ПРОБЛЕМЫ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

УДК 378.147:51

Т.Я. Бабий, Н.Г. Черноусова,
С.В. Лукичева, О.Н. Коваленко

О НЕКОТОРЫХ СРЕДСТВАХ РЕАЛИЗАЦИИ КОМПЕТЕНТНОСТНОГО ПОДХОДА В ПРЕПОДАВАНИИ МАТЕМАТИКИ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ

В статье рассматриваются возможности использования межпредметных связей в преподавании математики в техническом вузе, которые могут способствовать как формированию положительной мотивации студентов, так и ориентации их на решение профессиональных задач.

***Ключевые слова**: математическая подготовка инженера, компетентностный подход, межпредметные связи.*

T.Ya. Babiy, N.G. Chernousova,
S.V. Lukicheva, O.N. Kovalenko

ABOUT SOME IMPLEMENTATION MEANS OF THE COMPETENCE APPROACH IN MATHEMATICS TEACHING IN TECHNICAL HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTION

The possibilities of the interdisciplinary relation use in mathematics teaching in technical higher education institution that can facilitate both the student positive motivation formation and their orientation to the professional task solution are considered in the article.

***Key words**: engineer mathematical training, competence approach, interdisciplinary relations.*

Введение. Переход на государственные образовательные стандарты третьего поколения меняет привычные ориентиры образования. Компетентностный подход к организации учебного процесса предполагает, что современный выпускник вуза должен не просто владеть определенным набором сведений из различных областей знания, а быть способным использовать их в процессе самостоятельного решения профессиональных задач.

Предметные связи математики с другими дисциплинами (физика, электротехника, информатика, аналитическая химия и др.) позволяют в качестве примеров рассматривать некоторые соответствующие этим связям задачи. А также появляется возможность их активного включения в индивидуальные задания для самостоятельной работы студентов.

Цель исследований. Формирование и апробирование комплекта профессионально ориентированных задач в курсе дисциплины «Математика». Реализация возможностей математических пакетов в контексте информатизации предметного поля дисциплины для студентов направлений технического профиля.

Материалы исследований и их обсуждение. Для того чтобы студенты смогли применять математические методы при изучении различных, в том числе и специальных, дисциплин, необходимо, помимо типовых математических задач в курсе математики, рассматривать и прикладные задачи. В процессе решения таких задач студенты приобретают навыки постановки задач и применения математического аппарата, выбора метода решения и анализа результатов. Разработка комплекта прикладных задач по всему курсу математики с учетом их сложности, по мнению авторов, должна являться одним из путей формирования содержания профессионально направленного обучения математике.

На первом этапе пути к достижению этой цели нам представляется особенно важным научить студентов видеть возможности применения математических методов, построения математической модели задачи, всестороннего ее исследования. В процессе анализа межпредметных связей авторами были сформированы классы профессионально ориентированных задач различного уровня сложности по основным разделам курса математики: линейной алгебре, элементам математического анализа, дифференциальному исчислению и т.д. А также изучены возможности их решения с помощью современных компьютерных средств. Рассмотрим некоторые примеры таких задач.

В некоторой отрасли m заводов выпускают n видов продукции. Матрицы $A_{m\times n}$ и $B_{m\times n}$ задают объёмы продукции в первом и втором кварталах соответственно: $A=\begin{pmatrix}2&3&7\\1&2&2\\2&1&3\end{pmatrix}$, $B=\begin{pmatrix}3&0&2\\2&4&1\\5&2&4\end{pmatrix}$,

где a_{ij}, b_{iji} – объёмы продукции j -го типа на i -м заводе. Требуется найти прирост объёма производства во втором квартале по сравнению с первым по видам продукции и заводам.

Для начала обратим внимание на формулировку задачи. По сравнению с простым перечислением данных матрицы значительно выигрывают. Прирост объема производства во втором квартале по сравнению с первым определяется разностью матриц: $C=B-A=\begin{pmatrix}1&-3&-5\\1&2&-1\\3&1&1\end{pmatrix}$.

Отрицательные элементы c_{ij} матрицы С показывают, что на данном заводе i объём производства j-го продукта уменьшился, а положительные показывают, что он увеличился.

Данный пример иллюстрирует связь понятия матрицы с решением практической задачи. Но одна решенная задача не остается в памяти как типовая, необходимы систематизация и анализ таких задач. Можно предложить студентам рассмотреть несколько месяцев, кварталов, лет работы заводов. Да еще для случая, когда число заводов не равно числу видов продукции. А потом чуть изменить условие и уже потребуется найти прибыль и подсчитать убытки и т.д.

При изучении темы «Системы линейных уравнений» большая часть времени отводится методам их решения, а меньшая – их составлению. В то же время эта тема охватывает довольно широкий класс задач: задачи расчета смесей сложного состава, электрических цепей, межотраслевого баланса и т.д.

Для сдачи в эксплуатацию машиностроительного завода необходимо подвести электропитание в заводские цеха и установить типы электрооборудования, приведенные в таблице. Требуется определить количество введенных в эксплуатацию цехов.

Затраты на установку электрооборудования

Тип работ	Затраты времени на оборудование цеха одним типом электрооборудования, чел.-ч			Общие затраты рабочего времени, ч
	Цех обработки	Цех сборки мелких деталей	Цех сборки крупных узлов	
Установка розеток	5	6	5	48
Установка выключателей	3	2	4	26
Установка рубильников	3	4	5	34

Формализуем задачу, для этого определим переменные: пусть x, y, z – количество введенных в эксплуатацию цехов, обработки, сборки мелких деталей и крупных узлов соответственно. В условиях задачи эти переменные могут принимать только целые положительные значения. Составим систему линейных уравнений: $\begin{cases}5x+6y+5z=48\\3x+2y+4z=26\\x+4y+5z=34\end{cases}$.

Решим ее, используя возможности решения систем линейных уравнений MathCad:

$$A := \begin{pmatrix} 5 & 6 & 5 \\ 3 & 2 & 4 \\ 3 & 4 & 5 \end{pmatrix} \qquad B := \begin{pmatrix} 48 \\ 26 \\ 34 \end{pmatrix} \qquad \text{lsolve}(A,B) = \begin{pmatrix} 4 \\ 3 \\ 2 \end{pmatrix}.$$

Полученное решение можно проанализировать: выяснить, является ли найденное решение единственным; рассмотреть влияние на него изменения данных таблицы и т.д. При изучении электротехники решаются задачи нахождения контурных токов электрических цепей. Например, необходимо рассчитать цепь, то есть определить токи во всех ее ветвях, если известно, что:

$$r_1 = 13\,OM, \quad r_2 = 21\,OM, \quad r_3 = 15\,OM, \quad r_4 = 8\,OM, \quad r_5 = 17\,OM, \quad r_6 = 11\,OM,$$
$$E1 = 5\,B, \quad E2 = 13\,B, \quad E3 = 9B, \quad E4 = -6\,B, \quad E5 = 12\,B, \quad E6 = -8\,B.$$

Используя законы Киргофа, составляют систему уравнений вида:

$$\begin{cases} I_1 r_1 + I_2 r_2 - I_4 r_4 = E_1 + E_2 - E_4 \\ I_4 r_4 - I_5 r_5 + I_6 r_6 = E_4 + E_5 - E_6 \\ -I_2 r_2 + I_3 r_3 - I_6 r_6 = -E_2 - E_3 + E_6 \\ I_1 + I_4 + I_5 = 0 \\ -I_1 + I_2 + I_3 = 0 \\ -I_3 - I_5 - I_6 = 0 \end{cases}.$$

Особенности этой системы состоят в форме ее записи. Сначала следует выяснить, что данная система линейна относительно переменных $I_1, I_2, ... I_6$. Рассмотрим решение полученной системы в математическом пакете MathCad. Введем исходные данные:

$$\begin{array}{llllll} r1 := 13 & r2 := 21 & r3 := 15 & r4 := 8 & r5 := 17 & r6 := 11 \\ E1 := 5 & E2 := 13 & E3 := 9 & E4 := -6 & E5 := 12 & E6 := -8 \end{array}.$$

Определим в общем виде матрицы переменных и свободных членов:

$$A := \begin{pmatrix} r1 & r2 & 0 & -r4 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & r4 & -r5 & r6 \\ 0 & -r2 & r3 & 0 & 0 & -r6 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ -1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & -1 & -1 \end{pmatrix} \quad B := \begin{pmatrix} E1 + E2 - E4 \\ E4 + E5 - E6 \\ -E2 - E3 + E6 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \quad \text{lsolve}(A,B) = \begin{pmatrix} 0.481 \\ 0.812 \\ -0.331 \\ -0.086 \\ -0.395 \\ 0.726 \end{pmatrix}.$$

При необходимости можно посмотреть значения элементов матриц А и В, используя знак равенства. Такой способ определения матриц позволяет, изменяя исходные данные, изучать влияние их на контурные токи в режиме компьютерного эксперимента.

Большой класс задач составляют задачи нахождения экстремума функции. Рассмотрим круглый лист жести радиуса R , который надо разрезать на два сектора, полученные секторы свернуть в конусы, а швы сварить. Необходимо, чтобы угол раскройки α обеспечил максимальный суммарный объем конусов. Имея текстовую часть задачи, перейдем к ее математической постановке. По известной формуле $V=\frac{1}{3}\cdot\frac{R^3}{4\pi}\cdot\alpha^2\cdot\sqrt{1-\frac{\alpha^2}{4\pi^2}}$ найдем суммарный объем конусов:

$$V=V(\alpha)=V_1+V_2=\frac{1}{3}\cdot\frac{R^3}{4\pi}\cdot\alpha^2\cdot\sqrt{1-\frac{\alpha^2}{4\pi^2}}+\frac{1}{3}\cdot\frac{R^3}{4\pi}\cdot(2\pi-\alpha)^2\cdot\sqrt{1-\frac{(2\pi-\alpha)^2}{4\pi^2}}=$$

$$=\frac{1}{3}\cdot\frac{R^3}{4\pi}\cdot\left(\alpha^2\cdot\sqrt{1-\frac{\alpha^2}{4\pi^2}}+(2\pi-\alpha)^2\cdot\sqrt{1-\frac{(2\pi-\alpha)^2}{4\pi^2}}\right).$$

На угол разумно наложить ограничения $0<\alpha\le\pi$. Определим объем как функцию угла α $V=V(\alpha)$:

$$V(\alpha):=\frac{1}{3}\cdot\frac{R^3}{4\cdot\pi}\cdot\left[\alpha^2\cdot\sqrt{1-\frac{\alpha^2}{4\pi^2}}+(2\pi-\alpha)^2\cdot\sqrt{1-\frac{(2\pi-\alpha)^2}{4\pi^2}}\right]$$

Чтобы найти экстремум функции V, найдем ее производную по переменной α:

$$\frac{d}{d\alpha}V(\alpha)\to\frac{(2\cdot\alpha-4\cdot\pi)\cdot\sqrt{1-\frac{(\alpha-2\cdot\pi)^2}{4\cdot\pi^2}}+2\cdot\alpha\cdot\sqrt{1-\frac{\alpha^2}{4\cdot\pi^2}}-\frac{\alpha^3}{4\cdot\pi^2\cdot\sqrt{1-\frac{\alpha^2}{4\cdot\pi^2}}}-\frac{(2\cdot\alpha-4\cdot\pi)\cdot(\alpha-2\cdot\pi)^2}{8\cdot\pi^2\cdot\sqrt{1-\frac{(\alpha-2\cdot\pi)^2}{4\cdot\pi^2}}}}{12\cdot\pi}$$

Выражение получилось не самым простым. Попробуем решить уравнение $V'(\alpha)=0$ с помощью вычислительного блока Given-Find, что в свою очередь потребует предварительного построения графика функции и определения начального значения переменной:

$$\alpha:=2$$

Given

$$\frac{d}{d\alpha}V(\alpha)=0$$

$$\mathrm{Find}(\alpha)=2.03584$$

Возможности MathCad позволяют внутри вычислительного блока записать уравнение в виде $f(x)=0$ при условии предварительного определения функции. Функция $V(\alpha)$ достигает своего максимума при α=2,03584. Наличие максимума функции можно проверить, определив знак второй производной:

$$V2(\alpha) := \frac{d^2}{d\alpha^2} V(\alpha) \qquad V2(2.03584) = -0.022$$

Сделаем дополнительную проверку полученного результата:

$$V(2.03584) = 0.45664059 \qquad V(2) = 0.45662604 \qquad V(2.022) = 0.45663847$$

Переведя полученный результат в градусы, получаем $\alpha = 116{,}704^{\circ}$. Суммарный объем воронок при этом будет равен $V(2.03584) = 0.45664059$. Вычисления были проведены для случая R=1. На базе рассмотренной задачи можно сформулировать еще несколько подобных задач:

1. Жестяные пластины, как правило, имеют прямоугольную форму. Каким должен быть радиус круга R, чтобы отходы от его вырезания были наименьшими при заданных размерах пластины?

2. Каким должен быть радиус круга R, чтобы суммарный объем конусов был равен заданному объему V? И т.д.

В данной задаче имеется только один параметр и только один критерий качества. Большинство же практических задач требуют улучшения нескольких параметров по нескольким критериям качества. Особенную ценность решения заданий такого типа представляет возможность развития у студентов творческого подхода к анализу задачи и ее решению.

Обучение – процесс двусторонний. Этот процесс будет эффективным только тогда, когда в нем заинтересованы обе его стороны: и студент, и преподаватель. Поддерживать этот двусторонний интерес, формировать мотивацию учебно-познавательной деятельности, которая сама по себе, как правило, не возникает, должен преподаватель. Как показывают исследования, все известные методики формирования мотивации обладают индивидуально-личностным эффектом и действием [3]. Понимая это, но работая с группой студентов, мы предлагаем каждому студенту выбрать свой индивидуальный режим работы. Это означает, что студент должен взять на себя ответственность и в соответствии со своей базовой школьной подготовкой, оценивая свои возможности, способности, перспективы, интересы, усилия, которые он предполагает приложить для изучения того или иного материала, чтобы добиться запланированного результата, выбрать уровень сложности изучения материала. Например, время, отведенное на изучение темы, можно потратить только на то, чтобы научиться решать типовые задачи – это задачи репродуктивного характера на узнавание изучаемых объектов, воспроизведение определений, правил, методов решения [1]. Такие задачи относятся к заданиям первого уровня сложности, решения подобных задач подробно рассматриваются на практических занятиях. Успешно освоив этот уровень, студент может претендовать на оценку «удовлетворительно». Управленческая задача преподавателя на этом этапе обучения – корректировать процесс изучения темы в соответствии с выявленным уровнем математической подготовки студентов [3], контролировать полученные результаты. Если за время, отведенное на изучение темы, студент успевает разобраться не только с типовыми задачами, но и с более сложными заданиями смешанного репродуктивно-продуктивного характера [1], заданиями на воспроизведение изученных ранее способов решения, требующих проявления инициативности и самостоятельности, при применении знаний в новой ситуации, представления исходной задачи в виде последовательности типовых задач или комбинирования известных методов для ее решения он может претендовать на оценку «хорошо». Это задания второго уровня сложности. Умение решать такие задачи способствует приобретению и накоплению личного опыта, формированию учебных и профессиональных компетенций. Деятельность преподавателя на этом этапе обучения принимает в большей мере консультативный характер. Попутно решается проблема контроля самостоятельности выполнения заданий.

Возможен и третий уровень освоения материала, самый трудозатратный для всех его участников. Задания третьего уровня сложности представляют собой творческие задания, требующие проявления высшего уровня самостоятельности: это либо задания повышенной сложности, либо задания, связанные с будущей специальностью. Умение решать такие задачи соответствует оценке «отлично». Заметим сразу, лишь немногие студенты добираются до этого уровня.

Математические пакеты все активнее внедряются в учебный процесс, а компьютерные технологии становятся обязательной частью математического и профессионального образования. Использование компьютера сдвигает акценты в математической подготовке студентов. Становится недостаточным владеть математическими методами в режиме «ручных вычислений». Появляется необходимость понимания основных математических понятий и связей, а также использования математических пакетов для решения как математических, так и профессиональных задач. Работа с математическими пакетами требует усиленной фундаментальной математической подготовки, заставляет студента грамотно формулировать практическую задачу, составлять математическую модель, дает возможность решать эту задачу несколькими методами, интерпретировать результат решения на языке реальной ситуации, а также проверять соответствие полученных и опытных данных. Вместе с тем использование математических пакетов меняет традиционный подход к проведению практических занятий по математике. Часть практических занятий можно посвящать решению типовых задач на доске, а другую часть переносить в компьютерные классы. В условиях реализации новых образовательных стандартов несколько изменяется роль преподавателя. Он становится координатором и организатором процесса реализации студентами своих индивидуальных возможностей.

Заключение. Проведенное исследование позволило получить следующие результаты:

1) выработана и апробирована динамическая структура банка дидактических заданий по математике с учетом междисциплинарных связей;

2) разработана схема формирования индивидуальной образовательной траектории студента с учетом его стартовых знаний по дисциплине.

Авторы в своей работе рассмотрели некоторые возможности организации компетентностного подхода к обучению математике студентов технического вуза, что способствует формированию положительной мотивации, ориентирует студентов на решение профессиональных задач и дает возможность построения индивидуальной образовательной траектории для каждого студента с учетом его успешности в личностной и профессиональной деятельности. Предлагаемый подход к преподаванию математики был апробирован нами в Сибирском государственном технологическом университете на следующих факультетах: лесоинженерном, переработки природных соединений, механическом, автоматизации и информационных технологий для некоторых направлений специальностей инженерного и химического профилей. Работа еще не закончена, но некоторые результаты уже были представлены на научно-практических конференциях [5,7].

Литература

1. *Беспалько В.П.* Слагаемые педагогической технологии. – М.: Педагогика, 1989. – 191 с.
2. *Зимняя И.А.* Ключевые компетентности как результативно-целевая основа компетентностного подхода в образовании. Авторская версия. – М., 2004. – 42 с.
3. *Хуторской А.В.* Ключевые компетенции как компонент личностно ориентированной парадигмы образования // Народное образование. – 2003. – № 5. – С. 58–64.
4. *Скатецкий В.Г., Свиридов Д.В., Яшкин В.И*. Математические методы в химии. – Минск:ТетраСистемс, 2006. – 368 с.
5. Высшая математика: учеб. пособие /*Т.Я. Бабий, Г.К. Балуева, Т.В. Стабурова* [и др.]. – Красноярск: Изд-во СибГТУ, 2004. – 68 с.
6. *Бабий Т.Я., Балуева Г.К., Черноусова Н.Г.* О формировании индивидуальных образовательных траекторий в курсе высшей математики // Мат-лы VI всесибир. конгр. женщин-математиков. – Красноярск, 2008. – С. 36–38.
7. *Черноусова Н.Г., Бабий Т.Я., Балуева Г.К.* Об использовании междисциплинарных связей в организации самостоятельной работы студентов технического вуза при изучении курса высшей математики // Современные технологии в российской системе образования: мат-лы VIII всерос. науч.-практ. конф. – Пенза, 2010. – С. 203–206.