

DOI: 10.12731/2218-7405-2017-4-86-100
УДК 378.147

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНО ОРИЕНТИРОВАННЫХ ЗАДАЧ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ОБУЧЕНИИ СТУДЕНТОВ ИНЖЕНЕРНОГО НАПРАВЛЕНИЯ

Горбунова Н.Ю.

Описаны некоторые аспекты организации исследовательской деятельности студентов, а также решения некоторых задач математического моделирования: профессионально ориентированных, многоступенчатых и других. Подчеркнута важность их экономического содержания. Приведены примеры использования таких задач в процессе обучения математике в сельскохозяйственном вузе. Описан ряд вопросов, связанных с подбором информационного материала и особенности использования исследовательских задач.

***Цель.** Автор ставит целью показать возможность и необходимость использования профессионально ориентированных задач математического моделирования при обучении математике в сельскохозяйственном вузе. Предметом анализа является включение таких задач в образовательный процесс.*

***Методы и методология проведения работы.** Основным методом исследования является диалектический метод познания подходов к отбору, составлению и использованию в образовательном процессе задач математического моделирования и профессионально ориентированных задач, а методологией – учение об этих методах познания.*

***Результаты.** В результате анализа литературы, опросов студентов, наблюдением за их деятельностью и, с учетом собственного опыта преподавания, можно сделать вывод о целесообразности использования задач математического моделирования, так как оно дает возможность систематизировать теоретические*

знания, осуществить их применение, повысить у обучающихся познавательную мотивацию в инженерной сфере.

Область применения результатов. Результаты исследования могут представлять интерес для преподавателей математики при подготовке бакалавров и магистров инженерного направления сельскохозяйственного вуза как для теоретических исследований, так и при модернизации учебных курсов.

Ключевые слова: проектно-исследовательская деятельность; математическое моделирование; профессиональная задача; прикладная задача; многоступенчатая задача; творческая деятельность; практико-ориентированная направленность обучения.

APPLYING PROFESSIONALLY ORIENTED PROBLEMS OF MATHEMATICAL MODELING IN TEACHING STUDENTS OF ENGINEERING DEPARTMENTS

Gorbunova N.Y.

We described several aspects of organizing student research work, as well as solving a number of mathematical modeling problems: professionally-oriented, multi-stage, etc. We underlined the importance of their economic content. Samples of using such problems in teaching Mathematics at agricultural university were given. Several questions connected with information material selection and peculiarities of research problems application were described.

Purpose. *The author aims to show the possibility and necessity of using professionally-oriented problems of mathematical modeling in teaching Mathematics at agricultural university. The subject of analysis is including such problems into educational process.*

Methodology. *The main research method is dialectical method of obtaining knowledge of finding approaches to selection, writing and using mathematical modeling and professionally-oriented problems in educational process; the methodology is study of these methods of obtaining knowledge.*

Results. *As a result of analysis of literature, students opinions, observation of students work, and taking into account personal teaching experience, it is possible to make conclusion about importance of using mathematical modeling problems, as it helps to systemize theoretical knowledge, apply it to practice, raise students study motivation in engineering sphere.*

Practical implications. *Results of the research can be of interest for teachers of Mathematics in preparing Bachelor and Master students of engineering departments of agricultural university both for theoretical research and for modernization of study courses.*

Keywords: *project and research work, mathematical modeling, professional task, applied and multi-stage problems; creative activity; practice-oriented approach to teaching.*

Обучение студентов инженерного направления сельскохозяйственного вуза нацелено на формирование профессиональных знаний, умений и навыков. Инженер профиля «Автомобильный сервис» по роду деятельности должен:

- уметь применять систему фундаментальных знаний (математических, естественнонаучных, инженерных и экономических) для идентификации, формулировки, решения технических и технологических проблем эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов;
- владеть навыками осуществления в этой сфере теоретических, экспериментальных, вычислительных исследований по научно-техническому обоснованию инновационных технологий; выполнения элементов расчетно-проектировочной работы по созданию и модернизации систем и средств эксплуатации таких машин и оборудования [9].

Обучение моделированию, созданию, исследованию и модернизации технических, технологических систем, а также средств эксплуатации транспортных, транспортно-технологических машин и оборудования следует осуществлять через организацию исследовательской деятельности студентов в области математики. Она может быть представлена в виде проектно-исследовательской де-

тельности – одной из важнейших составляющих образовательного процесса [6]. Ее реализация стимулирует у студентов интерес к творческой деятельности; помогает осознать значимость математических знаний в прикладных областях; дает возможность проверить свои идеи на практике [1, 12].

Метод проектов настолько универсален, что позволяет применять его на любых этапах обучения. Он способствует развитию умений постановки и последовательного решения учебно-познавательной проблемы, ее теоретической и практической реализации [16]. Так, при изучении раздела «Определенный интеграл» одной из возможных тем проектов может быть «Определенный интеграл и его применение при решении физических и экономических задач». Предполагаемым продуктом осуществления проектной деятельности может являться сборник прикладных задач, полезных при изучении не только математики, но и физики, экономики, а также других дисциплин.

При изучении ряда разделов высшей математики также можно использовать метод проектов, т.к. при этом происходит формирование, в частности, таких комплексных умений, как осмысление задачи; планирование деятельности; самостоятельное нахождение недостающей информации, осуществление нескольких вариантов решения проблемы и, наконец, оценка результатов своей деятельности [13]. Кроме того, предметные знания, умения и навыки обучающихся становятся более взаимосвязанными, что является показателем сформированности профессиональных качеств студента.

Формирование указанных умений и навыков происходит не только при выполнении исследовательских заданий, но и при решении задач математического моделирования. Оно так же, как и метод решения практических задач, развивает логическую культуру, теоретическое и алгоритмическое мышление обучающихся; усиливает практическую значимость изучаемого материала и интегрирует его, тем самым позволяет преобладать развивающей функции обучения над информационной [11, 15].

Моделирование и исследование составленной математической модели рассматриваемого явления, объекта или процесса может

быть реализовано при изучении многих разделов высшей математики: «Линейной и векторной алгебры», «Аналитической геометрии на плоскости и в пространстве», «Дифференциального и интегрального исчисления функций одной и нескольких переменных», «Дифференциальных уравнений», «Кратных и криволинейных интегралов», «Рядов», «Теории вероятностей» и других.

На этапе формирования навыков составления модели преподаватель, как правило, сам задает учебную ситуацию (объект исследования), а студенты преобразуют ее, последовательно выполняя следующие этапы плана:

- уяснение задачи, проблемы;
- мысленное расчленение ситуации на составные части, установление системы отношений между ними, определение их возможных характеристик;
- выделение зависимых и независимых переменных, выяснение областей их изменения и характера взаимодействия;
- создание начальной математической модели исследуемой ситуации;
- проверка адекватности построенной математической модели, учет дополнительных условий, ее уточнение, подтверждение;
- выбор метода дальнейшего анализа этой модели и ее исследование;
- интерпретация полученных результатов, контроль их адекватности поставленной цели; выяснение уровня завершенности исследования [7].

При выборе методов анализа и исследования модели происходит определение перечня доступных интеллектуальных ресурсов (знаний, умений, навыков). Такую ситуацию можно продемонстрировать на примере задачи.

Задача 1. *Цилиндрический резервуар с высотой 6 м и диаметром основания 4 м поставлен вертикально и наполнен водой. За какое время вода, заполняющая резервуар, вытечет из него через круглое отверстие радиуса $\frac{1}{12}$ м, сделанного в дне резервуара?* [2]

Задача предполагает составление и решение дифференциального уравнения первого порядка:

$$-r^2 \cdot dh = \sigma \rho^2 \sqrt{2gh} \cdot dt, \quad (1)$$

где g – ускорение силы тяжести, σ – постоянный коэффициент, зависящий от свойств жидкости, r – радиус основания резервуара, h – уровень оставшейся в резервуаре воды через t секунд после начала ее вытекания, ρ – радиус отверстия. Для нахождения решения задачи студенты могут выбрать как алгоритм приведения к уравнению с разделяющимися переменными так и представить решение задачи Коши в виде суммы ряда с дальнейшим ее вычислением, используя приближенные методы.

Взаимосвязь фундаментальных и специальных знаний, приобретенных студентами инженерного факультета сельскохозяйственного вуза, помогут осуществить задачи моделирования, ориентированные на формирование профессионально значимых качеств выпускников. Зачастую такая связь реализуется только в период прохождения учебных и производственных практик. В результате анализа многих учебников и методических пособий, рекомендованных для инженерных специальностей вузов, установлено, что профессионально значимый материал представлен в них недостаточно полно. Поэтому большую актуальность в наше время приобретает включение в курсы различных дисциплин профессионально ориентированных задач, которые могут быть решены, в том числе, и методами математики. На наш взгляд, использование ее понятий, теорем, правил и алгоритмов при решении прикладных заданий позволяет:

- показать применение уже установившихся стандартных методов для решения профессионально значимых задач;
- осуществить их практическое применение;
- систематизировать ранее полученные знания и умения;
- развивать творческое и предметно-логическое мышление студентов, их познавательную мотивацию в инженерной сфере [4].

При решении ряда вопросов, связанных с подбором информационного материала, и составлении профессионально ориентированной математической задачи преподаватель может руководствоваться следующими соображениями:

- включение таких задач в курс математики направлено на повышение мотивации и активности студентов; оно не должно приводить к нарушению логики и внутрипредметных связей дисциплины [14];
- информация должна быть доступной для восприятия обучаемых и соотнесена с учебным (календарным) планом изучения других дисциплин;
- источниками для составления задач могут служить как учебная и профессиональная литература, так и преподаватели смежных кафедр, ведущих последующие дисциплины у обучающихся;
- время решения задачи может быть средним или немного большим по сравнению с рассмотрением типовых математических ситуаций; при этом желательно предусмотреть несколько вариантов решения. Если задача является объемной, то следует рассмотреть возможность коллективного решения какой-то ее части, например, в общем виде, а остальные случаи оставить студентам для самостоятельной внеаудиторной работы;
- сюжет задачи может иметь прикладной характер, т.е. содержать информацию, значимую с точки зрения будущей специальности обучаемых; или включать материал, используемый при изучении других (профильных) дисциплин; при этом в условии может содержаться описание тех явлений или процессов, которые представляют познавательный интерес для будущего инженера;
- элементы задачи должны предполагать возможность численного задания математических характеристик описываемых явлений;
- объектами сюжетных задач могут быть явления или процессы, рассматриваемые студентами при изучении таких дисциплин, как физика, теоретическая механика, сопротивление материалов, детали машин, экономика, экология, электротехника и других [3]. Эти задачи имеют пропедевтический характер и стимулируют образовательный интерес студентов. Так, задача 1 может быть переформулирована для случая, когда содержимым является жидкое топливо.

Задача 2. В вертикальном цилиндрическом резервуаре диаметра $2r$ находится жидкое топливо с удельным весом γ . Высота жидкости в резервуаре h , а общая высота резервуара H . Найти работу, которую необходимо затратить для опорожнения резервуара с помощью насоса через кран, находящийся в центре верхнего основания [5].

Экономическая составляющая профессионально ориентированных задач также играет немаловажную роль. Между математическими и экономическими дисциплинами имеется неразрывная взаимосвязь, т.к. при решении многих задач экономики используются математические теории и формулы, применение которых позволяет строить работу предприятий в условиях рынка. Инженер-специалист на производстве ежедневно сталкивается и с решением экономических проблем. Поэтому включение в комплекс учебных задач решений некоторых вопросов из этой области позволяет повысить уровень подготовленности выпускника к профессиональной деятельности.

Задача 3. Скорость обесценивания оборудования вследствие его износа пропорциональна в каждый данный момент времени его фактической стоимости. Начальная стоимость равна A_0 . Найти стоимость оборудования по истечении t лет [2].

Анализ модели в процессе решения этой задачи позволяет не только развить навыки составления математической модели

$$A(t) = -k \cdot A(t), \quad (2)$$

где A – цена оборудования, и решения дифференциального уравнения, но и показать использование теории в практической деятельности.

Профессионально ориентированная математическая задача может состоять из цепочек задач или являться их совокупностью. Она может содержать несколько требований, вопросов или дополнительных условий, ограничений:

- условие исходной задачи не меняется, но вводятся требования, дополняющие, развивающие или усложняющие рассматриваемую ситуацию;

- ряд вопросов содержит элементы дополнительных требований, расширяющих, конкретизирующих или обобщающих условие;
- решение одной или нескольких задач служит решением последующих (кейсы или цепочки задач).

Так, при изучении темы «Повторные независимые испытания» и использовании формулы Бернулли, теорем Пуассона, Муавра-Лапласа и других, целесообразно рассмотреть задачу с вариативным содержанием, т.е. студенты должны найти ответ на вопрос при изменяющихся условиях.

Задача 4. Станок производит детали с вероятностью брака $p\%$.

1. Какова вероятность того, что из выбранных произвольным образом n деталей нестандартных окажется m :

а) $n = 10, m = 4, p = 10\%$;

б) $n = 400, m = 150, p = 10\%$;

в) $n = 1000, m = 20, p = 0,1\%$?

2. Какова вероятность того, что из выбранных произвольным образом n деталей нестандартными окажутся от m_1 до m_2 деталей:

а) $n = 10, m_1 = 2, m_2 = 4, p = 10\%$;

б) $n = 400, m_1 = 100, m_2 = 200, p = 10\%$;

в) $n = 1000, m_1 = 10, m_2 = 20, p = 0,1\%$?

3. Чему равно наивероятнейшее число появления бракованных деталей:

а) $n = 10, p = 10\%$;

б) $n = 400, p = 10\%$;

в) $n = 1000, p = 0,1\%$?

Решение этой комплексной задачи позволяет закрепить и систематизировать навыки использования основных понятий и алгоритмов изучаемой тематики; помочь понять критерии их применения; включить элементы пропедевтики перед изучением темы «Законы распределения случайных величин». Кроме того, задача имеет экономический подтекст, связанный с организацией производства и минимизацией его убытков. Примером многоступенчатой задачи с инвариантным содержанием является

Задача 5. На некотором производстве для фасовки сыпучих продуктов объема V могут производиться емкости разных форм из одного из того же материала с одинаковой толщиной стен. Выяснить, какая из форм наиболее выгодна с точки зрения расхода на материалы:

а) прямоугольный параллелепипед, куб,
в) параболоид, образованный вращением параболы $y = x^2$ вокруг оси Oz ,

г) верхняя половина конуса $\frac{x^2}{4} + \frac{y^2}{9} - \frac{z^2}{1} = 0$,

д) полусфера,

е) половина эллипсоида $\frac{x^2}{4} + \frac{y^2}{9} + \frac{z^2}{c^2} = 1$?

При решении этой задачи используются навыки нахождения наибольшего и наименьшего значений функции двух независимых переменных, актуализируются знания о поверхностях второго порядка и их канонических уравнениях. Студенты используют умение применять кратные интегралы при нахождении объемов тел и площадей поверхностей. Кроме того, она является и оптимизационной экономической задачей.

Приведенная ниже цепочка задач, рассматриваемая при изучении раздела «Определенный интеграл», показывает его применение в физике.

Задача 6.

1. Для растяжения пружины на 5 см необходимо совершить работу, равную 45 Дж. На какую длину можно растянуть пружину, совершив работу в 180 Дж?

2. Какую работу (в джоулях) нужно затратить для:

- а) растяжения пружины на 8 см;
б) сжатия пружины на 3 см;
в) растяжения пружины от 7 см до 10 см, если длина пружины в спокойном состоянии 6 см?

3. Какую работу совершает сила, равная 10 Н при растяжении пружины на 2 см? [8]

Аналогичным образом можно составить задачи на вычисление работы, производимой против сил межмолекулярного притяжения, на силу

и плотность электрического тока и т.д. Приведенный ниже пример, который можно предложить студентам для самостоятельного решения, также представляет профессионально ориентированную цепочку задач.

Задача 7. Периферийный офис А предприятия расположен в 50 км от центрального В и в 30 км от основной магистрали ВС, связывающей их. Под каким углом к магистрали следует провести подъездной путь из А, чтобы стоимость перевозок из А в В и из В в А была наименьшей, если известно, что перевозка по магистрали обходится в два раза дешевле, чем по подъездному пути? Определить, каким должен быть угол примыкания подъездного пути AD к магистрали ВС, чтобы суммарный годовой пробег автомобилей из А в В и С был как можно меньшим, если известно, что движение между А и В в два раза интенсивнее, чем между А и С:

а) $AB = 50$ км, $BC = 100$ км, $AN = 30$ км;

б) $AB = 31$ км, $BC = 100$ км, $AN = 30$ км [5].

Включение в процесс обучения цепочек задач играет большую роль, т.к. помогает установлению математических закономерностей между различными понятиями. Оно способствует также расширению межпредметных связей; углублению, обобщению, повторению и закреплению предметных навыков. Кроме того, такие задачи являются средством активизации познавательного интереса, приобщают студентов к самостоятельной творческой деятельности [1].

Реализация прикладной направленности при обучении математике помогает формировать профессионально значимые качества студентов [10]. Она может быть осуществлена только при использовании современных подходов к обучению: личностно-ориентированного, системно-деятельностного, компетентностного, диалогового и других, обеспечивающих удовлетворение потребности в синтезе научных знаний, помогающих решить вопрос о формировании интегративного способа мышления обучающихся.

В заключении заметим, что включение в процесс обучения математике описанных выше исследовательских форм, профессионально ориентированных, многоступенчатых и с вариативным содержанием задач имеет практико-ориентированную направленность,

является методически обоснованным для придания результатам социально и личностно значимого характера, способствует более прочному усвоению знаний, их дифференциации; повышению как мотивации, так и эффективности образования.

Список литературы

1. Горбунова Н.Ю. Формирование творческих способностей студентов при изучении темы «Определенный интеграл» // Математический вестник педвузов и университетов Волго-Вятского региона. Киров: ВятГГУ, 2016. Вып. 18. С. 146–153.
2. Данко П.Е., Попов А.Г., Кожевникова Т.Я. Высшая математика в упражнениях и задачах: учеб. пособие для студентов вузов: В 2 ч. М.: Высшая школа, 1986. Ч. II. 416 с.
3. Зайкин Р.М. О видовой дифференциации математических профессионально ориентированных задач // Мир науки, культуры, образования. 2010. №4 (23). С. 204–207.
4. Зайкин Р.М. Профессионально ориентированные математические задачи в подготовке управленческих кадров: монография. Арзамас: АГПИ, 2008. 121 с.
5. Петров В.А. Математический анализ в производственных задачах: учеб. пособие для студентов заоч. отд. физ.-мат. факультетов педин-тов. М.: Просвещение, 1990. 64 с.
6. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования: Учебное пособие / Полат Е.С., Бухаркина М.Ю., Моисеева М.В., Петров А.Е.; под ред. Полат Е.С. М.: Изд. центр «Академия», 1999. 272 с.
7. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. М.: Физматлит, 2001. 320 с.
8. Турчина Н.В. Физика в задачах для поступающих в вузы. М.: Оникс, 2008. 768 с.
9. ФГОС ВО по направлению подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов (квалификация (степень) «бакалавр»). URL: <http://fgosvo.ru/fgosvo/92/91/4> (дата обращения: 20.01.2017).

10. Фридман Л.М. Сюжетные задачи по математике. История, теория, методика. Учеб. пособие для учителей и студентов педвузов и колледжей. М.: Школьная Пресса, 2002. С. 20–51.
11. Heidari A. Mathematical Equations in Predicting Physical Behavior. *Journal of Applied & Computational Mathematics*, 2016, vol. 5, issue: 5. doi:10.4172/2168-9679.1000e145
12. Kandola B. Graduate induction training techniques: a new model for fostering creativity. *Education + Training*, 2002, vol. 44, issue: 7, pp. 308–311, doi: 10.1108/00400910210756988
13. Knoll M. The Project Method: Its Vocational Education Origin and International Development. *Journal of Industrial Teacher Education*, 1997, no. 34, pp. 59–80.
14. Oates G., Hunter R., Bicknell B., Burgess T. Relative values of curriculum topics in undergraduate mathematics in an integrated technology environment. *Proceedings of the 32nd Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia*. Palmerston North, 2009, pp. 419–426.
15. Soon W., Lioe L.T., McInnes B. Understanding the Difficulties Faced by Engineering Undergraduates in Learning Mathematical Modelling. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 2011, no. 42(8), pp. 1023–1039.
16. Zhylykybay G., Magzhan S., Suinzhanova Z., Balaubekov M., Adiyeva P. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 2014. vol. 143, pp. 621–624. doi: 10.1016/j.sbspro.2014.07.448

References

1. Gorbunova N.Y. *Matematicheskiy vestnik pedvuzov i universitetov Volgo-Vyatskogo regiona* [Mathematical bulletin of pedagogical universities and universities of the Volga-Vyatka region], 2016, no. 18, pp. 146–153.
2. Danko P.E., Popov A.G., Kozhevnikova T.Y. *Vysshaya matematika v up-razhneniyakh i zadachakh: uchebnoye posobiye dlya studentov vtuzov* [Higher mathematics in exercises and tasks: textbook for students of technical universities]. In two volumes. M.: Vysshaya shkola, 1986, vol. 2, 416 p.
3. Zaykin R.M. *Mir nauki, kul'tury, obrazovaniya* [World of science, culture, education], 2010, no 4 (23), pp. 204–207.

4. Zaykin R.M. *Professional'no oriyentirovannyye matematicheskiye zadachi v podgotovke upravlencheskikh kadrov: monografiya* [Professionally oriented mathematical tasks in training of management personnel: monograph]. Arzamas: ASPI, 2009, 121 p.
5. Petrov V.A. *Matematicheskiy analiz v proizvodstvennykh zadachakh: uchebnoye posobiye dlya studentov zaochnogo otdeleniya fiziko-matematicheskikh fakul'tetov pedagogicheskikh institutov* [Mathematical analysis in production tasks: textbook for students of the correspondence department of physics and mathematics faculties of pedagogical universities]. Moscow: Prosveshcheniye, 1990, 64 p.
6. Polat Y.S., Bukharkina M.Y., Moiseyeva M.V., Petrov A.Y. *Novyye pedagogicheskiye i informatsionnyye tekhnologii v sisteme obrazovaniya: Uchebnoye posobiye* [New pedagogical and information technologies in system of education: Textbook]. Moscow: Academy publishing centre, 1999, 272 p.
7. Samarskiy A.A., Mikhaylov A.P. *Matematicheskoye modelirovaniye: Idei. Metody. Primery* [Mathematical Modeling: Ideas. Methods. Examples]. Moscow: Fizmatlit, 2001, 320 p.
8. Turchina N.V. *Fizika v zadachakh dlya postupayushchikh v vuzy* [Physics in tasks for prospective university applicants]. Moscow: Onyx, 2008, 768 p.
9. *FGOS VO po napravleniyu podgotovki 23.03.03 Ekspluatatsiya transportno-tekhnologicheskikh mashin i kompleksov (kvalifikatsiya (stepen') «bakalavr»)* [Federal State Educational Standard of Higher Education 23.03.03 Operation of transport-technological machines and complexes (qualification (degree) «Bachelor»)]. <http://fgosvo.ru/fgosvo/92/91/4> (accessed: January 20, 2017).
10. Fridman L.M. *Syuzhetnyye zadachi po matematike. Istoriya, teoriya, metodika: Uchebnoye posobiye dlya uchiteley i studentov pedagogicheskikh vuzov i kolledzhey* [Subject problems in mathematics. History, theory, methodology. Textbook for teachers and students of pedagogical universities and colleges]. Moscow: School Press, 2002, 20–51 p.
11. Heidari A. Mathematical Equations in Predicting Physical Behavior. *Journal of Applied & Computational Mathematics*, 2016, vol. 5, issue: 5. doi:10.4172/2168-9679.1000e145

12. Kandola B. Graduate induction training techniques: a new model for fostering creativity. *Education + Training*, 2002, vol. 44, issue: 7, pp. 308–311, doi: 10.1108/00400910210756988
13. Knoll M. The Project Method: Its Vocational Education Origin and International Development. *Journal of Industrial Teacher Education*, 1997, no. 34, pp. 59–80.
14. Oates G., Hunter R., Bicknell B., Burgess T. Relative values of curriculum topics in undergraduate mathematics in an integrated technology environment. *Proceedings of the 32nd Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia*. Palmerston North, 2009, pp. 419–426.
15. Soon W., Lioe L.T., McInnes B. Understanding the Difficulties Faced by Engineering Undergraduates in Learning Mathematical Modelling. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 2011, no. 42(8), pp. 1023–1039.
16. Zhylykybay G., Magzhan S., Suinzhanova Z., Balaubekov M., Adiyeva P. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 2014. vol. 143, pp. 621–624. doi: 10.1016/j.sbspro.2014.07.448

ДАнные ОБ АВТОРЕ

Горбунова Наталья Юрьевна, старший преподаватель кафедры высшей математики
Пермская государственная сельскохозяйственная академия имени академика Д.Н. Прянишникова
ул. Петропавловская, 23, г. Пермь, Пермский край, 614990, Российская Федерация
nat.yur.gorbunova@yandex.ru

DATA ABOUT THE AUTHOR

Gorbunova Natal'ya Yur'evna, Senior Lecturer, Department of Further Mathematics
Perm State Agricultural Academy named after D.N. Pryanishnikov
23, Petropavlovskaya Str., Perm, Permskiy kray, 614990, Russian Federation
nat.yur.gorbunova@yandex.ru