

5. Капусто А.В. Компетентностный подход в процессе обучения математике студентов строительных специальностей / А.В. Капусто, А.А. Кузнецова. Вестник Полоцкого государственного университета. Серия Е. Педагогические науки. № 7, 2015. С. 39 – 46.

УДК 519:85

Методические особенности реализации прикладной направленности курса математики при подготовке будущих инженеров-строителей

Капусто¹ А.В., Крушевский² Е.А., Кузнецова² А.А.

¹Белорусский государственный университет

²Белорусский национальный технический университет

Представлены требования современного рынка труда к выпускникам. Обосновано использование компетентностного подхода в обучении как результативного средства построения образовательной среды. Показана прикладная направленность курса математики. Приведено понятие прикладной задачи и сформулированы требования к задачам данного плана. Перечислены результаты целенаправленного и системного использования прикладных задач в обучении математике.

Современный рынок труда предъявляет все более растущие требования к специалистам разных направлений и сфер деятельности. Работодатель при приеме на работу оценивает не только имеющиеся знания, умения и навыки соискателя, но и его потенциальные возможности в дальнейшем обучении, профессиональном совершенствовании и развитии. Чтобы получить место в престижной компании сейчас уже недостаточно только наличие диплома, будущему работнику придется пройти собеседование, потом возможен еще и испытательный срок. Конкуренция на рынке труда становится все более явной. И если у тех, кто решил сменить место работы, уже есть стаж, профессиональный опыт, сформировано представление о потенциальных направлениях реализации своих способностей и умений, то у вчерашних студентов, зачастую, имеется только самое общее соображение о своей предстоящей трудовой деятельности. Не являются исключением здесь и выпускники строительных специальностей. Несмотря на то, что для инженеров строительных специальностей практически всегда есть вакансии, следует отметить и высокие требования работодателей к соискателям. В связи

с этим возрастает ответственность учебного заведения за подготовку конкурентоспособного специалиста, отвечающего запросам потребностей строительной отрасли. В свою очередь это требует определенных изменений основных функций системы образования в целом, а также корректировки задач дисциплин, предусмотренных учебными планами специальностей.

На наш взгляд, одним из наиболее результативных направлений построения образовательной среды для овладения студентами как системными, так и специальными знаниями и умениями при достаточном внимании на формирование социально-личностных качеств выступает компетентностный подход. «Основная концепция компетентностного подхода – смещение акцентов с совокупности знаний на способности выполнять определенные функции, используя знания. А это ведет к изменению конечной цели образования выпускника – с объема усвоенных знаний на сформированные компетенции. Компетентность стала пониматься как характеристика успешности обучения, а компетенции – как цели учебного процесса» [1].

Остановимся на реализации компетентностного подхода в математическом обучении студентов строительных специальностей. Математика как учебная дисциплина является обязательным компонентом цикла естественнонаучных дисциплин учебного плана для всех строительных специальностей. «Анализ имеющихся подходов к определению компетенции и компетентности позволяет нам рассматривать данные понятия в разрезе математической подготовки будущих инженеров-строителей следующим образом: «компетенция» – совокупность математических знаний, умений и навыков, необходимых для решения как чисто теоретических, так и задач прикладного содержания; «компетентность» – способность использовать математические знания и умения в комплексе с приобретенными знаниями и умениями по другим дисциплинам в профессиональной сфере деятельности» [2].

Содержание дисциплины, умения и навыки выпускников определяются образовательными стандартами. Для каждой специальности базовый минимум дисциплины «Математика» представлен перечнем определенных разделов математической науки, а компетенции предполагают знания понятий и методов, изучаемых в указанных разделах, и умения по решению соответствующих задач. Вместе с тем большая часть общепрофессиональных и специальных дисциплин основывается на использовании теоретико-прикладных знаний высшей математики и применении математического аппарата при их изучении. Например, в таких специальных основополагающих для строительных специальностей дисциплинах, как «Строительная механика» и «Строительное материаловедение», «используются следующие разделы и темы математики: «Элементы линейной алгебры» (решение систем линейных уравнений методом Гаусса, матрицы и операции над ними); «Элементы

аналитической геометрии» (системы координат, кривые и поверхности второго порядка, квадратичные формы); «Введение в математический анализ» (функции, виды функций); «Интерполяция» (интерполяционные полиномы Лагранжа и Ньютона); «Интегральное исчисление функций одной переменной» (приближенные методы вычисления определенных интегралов); «Аппроксимация функций» (метод наименьших квадратов); «Дифференциальные уравнения и системы» (методы решения дифференциальных уравнений); «Ряды» (разложение функций в ряд Фурье)» [2]. Качественное и осознанное использование студентами математических знаний при изучении других дисциплин возможно только при достаточном уровне их подготовки, который и необходимо обеспечить при обучении математике.

Исходя из данной задачи, «целью математического образования является получение математических знаний и выработка умения применять эти знания либо в решении прикладных задач, либо в строительстве и перестройке самого постоянно развивающегося здания математики. Поскольку научить рецептам решения всех задач, встречающихся специалисту в его работе, невозможно, то важно выработать культуру мышления, умение творчески подходить к решению возникающих задач. Таким образом, имеется тенденция усиления прикладной направленности курса математики и одновременно повышения уровня фундаментальной математической подготовки» [3].

Таким образом, использование прикладных задач в процессе обучения математике обусловлено потребностью системы образования настоящего времени. Отметим также, что понятие «прикладной задачи» при изучении математики будем трактовать по определению Столяра А.А. «Когда в какой-нибудь области науки (не математики), техники или практической деятельности возникает задача, она не является математической по своему содержанию. Это задача физическая, биологическая, химическая, техническая и т. д. Когда же хотят такую задачу решать математическими средствами, ее называют прикладной (по отношению к математике)» [4]. Другими словами, к прикладным задачам можно отнести задачи, которые поставлены вне математики, но требуют использование математического аппарата при решении.

При постановке прикладных задач, используемых на лекциях и практических занятиях, следует придерживаться определенных требований:

- задача должна соответствовать реальной теоретической проблеме или практической ситуации;
- постановка задачи должна быть выполнена в соответствии с терминологией области ее возникновения;
- задача должна соответствовать возможностям применения уже изученного математического материала;

- решение задачи должно способствовать усвоению математических знаний, выработке навыков использования математических методов;
- содержание задачи и ее решение должны демонстрировать связь математики с общепрофессиональными или специальными дисциплинами;
- в процессе решения задачи необходимо придерживаться как формы представления ответа, так и точности вычислений, принятых для инженерных дисциплин;
- обязательный анализ полученного результата на соответствие исходным данным задачи.

В учебных пособиях по математике имеется определенный набор прикладных задач для студентов инженерного профиля, в том числе и строительного направления. Заметим, что разработка и постановка прикладных задач, имеющих прямое отношение к специальности будущего инженера, является задачей достаточно сложной. Для формулировки такой задачи требуется глубокое знание специфики специальности, поэтому достаточно результативным является изучение спецдисциплин и сотрудничество с выпускающими кафедрами. Следует подчеркнуть, что прикладная задача, соответствующая профессиональной ситуации по специализации обучаемого, выходит на качественно новый уровень: профессионально ориентированная прикладная задача.

Продемонстрируем прикладной задачи и ее модификации в профессионально ориентированную прикладную задачу на классической модели Лотки-Вольтерра взаимодействия двух популяций. Представляемая модель описывается системой дифференциальных уравнений

$$\begin{cases} x' = (a - by)x, \\ y' = (-c + dx)y, \end{cases}$$

где x – численность популяции жертв,

y – численность популяции хищников,

a – скорость размножения жертв,

b – вероятность того, что при встрече с хищником жертва будет съедена,

c – скорость смертности хищников при отсутствии жертв,

d – коэффициент прироста хищников за счет поедания жертв; $a > 0$,

$b > 0$, $c > 0$, $d > 0$.

Заметим, что первоначальная модель этой задачи, предложенная американским ученым А.Дж. Лотка, описывала кинетику химических цепных реакций. Впоследствии появились, как дополнения и модификации модели,

описывающие взаимодействие двух популяций с учетом внутривидовой конкуренции; закон конкурентного исключения.

Модификации модели имеют приложения в различных сферах деятельности человека, в частности: математическая модель взаимодействия окружающей среды с загрязняющей средой, математическая модель очистки сточных вод [5]. Данная модификация модели отки-Вольтерра представляет собой профессионально ориентированную прикладную задачу для студентов специальности 1-70 04 03 «Водоснабжение, водоотведение и охрана природных ресурсов».

Математическая модель процесса очистки сточных вод основывается на следующих положениях. Процесс биохимического окисления загрязнителя трактуется как «поедание» его микроорганизмами активного ила, при этом загрязнитель рассматривается как «жертва», а биологически активный ил как «хищник». Предполагается, что источник загрязнения носит постоянный характер. Кроме того, активный ил способен перерабатывать загрязнение до определенного предела. Изменение концентрации активного ила в чистой воде убывает по экспоненциальному закону. Тогда динамика системы биологической очистки сточных вод может быть описана системой дифференциальных уравнений

$$\begin{cases} x' = a - bf(x) - cg(x, y), \\ y' = -dy + eh(x, y), \end{cases}$$

где x – концентрация загрязнения воды,

y – плотность биомассы активного ила,

a – мощность источника загрязнения,

b – постоянная, характеризующая скорость очистки,

d – постоянная, характеризующая скорость убывания массы активного ила в чистой воде; c и e – коэффициенты пропорциональности, $a > 0$, $b > 0$,

$c > 0$, $d > 0$, $e > 0$; $f(x)$ – функция диссипации, характеризующая естественный распад загрязнения; $g(x, y)$ и $h(x, y)$ – трофические функции, характеризующие процесс очистки загрязнителя биологически активным илом.

Кроме того, модель Лотки-Вольтерра является эффективным методологическим средством при изложении студентам основ качественной теории дифференциальных уравнений [6,7]. Введение общих понятий: фазовой плоскости, фазовых кривых, особых точек и их типов, а также порядка определения и анализа состояний равновесия для динамических систем первого порядка из двух дифференциальных уравнений, наглядно иллюстрируется

примером модели Лотки–Вольтерра. Точку равновесия системы сначала можно определить для общего вида системы дифференциальных уравнений, а затем – для конкретных наборов параметров. Привлечение программного обеспечения (в данном случае можно ограничиться Microsoft Excel) позволяет не только получить графическое представление кривых $x(t)$ и $y(t)$, но и построить фазовые траектории, отследить влияние изменения начальных данных и параметров модели на решения исходной задачи.

Результатом целенаправленного и систематического использования прикладных задач в обучении математике студентов инженерных специальностей станет:

- формирование мотивации и развитие познавательного интереса к изучению математики;
- рост эффективности теоретической подготовки студентов;
- приобретение навыков формализации прикладных задач математическими моделями и их решение с привлечением математических средств;
- проведение анализа адекватности результатов решения прикладных задач исходным данным;
- повышение качества математической подготовки будущих инженеров-строителей, как компонент реализации компетентностного подхода в обучении.

Литература

1. Тонкович, И.Н. Компетентностный подход в высшем образовании: содержательно-логический анализ
2. / И.Н. Тонкович // Информационные образовательные технологии. – 2011. – № 3. – С. 33–38.
3. Капусто А.В. Компетентностный подход в процессе обучения математике студентов строительных специальностей / А.В. Капусто, А.А. Кузнецова // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия Е. Педагогические науки. № 7, 2015. – С. 39–46.
4. Ермолаева Е.И., Куимова Е.И. О важности фундаментальной математической подготовки студентов по направлению «Строительство» // Известия ПГПУ им. В.Г. Белинского. 2011. № 26. – С. 463–467.
5. Столяр, А. А. Педагогика математики: Учебное пособие / А. А. Столяр. – Минск: Высшая школа, 1986. – 414 с.
6. Братусь А.С., Новожилов А.С., Платонов А.П. Динамические системы и модели биологии // М: ФИЗМАТЛИТ, 2010. – 400 с.

7. Вакульчик В.С., Капусто А.В. Методологические аспекты обучения моделированию систем управления в физико-химических, биологических и экологических процессах с применением модели Лотки-Вольтерра и ее модификаций // «Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика» (сборник научных трудов по материалам международной заочной научно-практической конференции «Современные проблемы анализа динамических систем. Приложения в технике и технологиях»), №8 ч.1 (34-1), ФГБОУ ВО «ВГЛУ», 2017, – С. 74–77.

8. Вакульчик В.С., Капусто А.В., Мателенок А.П. Принцип прикладной направленности математики в процессе обучения на технических специальностях: методические аспекты реализации с привлечением информационных технологий // Вестник ПГУ. Педагогические науки, № 7, 2013, – С. 49–56.