачи должны быть существенно проще тех, что предложены Арнольдом для выпускников физико-математических отделений. Однако математические задачи будут оценивать инженера лишь как математика, а не как собственно инженера.

Поэтому если речь идёт об эталонных тестах для инженеров, то правильнее формировать список таких задач, которые помогут оценивать именно способность инженера применять математический аппарат для решения различных инженерных задач. А поскольку, как отмечалось ранее, различные инженерные специализации предполагают необходимость решения разных задач, то и список «инженерных» задач не может быть единственным. «Составление эталонных задач — трудоемкая работа, но я думаю, ее необходимо проделать», — утверждал В.И. Арнольд, отмечая важность предложенного им подхода.

Работа выполнена в соответствии с планом научных исследований НИИ механики МГУ и МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Библиографический список

1. Арнольд В.И. Математический тривиум // Успехи математических наук. 1991. Т. 46, вып. 1. С. 225-232.
2. Казанджан Э.П. Школьник – абитуриент – студент – инженер. М.: Изд-во МГТУ, 1990. 80 с.
3. Из записных книжек В.Г. Шухова // От машин до роботов (в 2-х книгах. Кн. 2): Очерки о знаменитых изобретателях, отрывки из документов, научных статей, воспоминаний, тексты патентов / Сост. М. Н. Ишков. М.: Современник, 1990. 414 с.
4. Арнаутков Л.И., Карпов Я.К. Повесть о великом инженере. М.: Моск. рабочий, 1981. 302 с.
5. Карман Т., Био М. Математические методы в инженерном деле. М.; Ленинград: Гос-техиздат, 1946. 423 с.
6. Власова Е.А., Казанджан Э.П., Попов В.С. Некоторые аспекты математической подготовки инженеров // Гуманитарный вестник. 2017. Вып. 5. С. 1-11.

Сведения об авторах:

Андрей Николаевич Богданов, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник

SPIN-code: 8906-7804, ORCID: 0000-0001-9541-0579.

Игорь Михайлович Кондратьев, кандидат технических наук

SPIN-code: 9075-6880, ORCID: 0009-0002-6340-8049