

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ В ОБУЧЕНИИ МАТЕМАТИКЕ БУДУЩИХ МЕНЕДЖЕРОВ

Гордеева Н. М., Самойлова И. А.

ФГБОУ ВПО «Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана» (МГТУ им. Н. Э. Баумана), Москва, Россия, e-mail: nmgordeeva@bmstu.ru

В статье рассматриваются особенности преподавания математики студентам инженерно-экономических специальностей. Предлагается выстраивать учебный процесс на основе компетентностного подхода, который будет на постоянной основе обеспечивать связь математических дисциплин с будущей профессией. Утверждается, что использование прикладных задач и элементов математического моделирования не только повышает мотивацию и интерес студентов, но и способствует развитию их математической культуры. В работе приводятся конкретные примеры задач, предлагавшихся студентам младших курсов МГТУ им. Н. Э. Баумана при изучении базовых математических дисциплин, а также рекомендации по внедрению их в учебный процесс. Проведенные авторами эксперименты показали хорошую динамику остаточных знаний студентов по изучаемым дисциплинам. Статья адресована преподавателям математических дисциплин инженерных и экономических вузов и методистам.

Ключевые слова: прикладная задача, математическая модель, профессиональная ориентированность, обучение менеджеров, факторы повышения эффективности обучения, содержание обучения, формы и методы обучения, компетентностный подход.

USING REAL-LIFE PROBLEMS IN MATHEMATICS TEACHING FOR FUTURE MANAGERS

Gordeeva N. M., Samoylova I. A.

Moscow Bauman State Technical University, Moscow, e-mail: nmgordeeva@bmstu.ru

The article considers the features of teaching mathematics to students of engineering and Economics specialties. It is argued that the use of applied tasks, and elements of mathematical modeling not only increases student motivation but also contributes to the development of their mathematical culture. This approach is the actualization of students' knowledge, as well as strengthening the links between theory and practice, which may indicate some kind of modeling future professional activities. The paper presents specific examples of tasks proposed to the students, as well as recommendations for their introduction into the educational process. The experiments showed a high rate of residual knowledge of students on the subjects. The article is addressed to teachers of mathematical disciplines of engineering and economic universities and the Methodists.

Keywords: applied problem, mathematical model, focus on profession, education of managers, factors increasing teaching effectiveness, teaching content, forms and methods of teaching, competence-based approach.

В условиях постиндустриальной экономики, экономики знаний и перехода к компетентностно-ориентированному обучению существенно возрастает значимость надпредметного характера осваиваемых будущим выпускником компетенций. Однако базовые дисциплины, напрямую не относящиеся к профессиональному циклу, часто остаются за гранью внимания при формировании образовательных программ в рамках компетентностного подхода. Все изменения в этих дисциплинах в большинстве своем ведутся в предметно-содержательной плоскости, а не плоскости формирования компетенций. В качестве примеров применительно к подготовке будущих менеджеров в техническом вузе можно привести дисциплины гуманитарного цикла и базовые математические дисциплины.

Содержание предлагаемого подхода

Роль математики в части подготовки будущих инженеров и менеджеров возрастает с развитием научно-технического прогресса и усложнением круга задач, решаемых ими в профессиональной деятельности. Но при этом многими исследователями отмечается падение качества математического образования и низкая математическая культура студентов и выпускников. Тем не менее, менеджеру важно уметь использовать математический аппарат. В современных конкурентоспособных компаниях в базовых требованиях к профессиональным компетенциям менеджера предъявляются высокие требования. Так, «...выпускник должен ... владеть методами количественного анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОК-15); ... умением применять количественные и качественные методы анализа при принятии управленческих решений и строить экономические, финансовые и организационно-управленческие модели (ПК-31)» [8].

Многие авторы отмечают, что даже хорошо успевающие студенты не могут воспользоваться своими знаниями. Одни исследователи считают, что проблема в мотивации [7], другие – видят системную ошибку в проектировании учебных курсов [6].

Формирование исторически сложившейся системы знаний – умений – навыков довольно часто рассматривается как самодостаточный результат обучения в традиционных программах обучения математике. Объяснительный и репродуктивный методы обучения довольно часто приводят к отсутствию мотивации обучающихся на поиск новой информации (она и так дается в обработанном виде). Кроме того, происходит преобладание заучивания, поиска готовых шаблонов над требуемым анализом информации и ее обработкой. Таким образом, при традиционном обучении наблюдается разрыв между результатами обучения математике и требованиями ФГОС, ориентированными на реальную профессиональную деятельность [2].

Для решения проблемы необходимо изменение подхода к формированию содержания дисциплин.

«Главная задача студента – приобрести умения логически мыслить, строить математические модели, овладевать умениями и знаниями... по изучаемой теме, добиться осознанности в принятии решений при разрешении профессионально направленных проблем, что, в свою очередь, приводит к сформированности профессиональных компетенций» [2].

Нужно способствовать восприятию студентами математики «как универсального языка современной точной науки, а математического моделирования – как могучего средства изучения природы, техники и человеческого общества» [3].

Решение этой проблемы должно происходить в двух плоскостях. Во-первых, должно происходить постоянное совершенствование педагогических приемов и методик с целью

поднятия интереса к обучению в целом [4,5]. Во-вторых, в структуре базовых математических курсов для непрофильных (прежде всего, менеджерских) специальностей следует предусмотреть регулярное использование изучаемого математического инструментария для решения практических задач. А именно – включать элементы математического моделирования наблюдаемых в реальной жизни процессов и явлений, активно использовать в обучении прикладные задачи.

Некоторые авторы называют это кейс-технологией [2], другие – просто компетентностным подходом [6], третьи – элементами математического моделирования [7].

Не претендуя на создание новой технологии, будем называть это реализацией компетентностного подхода с использованием прикладных задач (в содержании обучения).

Как подобрать содержание занятий, отвечающее этим требованиям?

В своей профессиональной жизни каждый менеджер ежедневно принимает десятки управленческих решений, в основе которых лежит оценка – прибыли, цены, издержек и т.д. Естественно, что такая оценка должна на чем-то базироваться. Многофакторный учет параметров, многие из которых неочевидны или с трудом поддаются оценке – это и есть основная задача менеджера. И именно этому надо учить студентов.

Речь идет о трансляции компетенций в содержание обучения. В качестве решения предлагается активное внедрение прикладных задач и элементов математического моделирования во все изучаемые математические дисциплины.

Постановка указанных учебных прикладных задач требует довольно серьезной работы преподавателя, т.к. эти задачи должны обладать целым набором характеристик:

- 1) в своей проблематике быть понятными студентам;
- 2) при их решении они должны иллюстрировать изучаемый материал и инструментарий с целью его закрепления;
- 3) они должны быть предельно актуальными.

Безусловно, внедрение математических задач в учебный процесс сильно зависит от этапа, на котором находится текущая математическая компетентность студентов (понимания как возможности решать профессиональные задачи математическими методами). Если говорить о студентах младших курсов, то для них изучение математических дисциплин по сути – этап общеразвивающий [1]. Основной задачей этого этапа является создание базы для дальнейшей междисциплинарной интеграции. «Необходимо вооружить студентов базовыми математическими знаниями, умениями, навыками, заложить основы математической культуры, дать понимание **возможности и психологической готовности** применять математические методы при изучении других дисциплин» [1] (выделение авторов).

В качестве примера можно рассмотреть изучение математического анализа на первом курсе. Студенты часто формально заучивают формулы и даже успешно решают задачи и пишут контрольные, но быстро забывают материал, как только сдадут экзамен.

Фактически речь идет о формальных действиях, без понимания содержательной стороны деятельности. Для формирования теоретического мышления можно продемонстрировать им, что усвоенные формулы – прекрасный инструмент, который может пригодиться им в профессиональной деятельности.

Ниже приведен лишь небольшой (модельный) список задач, с которыми можно столкнуться менеджеру. Сколько стоит построить мост? Какой площади окажется лужа от пролитого литра масла? Сколько электроэнергии будет достаточно, чтобы обогреть помещение? Сколько краски нужно для покраски поверхности? Для принятия управленческих решений менеджер должен уметь оценивать хотя бы порядок ответа. Классическое построение модели – от выбора переменных, определения взаимосвязи между ними и существующих ограничений до определения целевой функции – накладывает достаточно серьезные ограничения на круг тех задач, которые могут быть предложены студентам. Но для повышения мотивации нужна иллюстрация нужности и важности математического инструментария, хотя бы как «ролевая игра в будущую работу».

Задача преподавателя – объяснить разницу между заданиями из учебника (где есть все данные и ответ) и проблемами, которые придется решать в будущей профессиональной жизни.

В качестве примеров можно рассмотреть:

1. Задачи на экстремум.
2. Задачи на приложения определенных интегралов.
3. Задачи, приводящие к составлению дифференциального уравнения.

В основном это физические задачи, интересные для студентов инженерных и технических специальностей, но малоприменимые для будущих экономистов и менеджеров, которым требуется что-нибудь более близкое к их деятельности. Проблема решается включением в подобные задачи экономической составляющей.

Основное условие – задача должна быть не из учебника. Это значит, что информация об объекте не является необходимой и достаточной для решения (возможно, что ее нет и надо еще найти), и это значит, что нет готового ответа, с которым можно сравнить результат. И еще это значит, что нет готового шаблона, по которому можно решать. Следовательно, студент демонстрирует знание содержательной стороны и наличие теоретического мышления.

Ниже приведены примеры таких задач:

Задача 1. Требуется рассчитать стоимость изготовления коробки заданного объема V . Коробка имеет цилиндрическую форму и закрывается сверху крышкой с высотой бортика $h = 0,05H$. Стоимость единицы площади материала дна коробки p_1 , из этого же материала полностью сделана крышка (с бортиком), а стоимость единицы площади материала боковой стенки коробки p_2 . Найти значение радиуса цилиндра, при котором общая стоимость материала для коробки будет наименьшей.

(Идеальным вариантом будет не текстовая формулировка задачи, а продемонстрированная упаковка, стоимость которой нужно посчитать и минимизировать).

Задача 2. Из ямы, имеющей форму усеченного конуса с большим радиусом R_2 и меньшим радиусом R_1 , нужно вычерпать некоторую смесь, имеющую непостоянную плотность $\rho(x) = ax + \rho_0$. Здесь x – координата (глубина) относительно уровня земли, она будет меняться в пределах от 0 до H .

1. Требуется посчитать затраченную работу.
2. Не будет ли выгоднее сделать яму того же объема, но в форме цилиндра?
3. Как изменится работа, если до вычерпывания перемешать смесь так, чтобы ее плотность стала однородной?

Задача 3. Посчитать объем и площадь поверхности пешки из шахматного набора. Найти вес фигурки (если известен материал – дерево), количество лака или краски для покрытия.

Задача 4. Посчитать стоимость золота на куполе колокольни.

Математическая часть задачи должна заключаться в расчете площади поверхности, исходя из имеющихся доступных данных, вычислении количества золота, а также в переводе полученных результатов в «стоимость проекта».

Задача 5. Рассчитать величину клиентской базы организации, если известны ее величина на начало года и процент ее ежемесячного уменьшения (или увеличения).

Какова может быть рекомендуемая последовательность решения (на наш взгляд, наиболее сложным случаем является расчет площади поверхности купола из задачи 4):

1. Получить данные о реальном объекте (изображение, размеры). Иногда (как в случае с колокольней) не получается воспользоваться линейкой. Данные можно искать в интернете, других доступных источниках.
2. Построить математическую модель. Например, по имеющимся данным, по изображению, подобрать такие функции, графики которых будут похожи на границы изображения. Масштаб можно было выбрать любой удобный.

3. Собственно, провести решение математической задачи. Отработать навыки из изучаемой темы. Посчитать требуемые интегралы.
4. Проанализировать решение, вернуться к реальным цифрам, если был выбран другой масштаб.

Преподаватель обязательно должен обратить внимание студентов на допущения и ограничения, которые были приняты при создании математической модели. Ведь любая математическая модель основана на упрощении и никогда в точности не совпадает с реальной ситуацией.

Задания трудоемкие, поэтому они выполняются не на семинарских занятиях, а самостоятельно. При обсуждении результатов можно выделить несколько шагов по преодолению трудностей. Первое: где взять информацию? Второе. Как подобрать функции? Обязательно нужно помочь на этом этапе, чтобы не получилось «неберущихся» интегралов. А поскольку смысл задания – в связи теории и практики, то можно смело ограничиваться простейшими кривыми: окружностями, прямыми, параболой. Третье. Собственно интегрирование (и недопущение ошибок при нем) – актуальные навыки, которые и тренируются в данном курсе. Четвертое. Обязательная «экономическая» оценка результатов (количество материала, стоимость работ, объемы).

В данном учебном варианте высокая точность не требуется – только оценка порядка. Поэтому функции подбираются, удобные для интегрирования; никакого сопряжения на границах не требуется; на сложных участках можно просто применить достаточно грубую оценку, заменив участок кривой прямой линией (заметим, что это запоминается студентами лучше, чем теорема об оценке).

Выводы. Использование прикладных задач и элементов математического моделирования в базовых математических дисциплинах ведет к повышению мотивации студентов на обучение, созданию связей между теорией и практикой, а также актуализации знаний обучающихся из других областей и дисциплин и отработке навыков поиска информации. В целом, можно говорить о практике моделирования будущей профессиональной деятельности. Проведенные эксперименты показали хорошую динамику остаточных знаний студентов по изучаемым дисциплинам.

Список литературы

1. Байгушева И. А. Формирование математической компетентности экономистов в ВУЗе // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 1; URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=5543>.

2. Даммер М. Д., Зубова Н. В. Методика обучения физике в техническом вузе на основе комплексной кейс-технологии // Вестник ЮУрГУ. Серия: Образование. Педагогические науки. – 2015. – Т. 7, № 2. – С. 9-15.
3. Неймарк Ю. И. Математические модели в естествознании и технике: учебник. – Н. Новгород: Изд-во Нижегородского госун-та им. Н. И. Лобачевского, 2004. – 401 с.
4. Сидняев Н. И. Методологические аспекты преподавания высшей математики в контексте модернизации школьного математического образования // Alma mater (Вестник высшей школы). – 2014. – № 5. – С. 33-40.
5. Сидняев Н. И., Соболев С. К. Концептуальные основы математического образования в техническом ВУЗе // Высшее образование в России. – 2015. – № 7. – С.36-41.
6. Соснин Н. В. О проблеме трансляции компетенций в содержание обучения // Высшее образование в России. – 2014. – № 12. – С. 64-70.
7. Швалева А. В. Профессиональная направленность системы математической подготовки студентов технических направлений // Вестник ВГУ, Серия: Проблемы высшего образования. – 2014. – № 3. – С. 107-112.
8. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки 080200 менеджмент (квалификация (степень) «бакалавр»). Утвержден Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 20 мая 2010 г. № 544. [Электронный ресурс]. – <http://base.garant.ru/198749>.