УДК 378.662.016:51

РОЛЬ МЕЖПРЕДМЕТНЫХ ЗАДАЧ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКЕ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ

Г. В. Федяченко
аспирант, МГУ имени А. А. Кулешова, г. Могилев, РБ

В статье рассматривается одно из направлений реализации профессиональной направленности обучения математике в техническом университете. Проанализированы различные подходы к построению типологий математических задач. Предложена группа задач из раздела "Теория вероятностей и математическая статистика", находящихся на стыке различных дисциплин и имеющих межпредметный характер для конкретных специальностей. Сформулирован ряд требований к построению целостной системы профессиональных задач, который может быть использован при разработке методических пособий для студентов.

Введение

В современном обществе происходит стремительное увеличение объемов различного рода информации: расширяются научные знания, разрабатываются новые методы исследования процессов и явлений, открываются перспективные направления в развитии различных сфер деятельности, что приводит к реальному процессу быстрого старения знаний. Формирование творческого технического мышления определяется особенностями преобразования научных знаний в учебный материал и подбором методов, помогающих выработать умения решать новые проблемы и способствующие более продуктивной умственной деятельности.

Математика в техническом вузе занимает двойственное положение: с одной стороны, она является методологической основой как естественнонаучных, так и общеинженерных и специальных дисциплин; с другой стороны, для большинства специальностей технических вузов математика не является профилирующим предметом. Студенты младших курсов воспринимают ее как абстрактную дисциплину, которая в дальнейшем не может пригодиться для изучения специальных предметов. Такое восприятие обусловлено тем, что курс математики не достаточно снабжен практическими приложениями, а также тем, что студенты еще не обладают знаниями по специальным дисциплинам, которые показывают связь математики с будущей профессией. Таким образом, необходимо интегрировать курс математики с циклом профессиональных дисциплин. Интеграцию можно осуществить, придавая математическому обучению профессиональную направленность.

В данной статье рассматривается одно из направлений реализации профессиональной направленности обучения математике в техническом вузе, а именно, разработка и решение задач, находящихся на стыке различных дисциплин и имеющих межпредметный характер для конкретных специальностей. В качестве примера выбраны задачи первого модуля из раздела "Теория вероятностей и математическая статистика", изучаемого студентами машиностроительного и строительного профиля в четвертом семестре.

Основная часть

Содержание образования будущего инженера определяется не только требованиями сегодняшнего дня, но и перспективами развития науки, техники, производства, которые в значительной мере обусловлены взаимосвязями наук, контактами различных областей знаний. Возрастающая необходимость использования на производстве теоретических знаний вызывается постоянным усложнением технических устройств, внедрением сложных технологических процессов, появлением новых материалов, без знания особенностей которых невозможно грамотно выполнять работу. Инженер, приходящий на производство, должен уметь рационально планировать свой труд, принимать самостоятельные решения в неожиданно возникающих ситуациях, выявлять скрытые резервы производства, применять новые прогрессивные приемы. Творческое осуществление этих функций невозможно без глубоких и прочных знаний по математике, физике, химии, общетехническим и специальным предметам. Отечественной и зарубежной школой накоплен богатый опыт в обучении математике через задачи. Для того чтобы подчеркнуть важность понятия "задача", остановимся на подходах к ее определению.

Отметим, что единого понимания сущности задачи нет и подходы к ее определению различны. В дидактике часто используется определение Ю.М. Колягина, согласно которому "задача является понятием, которое отражает определенное взаимоотношение субъекта с внешним миром (объектом)" [1, с. 46]. В.И. Крупич считает, что "задача – это диалектическая взаимосвязь субъективной и объективной информации, в которой выделены внешнее строение, то есть информационная структура, определяющая степень проблемности задачи, и внутреннее устройство задачи – внутренняя структура, определяющая способ ее решения" [2, с. 51].

Каждое из приведенных определений имеет свою педагогическую ценность. Анализ исследований показывает, что существуют различные подходы к построению типологий математических задач. В соответствии с дидактическим назначением, В.А. Онищук рассматривает задачи, применяемые для актуализации опорных знаний (подготовительные), для усвоения знаний (вводные), для первичного применения знаний (пробные), для овладения навыками в стандартных условиях (тренировочные), для творческого переноса знаний и навыков (творческие), для контроля, коррекции и оценки навыков и умений (контрольные).

Близким к типологии В.А. Онищук является описание задач В.А. Гусева, предполагающее овладение студентами методами научного познания:

- задачи и вопросы, ответы на которые учат делать выводы ("учись делать выводы");
- задачи для самоконтроля ("ищи причину вывода"): решая их, нужно не только получать следствие из условия задачи, но и выяснить причину появления этого следствия;
- стандартные задачи – наиболее простые задачи; без умения их решать нельзя получить положительную оценку;
- учебные задачи – самая многочисленная группа задач, которые придется решать в аудитории и дома. Эти задачи позволяют усвоить новый теоретический материал и перейти к решению более сложных задач;

• творческие задачи; к ним относятся задачи, которые не удается решить стандартными методами; для их решения нужно выдвинуть некоторую новую идею;

• исследовательские задания для своего решения они требуют значительных усилий; такие задания не могут полностью решаться в аудитории, они предполагают работу дома, возможно, даже не одного, а нескольких студентов.

Исходя из структуры учебно-познавательной деятельности, Г.И. Саранцев предложил следующую группу задач. Это задачи, которые стимулируют, организовывают и реализуют учебно-познавательную деятельность, задачи, в процессе выполнения которых, осуществляется контроль и самоконтроль эффективности учебной деятельности [3].

Все рассмотренные группы задач носят общий характер и не учитывают уровни познавательной активности. Поэтому мы предлагаем классификацию задач, в основе которой лежат уровни познавательной активности – воспроизводящий, интерпретирующий и творческий.

К задачам первого уровня мы отнесли задачи, которые будем называть вводными. При их выполнении познавательная активность находится всецело в рамках воспроизводящей деятельности (репродуктивный уровень познавательной активности). Студент действует по образцу, подробной инструкции, а иногда согласно алгоритмическому предписанию, он сверяет свои действия с теми, которые предложены преподавателем или другим студентом и которые необходимы для решения данной задачи. Образцом может служить задание, выполненное на доске, записанное в учебном пособии. Изучаемые понятия усваиваются как на уровне воспроизведения, так и на уровне распознания в простых, стандартных ситуациях. Это необходимый этап на пути формирования умений выполнять более сложные задания.

Рассмотрим тему "Повторение испытаний. Формула Бернулли". Студенты выполняют задания по предложенной схеме. При решении задач необходимо установить, что рассматриваемый эксперимент удовлетворяет схеме Бернулли, т. е. необходимо проверить, что:

1) проводимые испытания независимы;

2) каждое испытание имеет два исхода;

3) вероятность появления события в каждом испытании постоянна и равна p.

Задача 1. В цеху 6 моторов. Для каждого мотора вероятность того, что он в данный момент включен, равна 0,8. Найти вероятность того, что в данный момент включено 4 мотора.

При решении задачи студент должен: установить, в чем заключается испытание, – в проверке того, включен или не включен мотор; независимость испытаний – включенность того или иного мотора не зависит от того, включен или не включен другой мотор; постоянна ли вероятность появления события, – по условию вероятность работы каждого из моторов равна 0,8. После анализа условия задачи необходимо обозначить событие, вероятность которого надо вычислить и применить формулу Бернулли.

Вероятность какого события нам необходимо вычислить? – Вероятность события A – "Мотор в данный момент работает".

Вероятность того, что событие A наступит точно m раз при проведении n независимых испытаний, каждое из которых имеет два исхода, вычисляется по формуле

$$P_n(m) = C_n^m p^m q^{n-m}, \; m = 0, 1, 2, 3, \ldots, n.$$

Выполнение такого типа заданий, дает возможность студенту усвоить основные понятия, научить студентов ясно, точно, грамотно излагать свои мысли в устной и письменной речи, пользоваться основными формулами для вычисления вероятностей.

При выполнении задач второго уровня, познавательная активность студентов находится на уровне действия в измененных ситуациях, где требуется применить имеющиеся знания в новых условиях (частично-поисковый уровень познавательной активности). При этом основным материалом, адекватным соответствующей деятельности, являются полуэвристические задания. Заметим, что эвристические задания предполагают, что преподаватель умело поставленными вопросами не дает студентам прямого ответа, а ставит их в такое положение, когда они сами приходят к новым выводам. В отличие от эвристических, полуэвристические задания допускают оказание некоторой помощи педагога. При решении этого типа задач происходит закрепление изучаемых понятий, формируются способы их применения в различных ситуациях [4]. Анализируя условие каждой задачи, студенты устанавливают то общее, что объединяет их решение, а также подводят способы действий по выполнению задания под выделенное общее правило.

При изучении уже указанной темы, для второго уровня предлагается решить следующую задачу.

Задача 2. Прибор состоит из шести элементов, включенных в цепь параллельно и работающих независимо друг от друга. Вероятность безотказной работы каждого элемента за время t равна 0,6. Для безотказной работы прибора достаточно, чтобы хотя бы один элемент был исправен. Какова вероятность того, что за время t прибор будет работать безотказно?

При решении задачи 2 проверяем выполняемость схемы Бернулли. Эксперимент заключается в проведении проверки исправности шести элементов прибора, работающих независимо друг от друга. Каждый из элементов может быть исправен или не исправен. Вероятность безотказной работы каждого элемента за время t равна 0,6. Следовательно, схема Бернулли выполняется.

Анализируем условие задачи.

Вероятность какого события нас интересует? – Вероятность события A – “Прибор работает безотказно”.

Что благоприятствует наступлению события А? – Исправность хотя бы одного элемента прибора.

Что это означает? – Это значит, что исправен один элемент прибора или два элемента,..., или шесть элементов, т. е. количество m исправных элементов удовлетворяет условию $1 \leqslant m \leqslant 6$.

Таким образом,

$$P(A) = P_n(1 \leqslant m \leqslant 6) = P_6(m = 1) + P_6(m = 2) + \ldots + P_6(m = 6).$$

Получается, что необходимо вычислить шесть вероятностей. А нельзя ли вычисления упростить? – Можно, перейдя к вычислению противоположного события.

Какое событие противоположно событию А? – Не исправны все 6 элементов прибора, т.е. исправно 0 элементов.

Как найти вероятность противоположного события $P_6(m = 0)$? – Вероятность противоположного события равна:

$$P_6(m = 0) = C_6^0 p^0 q^6 = q^6.$$

Как вычислить вероятность искомого события А, зная вероятность противоположного события? – Вероятность наступления события A равна:

$$P_6(1 \leqslant m \leqslant 6) = 1 - q^6.$$

Студенты производят вычисления.

Пожалуйста, обобщите полученный результат. – Вероятность P_n $(m \leqslant 1)$ наступления события A хотя бы один раз при проведении n независимых испытаний, удовлетворяющих схеме Бернулли, равна $1 - q^n$, где $q = 1 - p$.

$$P_n(m \leqslant 1) = 1 - q^n.$$

Исследования показали, что решение задач второго уровня повышает такие качества, как осознанность, конкретность и обобщенность, готовит студентов к выполнению более сложных заданий.

К третьему уровню мы отнесли задачи, направленные на поиск новых идей, новых методов решения. Основным материалом для заданий данного типа являются эвристические задачи, при решении которых студент должен хорошо осознавать конечный результат, примеряя его к условию, обнаружить недостающие элементы и связи между ними. Важная роль здесь отводится глубокому анализу условия и требования задачи. Нужно выявить понятия, используемые в задаче, в результате увидеть те связи, которые помогут правильно определить ориентировочную основу действий по нахождению плана решения.

Предлагаем следующую задачу для решения.

Задача 3. Стержень случайным образом ломается на два куска. Найдите среднюю длину меньшего куска.

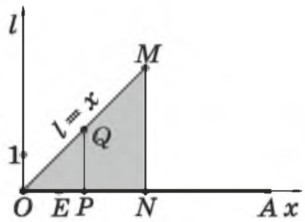
Студентам предлагается составить математическую модель проблемной ситуации, связанной с вычислением средней длины меньшего куска стержня.

Что означает случайность разлома стержня? – Равномерную распределенность точки разлома.

Какой может быть длина меньшего куска? – Если длина стержня равна L, то длина меньшего куска удовлетворяет неравенству $0 < l < \dfrac{L}{2}$.

Что означает равномерная распределенность точки разлома? – Любые две длины l_1 и l_2 меньшего куска при разломе стержня равновероятны.

Введем систему координат, расположив ось абсцисс Ox вдоль стержня, выбрав в качестве начала O один конец стержня, а в качестве единичного отрезка OE – отрезок, равный единице длины стержня (рис.).



Запишите зависимость длины меньшего куска стержня от расположения точки разлома? – Длина l, меньшего куска, с учетом равномерной распределенности точки разлома, выразится как функция переменной x, т.е. $l(x) = x$.

Пусть N – середина стержня OA, и перпендикуляр к оси абсцисс, проведенный через точку N, пересекает прямую $l = x$ в точке M.

Как найти площадь треугольника OMN? – Площадь треугольника OMN можно выразить через его сторону ON и среднюю линию PQ, т.е. $S_{OMN} = ON \cdot PQ$.

Как связана длина отрезка PQ с функцией $l(x)$*?* – Длина отрезка PQ выражает среднее значение функции $l(x)$ на отрезке ON, т. е. средняя длина $\bar{l}$ меньшего куска равна $\frac{S_{OMN}}{ON}$.

Запишите формулу для вычисления площади прямоугольного треугольника OMN? – $S_{OMN} = \frac{1}{2} ON \cdot MN$.

Вычислите площадь данного треугольника. – Так как $ON = MN = \frac{L}{2}$, площадь треугольника OMN: $S_{OMN} = \frac{1}{2} \cdot \frac{L}{2} \cdot \frac{L}{2} = \frac{L}{8}$.

Можно ли теперь найти длину меньшего куска стержня? – Из вышесказанного следует, что $\bar{l} = \frac{S_{OMN}}{ON} = \frac{L}{8} : \frac{L}{2} = \frac{L}{4}$.

Следовательно, длина меньшего куска стержня равна одной четверти длины стержня.

Самостоятельное решение задач третьего уровня способствует повышению таких важных качеств знаний, как глубина и осознанность. В результате их выполнения студенты овладевают элементами творчества, учатся ориентироваться в сложных ситуациях, овладевают эвристическими приемами, способствующими переходу от воспроизводящей деятельности к творческой.

Все типы задач можно рассматривать как взаимодействующие, взаимопроникающие компоненты сложной системы. При этом такая система, согласно исследованиям Г.И. Саранцева, должна обладать свойством целостности. Объект, названный нами этим термином, будет действительно таковым, если выполняются следующие условия: данный объект находится в единстве со всеми основными компонентами процесса обучения, а именно, мотивационным, содержательным, методическим, контрольно-оценочным; в данном объекте учтен весь круг проблем, связанных с выполнением профессиональных заданий.

Для того чтобы система профессиональных заданий к разделу "Теория вероятностей и элементы математической статистики", предназначенная для будущих специалистов технического профиля, была целостной, мы сформировали ряд требований к ее построению:

1. Органичность включения системы профессиональных заданий в процесс обучения вузовскому курсу "Теория вероятностей и элементы математической статистики".

2. Мотивационная направленность системы профессиональных заданий на создание внутренних побуждений к учению.

3. Обеспеченность плавного перехода от одного уровня сложности задания, к другому, более сложному уровню профессиональных задач.

4. Направленность системы профессиональных заданий на реализацию современных образовательных технологий с учетом ориентации на формирование компетентности инженера-строителя.

Заключение

В процессе подготовки специалистов в вузе становится все труднее в сравнительно короткие сроки сформировать у обучающихся усложняющуюся систему знаний, умений и навыков. По мнению Б.В. Гнеденко основная цель современного образования "состоит не в том, чтобы набить голову правилами действий, а в том, чтобы превратить знания в орудие активного действия, приучить разум размышлять, а не только запоминать, воспитывать стремление самим искать пути решения даже тогда, когда задача не попадает под известные правила" [5, с. 2].

Одним из возможных путей усиления профессиональной направленности в изучении раздела "Теория вероятностей и элементы математической статистики" является изменение совокупности задач, решаемых на практических занятиях в техническом вузе, что подразумевает подбор задач по уровням познавательной активности (вводные, прикладные, творческие). А так же, предъявление ряда требований к целостной системе профессиональных заданий, ориентированных на специалистов машиностроительного и строительного факультетов. Задачный подход в обучении математике студентов технических вузов способствует развитию у них синергетического действия, т. е. действия, обусловленного стремлением студента к повышению уровня своих знаний с учетом собственных возможностей и способностей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ***Колягин, Ю. М.*** Задачи в обучении математике: математические задачи как средство развития учащихся / Ю. М. Колягин. – М. : Просвещение, 1997. – Ч. 1. – С. 46–82.
2. ***Крупич, В. И.*** Теоретические основы обучения решению школьных математических задач / В. И. Крупич. – М. : Прометей, 1995. – 210 с.
3. ***Саранцев, Г. И.*** Функции задач в процессе обучения / Г. И. Саранцев, Е. И. Миганова // Педагогика. – 2001. – № 9. – С. 19–24.
4. ***Хуторской, А. В.*** Дидактическая эвристика. Теория и технология креативного обучения / А. В. Хуторской. – М. : Наука, 2003. – 176 с.
5. ***Гнеденко, Б. В.*** О преподавании математики в предстоящем тысячелетии / Б. В. Гнеденко, Р. С. Черкасов // Математика в школе. – 1996. – № 1. – С. 2.

Поступила в редакцию 02.07.2014 г.
Контакты: (+375 29) 243-87-42 (Федяченко Галина Валерьевна)

Summary

The article focuses on professional orientation in teaching mathematics at technical universities. Different approaches to the typology of mathematical tasks are analysed. The author proposes a set of tasks from the chapter "The Theory of Probability and Mathematics Statistics". The tasks at the turn of different courses are characterized by interdisciplinary character for certain specialties. A range of the requirements to create a complete system of professional tasks have been formulated.