УДК 51:531

ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ОБЩЕИНЖЕНЕРНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ У СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКИХ ВУЗОВ

THE APPLICATION OF MATHEMATICAL METHODS IN THE FORMATION OF GENERAL ENGINEERING SKILLS STUDENTS

Ягафарова Х.Н., Ямалтдинов А.И.

ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный нефтяной технический университет» филиал г. Октябрьский, Российская Федерация

Yagafarova H.N., Yamaltdinov A.I.

FSBEI HPE “Ufa State Petroleum Technological University”, branch, Oktyabrsky, Russian Federation

e-mail: yagafarova-kh@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена воспитанию естественного мировоззрения на базе изучения основных законов механики и возможности применения студентами технического высшего учебного заведения компетенций в области математических наук. Авторами подчеркивается значение дисциплины «Теоретическая механика» как основы профессиональной подготовки бакалавров по направлению 151000 «Технологические машины и оборудование». Особое внимание уделено междисциплинарной связи «Теоретической механики» и «Высшей математики», показано, что при изложении теоретических основ и решении практических работ дисциплин естественнонаучного и профессионального циклов нужно опираться на математический аппарат. В статье рассматриваются известные способы применения студентами технического высшего учебного заведения базовых знаний и компетенций в области математических наук. Далее раскрывается опыт работы

преподавателей общеинженерных дисциплин филиала УГНТУ в г. Октябрьском, проводимый в направлении второго метода, то есть выбора некоторых показательных групп технических задач и демонстрации математических методов, ведущих к их разрешению. В предлагаемой статье предлагаются примеры эффективного формирования преподавателями высшей математики компетенции применения студентами аналитических и численных методов и алгоритмов математики при решении технических задач. При этом делается акцент на то, что преподавателям высшей математики необходимо излагать математические понятия и методы не только с точки зрения их логического развития, а в большей мере с точки зрения их приложения. Поэтому в предлагаемой статье приводятся как классификация компетенций в области методов математического анализа, так и примеры применения вышеуказанных знаний и умений при изучении всех трех разделов (статика, кинематика, динамика) теоретической механики. Авторы полагают, что сопоставление и интегрирование перечня компетенций, формируемых при изучении различных дисциплин, является одним из значимых способов формирования профессиональной компетентности специалистов, удовлетворяющих требованиям в нефтегазодобывающей отрасли.

Abstract. The article is devoted to the education of natural worldview based on the study of the basic laws of mechanics and the possibility of using students of technical higher educational institutions of competences in the field of mathematical Sciences. The authors underscore the importance of "Theoretical mechanics" discipline as the basis of professional training bachelors in 151000 "Technological machines and equipment". Special attention is given to interdisciplinary communication of "Theoretical mechanics" and of "Higher mathematics", it is shown that the theoretical foundations and the practical work of the disciplines of the scientific and professional cycles need to rely on mathematical tools. The article discusses methods which are known for the use of students of technical higher educational institutions of basic knowledge and

competences in the field of mathematical Sciences. Further reveals the experiences of teachers of General engineering disciplines branch Ufa state petroleum technical University in October, held in the direction of the second method, that is indicative of some of the groups of technical tasks and demonstrate mathematical methods, leading to their resolution. The article offers examples of effective formation of teachers of mathematics competence of students to use analytical and numerical methods and algorithms mathematics in solving technical problems. While emphasizing that teachers of mathematics need to express mathematical concepts and methods not only from the point of view of their logical development, and to a greater extent from the point of view of their application. Therefore, the author presents as the classification of competences in the field of methods of mathematical analysis and examples of applying the above knowledge and skills in the study of all three sections (statics, kinematics, dynamics) of theoretical mechanics. The authors believe that the comparison and integration of the list of competencies that are formed when studding of various disciplines, is one of the important ways of formation of professional competence of specialists that meet the requirements in the oil and gas industry.

Ключевые слова: высшая математика, теоретическая механика, законы механического движения, математические методы, компетенция общепрофессиональные способности, студент.

Key words: mathematics, theoretical mechanics, the laws of mechanical motion, mathematical methods, competence, general professional skills, student.

В настоящее время обучение бакалавров в нашем образовательном учреждении ведется согласно требованиям «Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки 151000 «Технологические машины и оборудование» [7], на основании которого по

всем дисциплинам разработаны рабочие программы и учебно-методические комплексы на основе компетентностного подхода. В соответствии с новыми стандартами общепрофессиональные компетенции по профилю подготовки «Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов» формируются в рамках изучения таких дисциплин как инженерная графика, материаловедение, теоретическая механика, сопротивление материалов, теория механизмов и машин, детали машин и основы проектирования, гидравлические машины и т.д. [6, с. 19]. Освоение содержания вышеуказанных дисциплин предполагает целенаправленное применение студентами технического высшего учебного заведения базовых знаний и компетенций в области математических наук.

В соответствии с основной образовательной программой высшего профессионального образования по направлению подготовки 151000 «Технологические машины и оборудование» по профилю «Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов» содержание теоретической механики включает в себя общие законы движения и равновесия материальных точек и механических систем. В рамках дисциплины исследуются простейшие логические модели, на которые могут быть разложены объекты техники и природы, дается научный метод познания законов механического движения систем [6, с. 72]. Компетенции, формируемые у студентов при изучении теоретической механики, развивают инженерное мышление с точки зрения изучения современных методов, правил, норм расчета и конструирования и воспитывают естественное мировоззрение на базе изучения основных законов природы и механики. В то же время подготовленность студентов в области классической механики является необходимой начальной базой знаний по общим методам анализа и синтеза механических систем, положенных в основу технологического оборудования, применяемого в сфере будущей профессиональной деятельности выпускника. По мнению Маркеева А. П. «Как фундаментальная наука теоретическая механика была и остаётся не

только одной из дисциплин, дающей углублённые знания о природе. Она также служит средством воспитания у будущих специалистов необходимых творческих навыков, к построению математических моделей происходящих в природе и технике процессов, к выработке способностей к научным обобщениям и выводам» [4, с. 9].

Сложность формирования учебных материалов курса теоретической механики по требованиям нового стандарта заключалась в необходимости сохранения основного круга тем, которые входили в состав его разделов, при этом также нельзя было забывать, что содержание каждого отдельно взятого раздела традиционно вызывают у студентов трудности для изучения. Вместе с тем следовало учесть наработки, достигнутые за последние годы в области методов решения механических задач, и в полной мере использовать те возможности, которые предоставляют современные средства вычислительной техники и информационные технологии. Необходимо отметить, что существенные изменения, которые внесены за последние годы в содержание курса высшей математики, создают благоприятные предпосылки для преподавания «Теоретической механики» (поскольку при изложении её теоретических основ и решении практических и курсовых заданий можно опираться на математический аппарат).

В этой связи А.В. Валов полагает, что: «Раздел математики, имеющий дело с созданием и обоснованием численных алгоритмов для решения сложных задач различных областей науки, часто называют прикладной математикой; американцы применение численных методов к физическим задачам называют вычислительной физикой. Главная задача прикладной математики – фактическое нахождение решения с требуемой точностью; этим она отличается от классической математики, которая основное внимание уделяет исследованию условий существования и свойств решения» [1, с. 9]. Действительно изучение инженерных наук невозможно без прикладной математики, важно и то, как используются те или иные

численные методы. Еще в середине прошлого столетия американские ученые Т. Карман и М. Био утверждали, что «существуют два пути обучения искусству приложения математики к техническим задачам. Первый состоит в построении систематического курса, содержащего избранные разделы математики и включающего в себя специально подобранные примеры приложений. Следуя же второму пути, выбирают некоторые показательные группы технических задач и демонстрируют математические приемы, ведущие к их разрешению» [3, с. 8]. В своей работе преподаватели общеинженерных дисциплин в основном следуют второму способу, то есть выбирают некоторые показательные группы технических задач и демонстрируют математические приемы, ведущие к их разрешению.

Известно, что для изучения дисциплины «Теоретическая механика» необходимо иметь соответствующую математическую подготовку, а в результате изучения студент должен овладеть методами использования основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования [6, с. 73]. Для овладения вышеуказанными методами необходимо уметь: дифференцировать функции одного переменного, строить графики этих функций, быть знакомым с понятиями о естественном трехграннике, кривизне кривой и радиусе кривизны, знать основы теории кривых 2-го порядка; находить интегралы (неопределенные и определенные) от простейших функций, вычислять частные производные и полный дифференциал функций нескольких переменных, а также уметь интегрировать дифференциальные уравнения 1-го порядка с разделяющимися переменными и линейные дифференциальные уравнения 2-го порядка (однородные и неоднородные) с постоянными коэффициентами. В итоге, понимать сущность и значение основных законов и положений дисциплины «Теоретическая механика» позволяют

применение студентами знаний высшей математики по следующим разделам: алгебра и аналитическая геометрия, функции одной и нескольких переменных, интегрирование, дифференциальные уравнения и векторный анализ [6, с. 45]. А для выполнения практических расчетов необходимо, чтобы студенты владели навыками математического исследования прикладных вопросов, умели выбирать математические модели, методы исследования этих моделей и алгоритм решения.

В процессе обучения теоретической механике и другим общеинженерным дисциплинам возникает мнение, что большинство студентов используют только малую долю знаний, полученных при изучении математических курсов. Поэтому создается впечатление, что объем математических сведений, входящих в программы, соответствует в основном необходимости, но у студентов не развито в достаточной мере умение самостоятельно формулировать содержание заданной физической или технической задачи. В контексте общего представления: «Рефлексивно – оценочный компонент представляет осмысленное отношение студентов к результатам обучения, способность оценивать результаты, ошибки собственной деятельности, и деятельности других студентов, способность к саморегуляции. Огромное значение для определения эффективности развития профессиональных компетенций у студентов имеет выявление критериев сформированности тех или иных компонентов» [2, с. 52]. Для эффективного формирования компетенции применения аналитических и численных методов и алгоритмов математики при решении технических задач необходимо преподавателям высшей математики излагать математические понятии не только с точки зрения их логического развития, а в большей мере с точки зрения их приложения. Другими словами существует потребность не столько в том, чтобы дать «побольше математики», сколько в том, чтобы получше пояснить возможность ее применения.

Выработка практических навыков решения задач теоретической механики невозможно без применения математических методов, без изучения методов и алгоритмов построения математических моделей движения или состояния рассматриваемых механических систем, а также методов исследования этих математических моделей. При выполнении практических работ по разделу «Статика» теоретической механики применяются элементы векторной алгебры: понятие вектора, линейные операции над векторами, координаты вектора, скалярное произведение векторов и его свойства, проекция вектора на ось. Принципы графического представления пространственных образов, заложенные аналитической геометрией, помогают схематизировать реальные конструкции и их связи, выделять из общей конструкции сложного механизма модели и расчетные схемы, то есть помогают строить математические модели. При составлении уравнений равновесия или уравнений статики для различных расчетных схем используются знания по линейной алгебре, далее отыскиваются различные способы решения системы линейных однородных уравнений, то есть применяются навыки составления и исследования замкнутых систем уравнений для математических моделей.

Второй раздел теоретической механики предполагает развитие у студентов умений связывать с законами механики, повседневно наблюдаемые в реальной жизни движения материальных точек и тел. Поэтому кинематический анализ движения звеньев машин и механизмов невозможен без знаний темы высшей математики «Функции одной переменной». Так как понятие и смысл производной заложены в основных понятиях скорости и ускорения материальных точек и твердых тел. При определении траектории движения материальных точек необходимы знания по линейной алгебре, студенты должны уметь по уравнениям линий второго порядка строить графики окружности, эллипса, гиперболы и параболы. Также студенты должны уметь определять радиус и центр кривизны кривой - траектории движения материальной точки. В качестве

примера применения вышеуказанных знаний и умений обратимся к курсовой работе К1 по теме «Определение скорости и ускорения точки по заданным уравнениям ее движения» из «Сборника заданий для курсовых работ по теоретической механике» под редакцией А.А. Яблонского. В соответствии с заданием студенту согласно своему варианту (их всего 30) необходимо: по заданным уравнениям движения точки М установить вид её траектории и для определенного момента времени найти положение точки на траектории, её скорость, полное, касательное и нормальное ускорения, а также радиус кривизны траектории [8, с. 64]. Для выполнения данного задания вполне достаточно владения знаниями вышеуказанных тем высшей математики, поэтому студент может справиться с ним, еще не приступив к изучению теоретической механики.

Основной раздел «Динамика» теоретической механики посвящена изучению механического движения материальной точки и неразрывно связана с элементами теории обыкновенных дифференциальных уравнений. Согласно рабочей программе по темам «Дифференциальные уравнения движения материальной точки» и «Дифференциальные уравнения движения механической системы и возможность их интегрирования» студенты выполняют курсовые работы Д 1, Д 2 и Д 27 из «Сборника заданий для курсовых работ по теоретической механике» под редакцией А.А. Яблонского. Понятие и основные свойства определенного интеграла из темы высшей математики «Геометрические и механические приложения определённого интеграла» лежат в основе одной из важнейших характеристик теоретической механики - это геометрические характеристики плоских сечений. К геометрическим характеристикам плоских сечений относятся такие характеристики как: полярный момент инерции, полярный момент сопротивления, осевой момент инерции и осевой момент сопротивления, без них не обходится ни один расчет на прочность деталей машин и механизмов. Например, при исследовании движения твердых тел в задании Д 9 «Применение теоремы об изменении

кинетического момента к определению угловой скорости твердого тела»… используются осевые моменты инерции различных однородных пластинок.

Представленный в настоящей статье обзор взглядов показывает, что «последовательное стремление к математизации выступает характерной чертой естествознания на протяжении всей его истории. Диалектика математического и физического при этом не сводится к объединению готовой математической формы с определенным физическим содержанием. А соизмеримость их и согласование предполагают обоюдную взаимообусловленность и дополнительность, их плодотворный синтез и взаимопревращение, переход друг в друга, в котором физическое содержание научной мысли обретает себя в математической форме, а само содержание математического мышления опредмечивается в естественнонаучной картине мира как конкретном виде согласованного единства и соразмерной целостности мышления» [9, с. 213].

Обучая студентов, преподаватель высшего технического учебного заведения должен помнить о том, что «Результаты обучения – ожидаемые показатели того, что обучаемый должен знать, понимать и/или быть в состоянии выполнить по завершении процесса обучения» [5, с. 4]. В рамках государственных образовательных стандартов 3-го поколения (ФГОС-3) результаты обучения определяются в терминах уровня компетенции, приобретаемой студентом. Следует отметить, что при разработке нового учебного материала по «Теоретической механике» возникала необходимость сопоставления, интегрирования и выявления перечня компетенций, необходимых выпускнику по направлению подготовки 151000 «Технологические машины и оборудование» с перечнем планируемых общекультурных и профессиональных компетенций, формируемых при изучении различных дисциплин.

Особое внимание было уделено междисциплинарной связи «Теоретической механики» и «Высшей математики», так как учебные материалы, нацеленные на конечный результат, то есть на формирование и развитие значимых компетенций позволяют высшим учебным заведениям целенаправленно готовить специалистов, удовлетворяющих требованиям в нефтегазодобывающей отрасли.

Выводы

Рассмотрен опыт применения математических методов в изучении теоретической механики в филиале УГНТУ в г. Октябрьский.

Показано, что сопоставление и интегрирование перечня компетенций, формируемых при изучении дисциплин «Теоретической механики» и «Высшей математики» позволяет студенту направления подготовки 151000 «Технологические машины и оборудование» овладеть методами использования основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности.

Для выработки практических навыков решения задач теоретической механики предложены разделы из высшей математики без знания, которых невозможно изучение статики, кинематики и динамики.

Список используемых источников

1 Валов А. В. Численные методы решения уравнений для инженеров: учеб. пособие для вузов. Челябинск: Изд. центр ЮУрГУ, 2012. 110с.

2 Гусейнова Е.Л. Компоненты эффективности сформированности профессиональных компетенций у студентов вузов // Вестник Челябинского государственного педагогического университета. 2014. № 5. С. 50-58.

3 Карман Т., Био М. Математические методы в инженерном деле.- Пер. с англ. М.Г. Шестопала; под ред. А.М. Лопшица, 2-е изд. М.- Л: Гос. изд-во техн.-теор. лит., 1948. 424 с.

4 Маркеев А. П. Теоретическая механика: учеб. пособие для вузов. М.: Наука, 1990. 416с.

5 Настройка образовательных структур в Европе. Вклад университетов в Болонский процесс. // Проект: Интернет-изд. 26.12.03. URL: http://europa.eu.int/comm/education/socrates ects.html (дата обращения 04.02.15).

6 Основная образовательная программа высшего профессионального образования по направлению подготовки 151000 «Технологические машины и оборудование», профиль подготовки «Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов» (квалификация (степень) бакалавр). Уфа: Изд-во. УГНТУ, 2011. 115 с.

7 Технологические машины и оборудование» (квалификация (степень) бакалавр: Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки 151000 // Приложение к приказу № 556 Мин-ва образования и науки от 9 ноября 2009.

8 Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике / А.А. Яблонский и др.: учеб. пособие для студ. втузов; 10-е изд. М. : Интеграл-Пресс, 2003. 384 с.

9 Ягафарова Х.Н. Организация единства мира и формирование порядка как феномена самоорганизации материи // Вестник Башкирского университета. 2014. Т. 1, № 5. С. 211- 214.

References

1 Valov A. V. Chislennye metody reshenija uravnenij dlja inzhenerov: ucheb. posobie dlja vuzov. Cheljabinsk: Izd. centr JuUrGU, 2012. 110s. [in Russian].

2 Gusejnova E.L. Komponenty jeffektivnosti sformirovannosti professional'nyh kompetencij u studentov vuzov // Vestnik Cheljabinskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. 2014. № 5. S. 50-58. [in Russian].

3 Karman T., Bio M. Matematicheskie metody v inzhenernom dele.- Per. s angl. M.G. Shestopala; pod red. A.M. Lopshica, 2-e izd. M.- L: Gos. izd-vo tehn.-teor. lit., 1948. 424 s. [in Russian].

4 Markeev A. P. Teoreticheskaja mehanika: ucheb. posobie dlja vuzov. M.: Nauka, 1990. 416s. [in Russian].

5 Nastrojka obrazovatel'nyh struktur v Evrope. Vklad universitetov v Bolonskij process. // Proekt: Internet-izd. 26.12.03. URL: http://europa.eu.int/comm/education/socrates ects.html (data obrashhenija 04.02.15). [in Russian].

6 Osnovnaja obrazovatel'naja programma vysshego professional'nogo obrazovanija po napravleniju podgotovki 151000 «Tehnologicheskie mashiny i oborudovanie», profil' podgotovki «Mashiny i oborudovanie neftjanyh i gazovyh promyslov» (kvalifikacija (stepen') bakalavr). Ufa: Izd-vo. UGNTU, 2011. 115 s. [in Russian].

7 Tehnologicheskie mashiny i oborudovanie» (kvalifikacija (stepen') bakalavr: Federal'nyj gosudarstvennyj obrazovatel'nyj standart vysshego professional'nogo obrazovanija po napravleniju podgotovki 151000 // Prilozhenie k prikazu № 556 Min-va obrazovanija i nauki ot 9 nojabrja 2009. [in Russian].

8 Sbornik zadanij dlja kursovyh rabot po teoreticheskoj mehanike /A.A. Jablonskij i dr.: ucheb. posobie dlja stud. vtuzov; 10-e izd. M. : Integral-Press, 2003. 384 s. [in Russian].

9 Jagafarova H.N. Organizacija edinstva mira i formirovanie porjadka kak fenomena samoorganizacii materii // Vestnik Bashkirskogo universiteta. 2014. T. 1, № 5. S. 211- 214. [in Russian].

Сведения об авторах

About the authors

Ягафарова Х.Н., канд. философ. наук, доцент кафедры «Механики и технологии машиностроения» ФГБОУ ВПО УГНТУ, филиал г. Октябрьский, Российская Федерация

H.N. Yagafarova, Candidate of Philosophic Sciences, associate professor department “Mechanical and Manufacturing Engineering”, FSBEI HPE USPTU, branch, Oktyabrsky, the Russian Federation

e-mail: yagafarova-kh@mail.ru

Ямалтдинов А.И., канд. техн. наук, доцент кафедры «Механики и технологии машиностроения» ФГБОУ ВПО УГНТУ, филиал г. Октябрьский, Российская Федерация

A.I. Yamaltdinov, Candidate of Engineering Sciences, associate professor department “Mechanical and Manufacturing Engineering”, FSBEI HPE USPTU, branch, Oktyabrsky, the Russian Federation