УДК 372.851

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ ЗАДАЧ ПРИКЛАДНОГО ХАРАКТЕРА НА ЗАНЯТИЯХ ПО МАТЕМАТИКЕ

Титова Е.И.[1], Ячинова С.Н.[1], Кисилев А.А.[1]

[1]ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства» (440028, г. Пенза, ул. Германа Титова, 28), e-mail: ermelenka@rambler.ru

Данная статья описывает педагогический эксперимент, связанный с решением задач прикладного характера на занятиях по математике в строительном вузе. Опираясь на методические и психолого-педагогические исследования, авторы выделяют требования к задачам прикладного характера и приводят их примеры по различным темам. Результаты обучения студентов в экспериментальных группах в виде итоговых баллов образуют выборку. Статистическая обработка этих данных с помощью критерия согласия Пирсона показала, что уровень усвоения знаний студентами достаточно высок. Это обусловлено применением специально разработанной методики систематического использования задач практического характера. Тем самым доказывается, что целенаправленное решение задач прикладного содержания увеличивает эффективность обучения студентов и является средством формирования профессионально значимых качеств личности.

Ключевые слова: математика в строительном вузе, прикладные задачи, критерий Пирсона.

EXPERIMENTAL EVALUATION OF APPLICATION TASKS APPLIED IN THE CLASSROOM FOR MATHEMATICS

Titova E.I., Yachinova S.N., Kiselev A.A.

Penza State University of Architect and Build (440028, Penza, Titova street, 28), e-mail: ermelenka@rambler.ru

This article describes the pedagogical experiment associated with solving problems of applied nature in math in the high school building. Drawing on methodological and psychological and pedagogical research, the authors identify task requirements applied nature and lead them examples on different topics. The learning outcomes of students in the experimental groups in the form of the resulting average score form a sample. Statistical analysis of these data using a goodness-of-fit Pearson showed that the level of knowledge of students is quite high. This is due to the use of specially developed methods of the systematic use of tasks of a practical nature. Thus it is proved that the purposeful decision of problems of applied content increases the effectiveness of student learning and a means of formation of professionally significant qualities of the person.

Keywords: mathematics building University of applied tasks, Pearson criterion.

Обучаясь в высшем учебном заведении, студенты порой не знают и не видят перспектив применения получаемых ими знаний, а во многих случаях педагоги сталкиваются с вопросами: где мне это пригодится и зачем мне это надо? Одним из способов решения подобного рода вопросов является использование прикладных задач при изучении каждой темы дисциплины. Студент должен видеть, зачем и для чего нужны изучаемые им знания. Тем самым процесс обучения будет наполняться смыслом и интересом.

Изучение математики, безусловно, основано на решении различного рода задач. Целью математического образования является получение математических знаний и выработка умений применять эти знания либо в решении прикладных задач, либо в строительстве и перестройке самого постоянно развивающегося здания математики. Целесообразность построения обучения математике посредством прикладных задач и является темой нашего исследования.

Поскольку научить алгоритмам 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 для дальнейшего успешного изучения смежных дисциплин [2]. На практике чаще всего решаются стандартные, алгоритмические задачи, позволяющие отработать основные понятия изучаемой темы. Рассмотрим понятие задачи прикладной направленности на примере задачи в строительстве, заметим, что в качестве задачной ситуации в ней выступает некая модель профессиональной ситуации, в которой по известным характеристикам профессионального объекта или явления надо найти другие его характеристики или свойства [7]. Разрешение или исследование представленной профессиональной ситуации способствует развитию у студента определенных профессиональных качеств. Наличие данных качеств способствует воспитанию конкурентоспособного специалиста, отлично выполняющего свою работу и полезного для общества.

Сформулируем требования, предъявляемые к задачам прикладного характера, используемым в рамках математической подготовки будущего строителя:

1) задача должна описывать ситуацию, возникающую в профессиональной деятельности инженера-строителя;

2) в задаче должны быть неизвестные характеристики некоторого профессионального объекта или явления, которые надо исследовать субъекту по имеющимся известным характеристикам с помощью средств математики;

3) решение задач должно способствовать прочному усвоению математических знаний, приемов и методов, являющихся основой профессиональной деятельности инженера-строителя;

4) задачи должны обеспечить усвоение взаимосвязи математики с общетехническими и специальными дисциплинами;

5) содержание задачи и ее решение требуют знаний по специальным предметам;

6) содержание профессионально ориентированной математической задачи определяет пропедевтический этап изучения понятий специальных дисциплин;

7) решение задач должно обеспечивать математическое и профессиональное развитие личности инженера-строителя [3].

Приведем примеры такого рода задач, в которых используется математический аппарат и которые должны применяться на занятиях по математике.

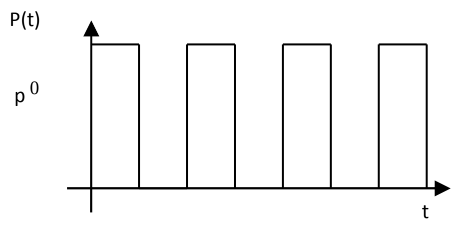
1. При разработке гипсового композита исследовалось влияние на плотность $\rho, кг/м^3$, в сухом состоянии введения вспученного перлитового песка в количестве от 0 до 10% от массы гипса при формировании изделий из технологической смеси нормальной густоты (по Суттарду). При гипотезе линейного снижения ρ в зависимости от нормализованного фактора x_1 нужно найти две оценки МНК в модели $\rho = b_0 + b_1 x$ по результатам пяти опытов, представленных в таблице [4].

x_1	-1	-0,5	0	0,5	1
ρ	1228	1136	1120	1044	942

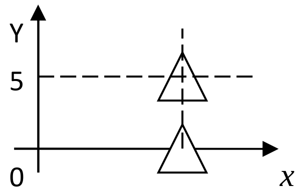
2. Представьте в виде тригонометрического ряда периодические изменения нагрузки с равными периодами действия, показанными на рисунке. Функция нагрузки задана следующим образом:

$$P(t) = \begin{cases} P_0, при\, t_{2n} \le t \le t_{2n+1} \\ 0, при\, t_{2n+1} \le t \le t_{2(n+1)} \end{cases}$$

При этом $T = \frac{t_2}{2}, n = 0,1,2,...$



3. С помощью подъемного крана извлекают железобетонную надолбу со дна реки глубиной 5 м. Какая работа при этом совершается, если надолба имеет форму правильного тетраэдра с ребром 1 м (плотность железобетона 2500 кг/$м^3$, плотность воды 1000 кг/$м_3$)? [6]



Систематическое применение задач прикладного характера при изложении каждой темы дисциплины повышает уровень подготовки обучающихся, а также повышает уровень мотивации изучения предмета, выделяет его перспективу [5]. Об этом свидетельствуют результаты проведенного нами педагогического эксперимента в строительном вузе. Для его осуществления мы построили обучение математике в двух экспериментальных группах посредством решения прикладных задач и проверили уровень их знаний после изучения математики в первом семестре.

Обработку результатов провели, воспользовавшись средствами статистики: с помощью критерия χ^2 – Пирсона, для которого оказались выполненными все необходимые допущения. Определили значимость различий по уровню усвоения математических знаний экспериментальной и контрольной групп. Нулевая гипотеза (H_0) предполагает равенство вероятностей уровней подготовки студентов контрольных и экспериментальных групп, при альтернативной гипотезе (H_1) о неравенстве таких вероятностей. В контрольных группах средний балл принадлежит интервалу 47-67 и согласно критерию Пирсона удовлетворяет закону нормального распределения. Для проверки выдвинутой нами гипотезы заполнили необходимые таблицы для расчета выборки полученных баллов у экспериментальных групп. В данных группах обучалось 100 студентов, и после контрольного теста ими были получены следующие баллы (табл. 1).

Таблица 1

Выборка полученных баллов

52	72	86	92	61	84	93	85	41	97
82	53	25	64	76	78	43	78	82	62
76	84	54	84	75	86	76	83	92	86
77	34	83	72	66	56	87	62	81	58
99	73	91	45	73	87	63	76	83	93
68	85	54	82	95	65	83	95	76	83
97	74	87	37	88	77	92	68	85	59
67	91	55	83	45	85	94	87	39	86
83	95	73	98	93	56	84	61	68	77

75	45	71	65	95	76	76	86	65	94

Провели следующие расчеты. $x_{\min} = 25$, $x_{\max} = 99$.

Шаг $h = \dfrac{x_{\max} - x_{\min}}{1 + 3{,}322 \cdot \lg n}$, $h = \dfrac{99 - 25}{1 + 3{,}322 \cdot \lg 100} = 9{,}68 \approx 10$.

За начало первого интервала взяли величину $x_{нач} = x_{\min} - \dfrac{h}{2} = 25 - \dfrac{10}{2} = 20$.

Сгруппированный ряд представили в виде таблицы (табл. 2).

Таблица 2

Расчеты эксперимента

i	***Интервалы*** (x_i, x_{i+1})	$\overline{x_i}$	***n*** n_i	u_i	$n_i u_i$	$n_i u_i^2$	$n_i u_i^3$	$n_i u_i^4$	$n_i (u_i+1)^4$
1	20-30	25	1	-6	-6	36	-216	1296	625
2	30-40	32	3	-5	-15	75	-375	1875	768
3	40-50	42	5	-4	-20	80	-320	1280	405
4	50-60	52	9	-3	-27	81	-243	729	144
5	60-70	62	14	-2	-28	56	-112	224	14
6	70-80	72	21	-1	-21	21	-21	21	0
7	80-90	82	29	0	0	0	0	0	29
8	90-100	92	18	1	18	18	18	18	288
$\sum$			100		-99	367	-1269	5443	2273

u_i - условная варианта, $u_i = \dfrac{\overline{x_i} - C}{h}$, $C = 85$ - ложный нуль.

Для контроля вычислений пользовались тождеством:

$$\sum n_i (u_i + 1)^4 = \sum n_i u_i^4 + 4\sum n_i u_i^3 + 6\sum n_i u_i^2 + 4\sum n_i u_i + \sum n_i .$$

Контроль: $\sum n_i (u_i + 1)^4 = 2757$,

$$\sum n_i u_i^4 + 4\sum n_i u_i^3 + 6\sum n_i u_i^2 + 4\sum n_i u_i + \sum n_i =$$
$$= 5443 + 4 \cdot (-1269) + 6 \cdot 367 + 4 \cdot (-99) + 100 = 2273.$$

Совпадение контрольных сумм свидетельствует о правильности вычислений.

Вычислили условные моменты первого и второго порядка, выборочную среднюю:

$M_1^* = \dfrac{\sum n_i u_i}{n} = \dfrac{-99}{100} = -0{,}99$; $M_2^* = \dfrac{\sum n_i u_i^2}{n} = \dfrac{367}{100} = 3{,}67$;

$\overline{x}_в = M_1^* h + C = -0{,}74 \cdot 10 + 85 = 75{,}1$.

Нашли выборочную дисперсию, выборочное среднее квадратическое отклонение:

$$D_в = [\, M_2^* - (M_1^*)^2 \,]\, h^2 = [3{,}67 - (-0{,}99)^2\,] \cdot 10^2 = 268{,}99,$$

$$\sigma_в = \sqrt{D_в} = \sqrt{273{,}24} = 16{,}40091.$$

Чтобы использовать χ^2 (хи-квадрат) - критерий Пирсона, взяли выборочную среднюю $\overline{x}_в = 75{,}1$, выборочное среднее квадратическое отклонение $\sigma_в = 16{,}40091$.

При уровне значимости $\alpha = 0{,}05$ (надежность $\gamma = 0{,}95$) проверили гипотезу о том, что случайная величина X, заданная нашими баллами, также распределена по нормальному закону. Если $\chi^2_{набл} < \chi^2_{кр}$, то нет оснований отвергнуть гипотезу о нормальном распределении генеральной совокупности, в обратном случае наша гипотеза (H_0) отвергается [1].

Чтобы найти $\chi^2_{набл}$, составили таблицу (табл. 3).

Пронумеровали *X*, т.е. перешли к случайной величине Z, и вычислили вероятность попадания *X* в интервал (x_i, x_{i+1}):

$$P_i = \Phi\left(\frac{x_{i+1} - \overline{x}_в}{\sigma_в}\right) - \Phi\left(\frac{x_i - \overline{x}_в}{\sigma_в}\right).$$

Затем вычислили теоретические частоты: $n_i' = n \cdot P_i$, где *n* – объем выборки (сумма всех частот), *n* = 100, чтобы найти наблюдаемое значение критерия: $\chi^2_{набл} = \sum_{i=1}^{n} \frac{(n_i - n_i')^2}{n_i'}$.

Таблица 3

Вычисление χ^2 Пирсона

i	Интервалы (x_i, x_{i+1})	Эмпирическая частота n_i		Вероятность P_i	Теоретические частоты n_i'	$(n_i - n_i')^2$	$\frac{(n_i - n_i')^2}{n_i'}$
1	20-30	1	9	0,04326	4,326	21,84628	5,049994
2	30-40	3					
3	40-50	5					
4	50-60	9		0,0921	9,21	46,1041	5,005874
5	60-70	14		0,1794	17,94	15,5236	0,865307

6	70-80	21	0,2327	23,27	5,1529	0,22144
7	80-90	29	0,2195	21,95	49,7025	2,264351
8	90-100	18	0,1426	14,26	13,9876	0,980898
$\sum$		100	0,90056			14,38786

По таблице критических точек распределения χ^2 (уровень значимости $\alpha = 0,05$ и число степеней свободы $k = s - 3$) нашли $\chi^2_{кр}$.

В нашем случае $s = 6$, $k = 6 - 3 = 3$ и $\chi^2_{кр}(0,05;3) = 7,8$.

Поскольку эмпирическое значение χ^2 больше его критического значения *(14,38786>7,8)*, полученные результаты дали достаточное основание для отклонения нулевой гипотезы. Другими словами, уровень усвоения знаний повысился у студентов экспериментальной группы за счет использования задач прикладного характера в более существенной мере, чем у студентов контрольной группы.

Преподавателями экспериментальных групп было отмечено, что предложенная методика использования прикладных задач при изучении каждой темы курса математики у будущих строителей позволила получить подавляющему большинству студентов более гибкую и вариативную систему знаний по математике, что в дальнейшем должно способствовать более эффективному изучению смежных и специальных дисциплин. Таким образом, проведенный нами эксперимент доказал целесообразность использования прикладных задач на занятиях по математике.

Список литературы

1. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. - 9-е изд., стер. — М. : Высшая школа, 2003. — 479 с.
2. Ермолаева Е.И. О важности фундаментальной математической подготовки студентов по направлению «Строительство» / Ермолаева Е.И., Куимова Е.И // Известия Пензенского государственного педагогического университета им. В.Г. Белинского. - 2011. – № 26. – С. 463-467.
3. Крымская Ю.А. Профессиональная подготовка строителей через решение прикладных задач / Крымская Ю.А., Титова Е.И., Ячинова С.Н // Современные проблемы науки и образования. - 2014. – № 2. – С. 168-173.
4. Крымская Ю.А. Построение математических моделей в прикладных задачах / Крымская Ю.А., Титова Е.И., Ячинова С.Н. // Молодой ученый. – 2013. – № 12 (59). – С. 3-6.

5. Крымская Ю.А. Пути повышения качества и мотивации обучения при профессиональной подготовке студентов в вузах / Крымская Ю.А., Ячинова С.Н. // Молодой ученый. – 2014. – № 19. – С. 565-567.
6. Новичкова Т.Ю. Прикладная направленность преподавания математики как средство повышения качества обучения в военных вузах / Новичкова Т.Ю., Крымская Ю.А., Ячинова С.Н. // Молодой ученый. – 2014. – № 18. – С. 619-621.
7. Титова Е.И. Различные трактовки понятия «задача» и методика их решения / Титова Е.И., Чапрасова А.В. // Молодой ученый. – 2014. - № 6 (65). – С. 760-762.

Рецензенты:

Усманов В.В., д.п.н., профессор, первый проректор, проректор по научной работе, ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», г. Пенза;

Гарькина И.А., д.т.н., профессор, профессор кафедры математики и математического моделирования, ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», г. Пенза.