

Болдовская Татьяна Ерофеевна,

кандидат технических наук, доцент кафедры высшей математики
ФГБОУ ВПО «Сибирская государственная автомобильно-дорожная ака-
демия (СибАДИ)», г. Омск

teb73@mail.ru



Полякова Татьяна Анатольевна,

кандидат педагогических наук, доцент кафедры высшей математики ФГБОУ ВПО
«Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ)», г. Омск

ta_polyakova@mail.ru

Рождественская Елена Александровна,

кандидат педагогических наук, доцент кафедры высшей математики ФГБОУ ВПО
«Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ)», г. Омск

evolventa2007@mail.ru

Методика формирования математической компетентности студента инженерного вуза: цели и перспективы

Аннотация. В современных условиях развития науки и техники инженерное образование играет ключевую роль. В связи с этим необходимо реализовать технологический прорыв в области фундаментальных проблем инженерных наук, который, в свою очередь, может быть обеспечен: подготовкой квалифицированных специалистов в области инженерных наук, способных к профессиональному росту в условиях развития новых наукоемких технологий и информатизации производства; разработкой новых технологий обучения фундаментальным базовым знаниям с учетом инновационных подходов. Целью исследования, описываемого и реализуемого авторами статьи, является разработка новых принципов и методик подготовки квалифицированных инженерных кадров с углубленным пониманием математики и ее прикладных возможностей в инженерных науках: архитектуре, строительстве и технике.

Ключевые слова: математическая компетентность, инженерный вуз, высшая математика, прикладные задачи, инновационное обучение, принципы подготовки инженера, методика обучения математике.

Раздел: (01) педагогика; история педагогики и образования; теория и методика обучения и воспитания (по предметным областям).

Согласно Национальной доктрине образования в Российской Федерации до 2025 г. [1], Концепции модернизации образования до 2020 г. [2], Доктрине высшего инженерного российского образования [3], инженерное образование является приоритетным направлением развития науки и техники в России. В связи с этим требуется реализовать технологический прорыв в области фундаментальных проблем инженерных наук, который может быть обеспечен подготовкой квалифицированных специалистов в области инженерных наук, способных к профессиональному росту, а также разработкой новых технологий обучения фундаментальным базовым знаниям с учетом инновационных подходов. Однако проблема математической подготовки современного инженера заключается в недостаточной разработанности методики преподавания математики, прежде всего – в использовании форм внеаудиторной работы со студентами, а также эффективного обучения в процессе учебных занятий, поскольку в рамках уменьшающихся аудиторных зачетных единиц на дисциплину «Математика»

достичь необходимого глубокого понимания математики и ее прикладного потенциала в инженерных специальностях не представляется возможным. В связи с этим возникает необходимость в разработке новых и адаптации существующих подходов к обучению математике студентов технических специальностей.

В настоящее время основной акцент в подготовке специалистов делается на высококвалифицированность, профессиональную компетентность, готовность создавать и осваивать наукоемкие технологии, осуществлять трансфер технологий. Для этого требуется глубокое понимание математики, развитые математические способности, компетентность в решении возникающих в деятельности реальных прикладных задач средствами математики. Без базовой математической подготовки современный выпускник технического вуза не всегда способен решать и анализировать возникающие научно-технические и профессиональные задачи в своей трудовой деятельности. Элементарные ошибки в расчетах, неумение анализировать и корректно интерпретировать результаты инженерных расчетов, полученных с использованием пакетов прикладных математических программ, могут привести к техногенным катастрофам.

Исследованиям модели современного инженера, методикам формирования его компетенций посвящено много работ, тем не менее, эта тема остается актуальной для современного инженерного образования, поскольку единого подхода к решению данной проблемы нет. Особенно эта проблема актуальна в части математической подготовки инженера: какая математика нужна инженеру, какими математическими компетенциями он должен обладать, какими методами их формировать и как оценивать уровень их развития; будет ли готов выпускник к решению реальных инженерных задач средствами математики и какого характера должны быть эти задачи для разных специальностей? В последнее время большее внимание уделяется приоритетным областям науки и техники по сравнению с классическими отраслями инженерного образования (архитектура, строительство, техника).

Проблемы методики преподавания математики в инженерном вузе изучены методистами в различных аспектах: математический аппарат инженера; математические и креативные способности инженера; использование в обучении прикладных задач, методов математического моделирования; формирование профессиональной компетентности инженера. Требования, предъявляемые к современному инженеру, еще более высокие, его задачи и компетенции расширяются: это как минимум владение компьютерными математическими технологиями, изменение класса и уровня сложности решаемых инженерных проблем. Изучению проблемы формирования математической компетентности в инженерном вузе посвящен ряд последних исследований [4–7], интерес к данной тематике возрастает. Тем не менее проблема создания компетентностной модели современного инженера и формирования его математических компетенций остается не раскрытой всесторонне. М. М. Зиновкина [8] предлагает использовать в обучении авторскую модификацию методики теории решения изобретательских задач (ТРИЗ), ее эффективность и реализуемость в процессе подготовки студентов инженерных специальностей не вызывает сомнений. Проблема качества математической подготовки инженера новой формации остается актуальной как для преподавателей математики и технических вузов в России, работающих в условиях сокращения учебных аудиторных часов на математику и снижения уровня подготовки поступающих в технический вуз выпускников, так и работодателей. Мониторинг, проведенный М. И. Гаркушей и Г. И. Сечкиным [9], показывает, что востребованность инженеров на региональных рынках труда остается достаточно высокой. Проблема совершенствования методики обучения математике также актуальна для технических вузов, желающих соответствовать уровню современных производственных технологий мирового уровня.

Исходя из вышеизложенного, целью исследования является разработка новых принципов подготовки квалифицированных инженерных кадров с углубленным пониманием математики и ее прикладных возможностей в инженерных науках: архитектуре, строительстве и технике.

Для достижения цели исследования необходимо решить следующие задачи:

1) модифицировать методику обучения математике студентов инженерных специальностей с учетом уровня математической компетентности студентов в рамках исследовательской деятельности;

2) разработать алгоритм обучения студентов архитектурных, строительных и технических специальностей, связывающий фундаментальные знания в области математики с практическими умениями в решении профессиональных задач.

Поставленные задачи будут решены следующим образом:

1) предложена авторская методика решения прикладных задач, ориентированных на потребности инновационных математических знаний в области архитектуры, строительства и техники. Примером такого типа задачи является задача расчета рациональных рабочих органов дорожных машин методами вариационного исчисления;

2) адаптированы новые методы, формы обучения и новые технологии проведения занятий по курсу «Математика», активизирующие исследовательскую деятельность студентов. Предлагается разработать материалы для математического лектория, задачи для реализации проектной деятельности с применением метода математического моделирования и другие;

3) разработана система задач и упражнений прикладного характера, позволяющая продемонстрировать студентам инженерных специальностей возможности математического аппарата в решении профессиональных задач.

Примеры такого рода задач представлены, например, в работах Л. Н. Романовой и Е. А. Байды (задача о минимизации затрат на качество) [10], Е. Ю. Руппель (приложение рядов для расчета рекуперации кинетической энергии при использовании пневмогидроаккумулятора) [11], Т. Е. Болдовской (задача о рациональной форме поперечного профиля неповоротного отвала бульдозера) [12]. В учебном пособии Т. А. Поляковой приводятся технические задачи, решаемые с помощью дифференциального и интегрального исчисления [13]. В работе [14] приведен обзор математических задач, которые можно решить с помощью интернет-сервисов. Источником реальных задач могут стать задачи из современных диссертационных исследований в области инженерии, упрощенные и переработанные с целью использования в процессе обучения математике.

Особого внимания заслуживает модификация самой методики преподавания, направленной на развитие общекультурных и профессиональных компетенций. И. В. Бабичева, А. С. Лавров, Т. Е. Болдовская рассматривают примеры эффективной организации научно-исследовательской деятельности студентов [15]. С. В. Матвеева подчеркивает необходимость эффективного использования электронной обучающей среды для организации самостоятельного обучения студентов [16]. Т. А. Полякова и Т. А. Ширшова рассматривают организацию лабораторных работ как средство по развитию и формированию математической компетентности инженера [17].

Научная новизна исследования состоит в модификации и адаптации форм и методов обучения математике в специализированном техническом вузе, ориентированных на повышение привлекательности инженерного образования, с учетом уровня математической компетентности студента, сочетающих фундаментальность математической подготовки с прикладной направленностью в решении профессиональных задач для студентов архитектурных, строительных и технических специальностей; в разработке комплекса мероприятий для создания индивидуальной образовательной

траектории студентов архитектурных, строительных и технических специальностей с высоким потенциалом к исследовательской работе с применением математики для решения проблем инженерии (создание и проведение математического лектория, проведение вебинаров, мастер-классов, использование метода проектов – индивидуальных и групповых, индивидуальное научное консультирование).

В ходе исследования будут использованы различные методы, методики и инструментов. Будет применяться метод проектов для научно-исследовательской работы студентов в области архитектуры, строительства и техники; использоваться интернет-ресурсы и пакеты прикладных математических программ, а также специально сконструированная с учетом специальности разноуровневая система математических прикладных и профессионально ориентированных задач, позволяющая диагностировать и развивать математическую компетентность студентов. Особое внимание будет уделено использованию элементов методики развития творческого инженерного потенциала и креативности и методов теории решения изобретательских задач (ТРИЗ) Г. С. Альтшуллера [18], теории непрерывного креативного образования и приемов М. М. Зиновкиной, В. В. Утёмова [8], адаптированных В. В. Утёмовым [19] приемов ТРИЗ применительно к математике, а также адаптированных П. М. Горевым и Е. В. Козловой приемов и методов работы над проектами при изучении математики [20]. Отдельное внимание будет уделено использованию и адаптации метода проектов в преподавании высшей математики, созданию математического лектория по различным проблемам науки и техники с учетом специфики специальностей инженерного вуза.

Ожидаемые результаты авторского исследования:

1) Разработка принципов, модификация методов преподавания математики в специализированном техническом вузе, ориентированных на повышение привлекательности инженерного образования и уровня математической компетентности выпускника, сочетающие фундаментальность математической подготовки с прикладной направленностью в решении профессиональных задач для студентов архитектурных, строительных и технических специальностей.

2) Результаты сравнительного анализа эффективности методики и уровня развития математической и профессиональной компетентности студентов на фокус-группах, обучаемых по традиционной системе, а также с применением разработанной инновационной методики (на примере студентов СибАДИ).

3) Издание сборника прикладных и профессионально ориентированных задач по курсу «Математика» для архитектурных, строительных и технических специальностей.

Научная значимость ожидаемых результатов исследования определяется тем, что благодаря разработанной методике обучения математике в техническом вузе решается проблема подготовки квалифицированных инженерных кадров с углубленным пониманием математики и ее прикладных возможностей в инженерных науках: архитектуре, строительстве и технике.

Таким образом, основным результатом проводимого исследования будет усовершенствование методики обучения математике компетентного специалиста, способного решать возникающие задачи из реальных областей инженерной деятельности с применением математического аппарата и возможностей прикладных математических пакетов. Формы и темы математического лектория, методы проектной деятельности, сборник задач, содержащий систему прикладных задач, могут быть использованы преподавателями технических вузов в работе со студентами с высоким научным потенциалом к математической и инженерной деятельности.

Ссылки на источники

1. Национальная доктрина образования в Российской Федерации до 2025 года // Интернет-портал «Российская газета». – URL: <http://www.rg.ru/2000/10/11/doktrina-dok.html>.
2. Концепция модернизации образования до 2020 года // Интернет-портал Министерства образования и науки Российской Федерации. – URL: [rfdocuments/2474/файл/901/Госпрограмма_Развитие_Образования_\(Проект\).pdf](http://rfdocuments/2474/файл/901/Госпрограмма_Развитие_Образования_(Проект).pdf).
3. Доктрина высшего инженерного образования в России // Интернет-портал Ассоциации высшего инженерного образования России. – URL: aeer.cctpu.edu.ru/winn/doctrine/doctrine.doc.
4. Арюкова О. А. Подготовка при обучении физике в вузе будущих инженеров к применению математического моделирования в профессиональной деятельности: автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 2012. – 26 с.
5. Загитова Л. Р. Математическая подготовка будущих инженеров в вузах нефтяного профиля на основе компетентного подхода: дис. ... канд. пед. наук. – Казань, 2014. – 239 с.
6. Миншин М. М. Формирование профессионально-прикладной математической компетентности будущих инженеров: на примере подготовки инженеров по программному обеспечению вычислительной техники и автоматизированных систем: дис. ... канд. пед. наук. – Тольятти, 2011. – 286 с.
7. Замятина О. М., Денчук Д. С., Богрова К. В. Формирование компетенций в области инженерного изобретательства // Концепт. – 2015. – Школьная Академия «Учиться весело». – URL: <http://e-koncept.ru/2015/95146.htm>.
8. Зиновкина М. М., Утёмов В. В. Структура креативного урока по развитию творческой личности учащихся в педагогической системе НФТМ-ТРИЗ // Концепт. – 2013. – Т. 3. – С. 266–270.
9. Гаркуша М. Ю., Сечкин Г. И. Исследование проблемы потребности Омского региона в инженерных кадрах // Прикладная математика и фундаментальная информатика. – 2015. – № 2. – С. 215–219.
10. Романова Л. Н., Байда Е. А. Модель оптимизации затрат на качество // Архитектура, строительство, транспорт: материалы Междунар. науч.-практ. конф. (к 85-летию ФГБОУ ВПО «СибАДИ»). – Омск, 2015. – С. 1578–1583.
11. Руппель Е. Ю. Приложение рядов для расчета рекуперации кинетической энергии при использовании пневмогидроаккумулятора // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. – 2015. – № 5. – С. 129–135.
12. Болдовская Т. Е. Обоснование рациональной формы поперечного профиля неповоротного отвала бульдозера: дис. ... канд. техн. наук. – Омск, 2006. – 148 с.
13. Полякова Т. А. и др. Интегральное и дифференциальное исчисления в приложении к технике: монография / под ред. Ю. П. Макушева. – Павлодар: Кереку, 2013. – 330 с.
14. Рождественская Е. А., Болдовская Т. Е. Реализация прикладной направленности обучения высшей математике посредством рассмотрения алгоритмов решения задач в интернет-сервисах // Концепт. – 2015. – Т. 13. – С. 366–370.
15. Бабичева И. В., Лавров А. С., Болдовская Т. Е. Практические примеры организации многоуровневой НИРС на кафедре математики в техническом вузе // Омский научный вестник. – 2015. – № 4(141). – С. 160–162.
16. Матвеева С. В. Повышение качества организации самостоятельной работы студентов по математике // Архитектура, строительство, транспорт: Междунар. науч.-практ. конф. (к 85-летию ФГБОУ ВПО «СибАДИ»). – Омск, 2015. – С. 1845–1849.
17. Полякова Т. А., Ширшова Т. А. Лабораторные работы как средство мотивации и активизации учебной деятельности учащихся // Омский научный вестник. – 2015. – № 4 (141). – С. 188–190.
18. Альтшуллер Г. С. Найти идею. Введение в ТРИЗ – теорию решения изобретательских задач. – М.: Альпина Паблишер, 2015. – 402 с.
19. Утёмов В. В. Адаптированные методы научного творчества в обучении математике // Концепт. – 2012. – № 7. – С. 112–119.
20. Горев П. М., Козлова Е. В. Содержание и структура курса «Основы проектной деятельности и научного творчества» для учащихся старших классов средней школы // Концепт. – 2015. – № 2. – С. 76–80.

Tatiana Boldovskaya,

Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor at the chair of Higher Mathematics, Siberian State Automobile and Highway Academy, Omsk
teb73@mail.ru

Tatiana Polyakova,

Candidate of Pedagogic Sciences, Associate Professor at the chair of Higher Mathematics, Siberian State Automobile and Highway Academy, Omsk
ta_polyakova@mail.ru

Elena Rozhdestvenskaya,

Candidate of Pedagogic Sciences, Associate Professor at the chair of Higher Mathematics, Siberian State Automobile and Highway Academy, Omsk

evolventa2007@mail.ru

Technique of formation of mathematical competence among the engineering university student: objectives and prospects

Abstract. Engineering education plays a key role in modern conditions of development of science and technology. It is necessary to implement a new technological breakthrough in the field of fundamental problems of engineering sciences, which in turn can be provided by preparation of highly qualified specialists in the field of engineering, capable to work out in professional sphere in the conditions of the development of new technologies and computerization; the development of new learning technologies based on fundamental basic knowledge and innovative approaches. The study, described and implemented by the authors, is development of new principles and methods of preparation of qualified engineers, with profound understanding of mathematics and its application opportunities in the engineering sciences: engineering, architecture and construction.

Key words: mathematical competence, engineering high school, higher mathematics, applied tasks, innovative training, principles of training of engineers, methods of teaching mathematics.

References

1. "Nacional'naja doktrina obrazovaniya v Rossijskoj Federacii do 2025 goda", *Internet-portal "Rossijskaja gazeta"*. Available at: <http://www.rg.ru/2000/10/11/doktrina-dok.html> (in Russian).
2. "Konceptiya modernizacii obrazovaniya do 2020 goda", *Internet-portal Ministerstva obrazovaniya i nauki Rossijskoj Federacii*. Available at: [rf/dokumenty/2474/fajl/901/Gosprogramma_Razvitie_Obrazovaniya_\(Proekt\).pdf](http://rf.dokumenty/2474/fajl/901/Gosprogramma_Razvitie_Obrazovaniya_(Proekt).pdf) (in Russian).
3. "Doktrina vysshego inzhenerного obrazovaniya v Rossii", *Internet-portal Associacii vysshego inzhenerного obrazovaniya Rossii*. Available at: aer.cctpu.edu.ru/winn/doctrine/doctrine.doc (in Russian).
4. Arjukova, O. A. (2012). *Podgotovka pri obuchenii fizike v vuze budushhih inzhenerov k primeneniju matematicheskogo modelirovaniya v professional'noj dejatel'nosti: avtoref. dis. ... kand. ped. nauk*, Moscow, 26 p. (in Russian).
5. Zagitova, L. R. (2014). *Matematicheskaja podgotovka budushhih inzhenerov v vuzah neftjanogo profilja na osnove kompetentnostnogo podhoda: dis. ... kand. ped. nauk*, Kazan', 239 p. (in Russian).
6. Minshin, M. M. (2011). *Formirovanie professional'no-prikladnoj matematicheskoy kompetentnosti budushhih inzhenerov: na primere podgotovki inzhenerov po programmnomu obespecheniju vychisli-tel'noj tehniki i avtomatizirovannyh sistem: dis. ... kand. ped. nauk*, Tol'jatti, 286 p. (in Russian).
7. Zamjatina, O. M., Denchuk, D. S. & Bogrova, K. V. (2015). "Formirovanie kompetencij v oblasti inzhenerного izobretatel'stva", *Koncept, Shkol'naja Akademija "Uchit'sja veselo"*. Available at: <http://e-koncept.ru/2015/95146.htm> (in Russian).
8. Zinovkina, M. M. & Utjomov, V. V. (2013). "Struktura kreativnogo uroka po razvitiyu tvorcheskoj lichnosti uchashhihsja v pedagogicheskoj sisteme NFTM-TRIZ", *Koncept*, t. 3, pp. 266–270 (in Russian).
9. Garkusha, M. Ju. & Sechkin, G. I. (2015). "Issledovanie problemy potrebnosti Omskogo regiona v inzhenerных kadrah", *Prikladnaja matematika i fundamental'naja informatika*, № 2, pp. 215–219 (in Russian).
10. Romanova, L. N. & Bajda, E. A. (2015). "Model' optimizacii zatrat na kachestvo", *Arhitektura, stroitel'stvo, transport: materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (k 85-letiju FGBOU VPO "SibADI")*, Omsk, pp. 1578–1583 (in Russian).
11. Ruppel, E. Ju. (2015). "Prilozhenie rjadov dlja rascheta rekuperacii kineticheskoy jenerгии pri ispol'zovanii pnevmogidroakkumuljatora", *Vestnik Sibirskoj gosudarstvennoj avtomobil'no-dorozhnoj akademii*, № 5, pp. 129–135 (in Russian).
12. Boldovskaja, T. E. (2006). *Obosnovanie racional'noj formy poperechnogo profilja nepovorotnogo otva-la bul'dozera: dis. ... kand. tehn. nauk*, Omsk, 148 p. (in Russian).
13. Poljakova, T. A. et al. (2013). *Integral'noe i differencial'noe ischislenija v prilozhenii k tehnike: monografija*, Kereku, Pavlodar, 330 p. (in Russian).
14. Rozhdestvenskaja, E. A. & Boldovskaja, T. E. (2015). "Realizacija prikladnoj napravlenosti obuchenija vys-shej matematike posredstvom rassmotrenija algoritmov reshenija zadach v internet-servisah", *Koncept*, t. 13, pp. 366–370 (in Russian).
15. Babicheva, I. V., Lavrov, A. S. & Boldovskaja, T. E. (2015). "Prakticheskie primery organizacii mnogourovnevoj NIRS na kafedre matematiki v tehničeskom vuze", *Omskij nauchnyj vestnik*, № 4(141), pp. 160–162 (in Russian).
16. Matveeva, S. V. (2015). "Povyshenie kachestva organizacii samostojatel'noj raboty studentov po matematike", *Arhitektura, stroitel'stvo, transport: Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (k 85-letiju FGBOU VPO "SibADI")*, Omsk, pp. 1845–1849 (in Russian).
17. Poljakova, T. A. & Shirshova, T. A. (2015). "Laboratornye raboty kak sredstvo motivacii i aktivizacii uchebnoj dejatel'nosti uchashhihsja", *Omskij nauchnyj vestnik*, № 4 (141), pp. 188–190 (in Russian).

18. Al'tshuller, G. S. (2015). *Najti ideju. Vvedenie v TRIZ – teoriju reshenija izobretatel'skih zadach*, Al'pina Publisher, Moscow, 402 p. (in Russian).
19. Utjomov, V. V. (2012). "Adaptirovannye metody nauchnogo tvorchestva v obuchenii matematike", *Koncept*, № 7, pp. 112–119 (in Russian).
20. Gorev, P. M. & Kozlova, E. V. (2015). "Soderzhanie i struktura kursa 'Osnovy proektnoj dejatel'nosti i nauchnogo tvorchestva' dlja uchashhihsja starshih klassov srednej shkoly", *Koncept*, № 2, pp. 76–80 (in Russian).

Рекомендовано к публикации:

Горевым П. М., кандидатом педагогических наук,
 главным редактором журнала «Концепт»

Поступила в редакцию <i>Received</i>	02.03.16	Получена положительная рецензия <i>Received a positive review</i>	03.03.16
Принята к публикации <i>Accepted for publication</i>	03.03.16	Опубликована <i>Published</i>	30.03.16



© Концепт, научно-методический электронный журнал, 2016
 © Болдовская Т. Е., Полякова Т. А., Рождественская Е. А., 2016