

УДК 378.147

DOI: 10.34670/AR.2022.22.41.095

Математическая культура и цифровизация в подготовке инженеров

Дорофеева Светлана Ивановна

Старший преподаватель,
Казанский национальный исследовательский технический университет,
420111, Российская Федерация, Казань, ул. К. Маркса, 10;
e-mail: drf-svetlana@yandex.ru

Никифорова Светлана Витальевна

Доцент,
Казанский национальный исследовательский технический университет,
420111, Российская Федерация, Казань, ул. К. Маркса, 10;
e-mail: svetlana1605@yandex.ru

Якупов Зуфар Ясавеевич

Завкафедрой специальной математики,
Казанский национальный исследовательский технический университет,
420111, Российская Федерация, Казань, ул. К. Маркса, 10;
e-mail: zymat@bk.ru

Валишин Наиль Талгатович

Доцент,
Казанский национальный исследовательский технический университет,
420111, Российская Федерация, Казань, ул. К. Маркса, 10;
e-mail: vnailt@yandex.ru

Аннотация

Рассматриваются вопросы организации учебного процесса по математике в техническом университете, необходимость создания условий для развития творческого потенциала, потребности к повышению профессионального уровня студентов различных направлений подготовки. Обращается внимание на необходимость воспитания креативности как элемента математической культуры и как составляющей части профессиональной подготовки и инженеров, и менеджеров, и студентов социально-гуманитарных направлений. Приводятся данные мониторинга по качеству знаний, полученных при разных формах обучения в 2021 году, в котором принимали участие студенты и преподаватели Казанского национального исследовательского технического университета имени А.Н. Туполева (КНИТУ-КАИ). Актуальностью данного исследования является необходимость совершенствования учебного процесса в рамках цифровизации и применение его в условиях нестандартных ситуаций. На основании опыта работы и

проведенного мониторинга авторами сделаны следующие выводы: для качественной организации обучения необходимо оптимальное расписание занятий как для студентов, так и для преподавателей; преподаватель должен уметь передавать свои знания на высоком научно-методическом уровне, учитывая соотношение уровня сложности и новизны материала с уровнем математической подготовки аудитории, должен создавать благоприятную рабочую атмосферу, осуществлять эффективную обратную связь, включать в процесс обучения профессионально-ориентированные задачи, привлекать студентов к научно-исследовательской работе.

Для цитирования в научных исследованиях

Дорофеева С.И., Никифорова С.В., Якупов З.Я., Валишин Н.Т. Математическая культура и цифровизация в подготовке инженеров // Педагогический журнал. 2022. Т. 12. № 4А. С. 784-791. DOI: 10.34670/AR.2022.22.41.095

Ключевые слова

Математическая культура инженеров, организация учебного процесса, цифровизация учебного процесса, роль преподавателя в учебном процессе, педагогика.

Роль и значение математики в технических университетах

Математика в высших технических учебных заведениях является системообразующей для профильных дисциплин инженерных специальностей и, в основном, элементом общекультурной компетентности для обучающихся на социально-гуманитарных направлениях. Диверсификация требований к содержанию и уровням усвоения знаний, а также различное отношение студентов к самой математике, диктуют различный подход преподавателей и к глубине и объему излагаемого материала, и к использованию различных дидактических приемов обучения. «Технари» обращаются с математикой как с необходимым инструментом для понимания и описания физических процессов, усвоения специальных дисциплин, модернизации и совершенствования своих профессиональных компетенций и умения создавать математические модели. Инженеры свои технические идеи выражают языком математики. «Гуманитарии», чаще всего, математику не знают, не любят еще со времен обучения в школе и не представляют, как ее можно использовать. Гуманитарная составляющая математики объединяет «технарей» и «гуманитариев»: расширяет кругозор и воспитывает креативность «технарей», а интересные, яркие факты из истории математики и биографии известных математиков должны привлечь «гуманитариев». Выявление связи математики с другими науками, взаимодействие с социально-гуманитарными и техническими дисциплинами подразумевает как владение исследователем знаниями в различных научных областях, так и широту, и глубину его научных интересов. Мысль исследователя должна вращаться в области определений, понятий и идей, имеющих отношение к требующей решения проблеме. Но иногда нужная аналогия неожиданно возникает даже не из смежной, а из далекой области, казалось бы, не имеющей ничего общего с областью исследования [Дорофеева, Никифорова, 2018].

В процессе обучения, на наш взгляд, основополагающую роль играют понимание, запоминание, воспроизведение запомненного. Специалист в области исследований мозга, нейропсихолог Марк Тигелаар сформулировал 8 принципов «как читать, запоминать и никогда не забывать»; в одном из них он пишет: «Креативность обеспечивает более четкое сохранение

информации в памяти. Одна из самых выдающихся особенностей человека – способность связывать фрагменты информации друг с другом и создавать на их основе что-то новое» [Тигелаар, 2020]. Так же считал А. Пуанкаре: «Творить – это отличать, выбирать» [Пуанкаре, 1990]. Креативность является необходимым качеством не только «гуманитариев», творческих личностей, но и необходимым средством для улучшения аналитических способностей, установлением междисциплинарных связей. Например, в результате исследований выявлено, что беспорядок на рабочем столе снижает продуктивность рутинной работы на 12%, а заваленный бумагами стол помогает придумать что-то новое, при этом чистый рабочий стол позволяет лучше сосредоточиться [Brandhof, 2007]. Всею свое место и время...

«Математика – область гораздо более творческая, чем думают многие, и творчество в этой сфере имеет много общего с творчеством в искусстве» [Сотой, 2020].

Математическая культура и воспитание креативности

Воспитанию широко образованного, обладающего общекультурными компетенциями и прогнозирующего итоги применения результатов фундаментальных исследований и инженерных разработок специалиста, на наш взгляд, поможет так называемая гуманитаризация технических специальностей. Примеры и задачи в курсе «Высшая математика», профессионально ориентированные на выбранное студентами направление подготовки, смогут повысить качество обучения, усилить или сформировать мотивацию изучения математики, повысить математическую культуру и общекультурную компетентность.

Математическая культура студентов технических университетов – это осознанная, усвоенная система математических знаний, умений и навыков, позволяющих применять эти знания, пополнять и модернизировать, формировать компетенции, необходимые конкурентоспособному специалисту [Дорофеева, 2016]. Широкий кругозор, креативность – необходимые качества в профессии инженера.

По определению, приведенному в работе [Безручко и др., 2015], синергетика – научное направление, изучающее связи между элементами структуры (подсистемами), которые образуются в открытых системах (биологической, физико-химической, экологической, социальной и других) благодаря интенсивному (потокному) обмену веществом и энергией с окружающей средой в неравновесных условиях. В процессе обучения, т.е. в процессе передачи знаний усилия преподавателей должны быть направлены на инициирование обмена потоками информации между математикой (нас, как преподавателей математики, больше интересует этот случай) и научными направлениями, интересующими обучающегося. Таким образом, возвращаясь к вопросу воспитания интереса к математике на всех уровнях обучения [Дорофеева, 2016]. По утверждению Г. Малинецкого «... своеобразие и оригинальность синергетики связаны с тем, что она находится на пересечении трех сфер в научном пространстве – предметного знания, философской рефлексии и математического моделирования» [Безручко и др., 2022].

Мир науки, берущий свое начало из прошлых тысячелетий, особенно такой, как мир математики, на самом деле очень увлекателен, сложен по своей структуре, а также полон загадок, как и жизнь людей, посвятивших себя ей. Знакомство с яркими эпизодами истории математики, фактами биографии ученых способствовало бы формированию мотивации изучения математики [Дорофеева, 2022]. К сожалению, ограниченность времени, отведенного на усвоение основ высшей математики, не дает возможности более подробно рассмотреть

элементы истории математики и некоторые специальные разделы, например, элементы теории графов, фракталы и т.д.

Творческая работа, которая включает в себя и преподавание, и обучение, и инженерную деятельность, подразумевает работу с интересом, с увлечением. Интерес – форма проявления познавательной потребности, обеспечивающая направленность развития личности. Удовлетворение познавательного интереса порождает стремление к еще более высокому уровню познавательной деятельности. Таким образом, одна из основных задач современного преподавателя – пробудить этот интерес и всячески поддерживать его. Считаем, что один из путей повышения мотивации и поддержки интереса к учебе – подбор таких примеров и задач, которые бы иллюстрировали материал дисциплины, включенный в рабочую программу, но при этом были бы интересны и легко запоминающимися. Поэтому наша цель, как преподавателей, – подготовка специалистов, обладающих не только профессиональным, но и широким общекультурным кругозором.

Отметим, что реализации планов по воспитанию математической культуры могут поспособствовать студенческие семинары, проводимые регулярно на математических кафедрах ВУЗов. Задачами преподавателей на таких встречах являются: отбор целевой аудитории студентов; выбор тематики докладов по истории развития математики и интересным математическим фактам, физико-математическим и естественно-научным направлениям современной науки и техники, робототехнике, инженерии, применении математических методов в различных областях жизнедеятельности общества. Конечным итогом такой работы является участие студентов в молодежных научных конференциях и публикация материалов. Подобные конференции проводятся и на базе КНИТУ-КАИ: Международная молодежная научная конференция «Туполевские чтения» (школа молодых ученых), ежегодная Городская молодежная научная конференция «Физико-математические, естественно-научные и социальные аспекты современного развития науки, техники и общества», вызывающие интерес у студентов.

Роль современного преподавателя

Преподаватель XXI века должен обладать совокупностью некоторых педагогических, психологических и моральных качеств, постоянно совершенствовать свои знания и свое педагогическое мастерство, уметь адаптироваться под изменяющиеся современные реалии, например, использовать цифровые технологии в обучении.

Если мы говорим о воспитании креативности (от латинского creation – созидание, сотворение), то есть творческой, созидательной, изобретательской деятельности, то необходимо начинать с повышения, расширения общеобразовательной составляющей, математической культуры студентов. И, в первую очередь, преподаватели сами обязаны на должном уровне поддерживать и повышать свой собственный культурный потенциал, невзирая на дефицит времени и средств. Известный математик и лингвист В.А. Успенский (1930-2018) писал: «...образованность предполагает ведь знакомство не только с тем, что непосредственно используется в профессиональной деятельности, но и с человеческой культурой как таковой, чьей неотъемлемой частью – повторим это еще раз – является математика» [Успенский, 2011].

При проведении занятий преподаватель должен соблюдать дресс-код; быть доброжелательным, тактичным, внимательным; ответственным за качество излагаемого материала; демонстрировать интерес к своей дисциплине, уметь определить связь ее с другими дисциплинами; быть требовательным при проверке индивидуальных заданий; обладать

организаторскими способностями. Поэтому в свою работу преподавателю необходимо привносить воспитание и творческий элемент, так как креативность для будущих инженеров – необходимая профессиональная составляющая, и задача преподавателя технического университета – помочь в формировании специалиста, обладающего фундаментальной физико-математической подготовкой и созидательной, творческой энергией. Несомненно, основной составляющей работы является непрерывный контакт между преподавателем и студентами посредством всевозможных доступных средств связи.

Таким образом, основной целью преподавателей является подготовка специалистов, обладающих не только профессиональным, но и широким общекультурным кругозором.

Цифровизация и дистанционный формат обучения в КНИТУ-КАИ

Дистанционное обучение в настоящее время рассматривается как инновационная форма обучения. Ее главной особенностью является возможность получения образовательных услуг без посещения учебного заведения, особенно в условиях нештатных ситуаций. Такой вид обучения базируется на использовании инфокоммуникационных технологий, которое обеспечивает быструю и гибкую адаптацию под потребности студента.

В КНИТУ-КАИ в 2020/2021 учебном году из-за сохраняющейся нестабильной эпидемиологической обстановки учебный процесс проходил в формате *blended learning*: дистанционные лекции, очные практические и лабораторные занятия с заполнением аудиторий не более 30 студентов. Университет предоставил преподавателям возможность записи видеолекций и размещения их на YouTube-канале КНИТУ-КАИ.

По итогам 2020/2021 учебного года был проведен анонимный опрос оценки качества дистанционного формата обучения среди бакалавров и магистров КНИТУ-КАИ, а также среди преподавателей физико-математического факультета. В опросах приняли участие 431 студент (из них 91% – бакалавры, 9% – магистры) и 32 преподавателя (из них 46,9% преподают математику, 28,1% – физику, 15,6% – теоретическую механику, 9,4% – другие дисциплины).

Наиболее популярными средствами связи оказались:

- дистанционные курсы на платформе BlackBoard (89,6% – студенты, 90,6% – преподаватели);
- программы для организации видеоконференций Zoom (63,6% – студенты, 40,6% – преподаватели);
- Microsoft Teams (55,9% – студенты, 28,1% – преподаватели);
- мессенджер WhatsApp (40,1% – студенты, 65,6% – преподаватели);
- электронная почта (26,2% – студенты, 53,1% – преподаватели).

Если сравнивать проведенный мониторинг с весенним «пандемийным» семестром 2019/2020 учебного года, то в 2020/2021 учебном году студенты КНИТУ-КАИ в большей степени:

- удовлетворены качеством и организацией дистанционного обучения (62,2% – «да», 32,5% – «частично», 5,3% – «нет»);
- осуществлением обратной связи с преподавателями (44,8% – «отлично», 37,8% – «хорошо», 15,5% – «удовлетворительно», 1,9% – «плохо»), что говорит о совершенствовании такого формата обучения.

Преподаватели в свою очередь тоже оценили качество обратной связи со студентами (43,8% – «отлично», 34,4% – «хорошо», 15,6% – «удовлетворительно», 6,2% – «плохо»).

Мнения студентов и преподавателей в оценке знаний, полученных посредством частично дистанционного формата обучения, разошлись, что говорит о разных подходах и критериях:

- «отлично» – 27,8% среди студентов и 6,2% среди преподавателей;
- «хорошо» – 46,2% среди студентов и 21,9% среди преподавателей;
- «удовлетворительно» – 22% среди студентов и 53,1% среди преподавателей;
- «неудовлетворительно» – 4% среди студентов и 18,8% среди преподавателей.

Различные мнения получены и по формату обучения: студенты считают наиболее эффективной смешанную форму обучения (45,5%), а преподаватели – очную (59,4%); при этом 31,1% студентов за очную форму обучения и 23,4% за дистанционную; 37,5% преподавателей за смешанную форму обучения, лишь 3,1% за дистанционную. Более половины опрошенных (54,1%) среди обучающихся поддерживают внедрение в КНИТУ-КАИ дистанционного формата обучения, 35,5% – частично поддерживают, 10,4% – против такого формата получения знаний.

С результатами данного мониторинга можно ознакомиться по ссылкам:

- анкета оценки студентами дистанционного формата обучения в КНИТУ-КАИ в период пандемии
https://docs.google.com/forms/d/1Kgunki5HUcby_6P22XYmG-TzM84OPVHS9GfkoGuSRUC0/edit#responses
- анкета оценки преподавателями дистанционного формата обучения в КНИТУ-КАИ в период пандемии
https://docs.google.com/forms/d/10MF7n1FhyXGx_9YxmH3DsuNcaFAZUfK53DNzMtS8N6c/edit#responses

Считаем, что основная цель преподавания высшей математики в технических университетах – это прочные, осознанные знания математики и умение применять их при решении технических задач, постановке и реализации инженерных проблем. Поэтому учебный процесс в технических университетах должен обеспечивать, во-первых, прочную научно-естественную подготовку (для инженеров – это физико-математическая подготовка), во-вторых, реализацию и развитие творческого потенциала, креативности, познавательной самостоятельности.

Для реализации поставленных целей преподаватели должны проявлять всю свою выдержку, гибкость, профессионализм, стрессоустойчивость и творческий подход. Точнее, без творческого подхода выполнить весь объем работы не представлялось бы возможным. Учитывая вышесказанное, возникает вопрос о свободном времени преподавателя. Мы полностью согласны с высказыванием выдающегося педагога В.А. Сухомлинского: «Пора понять, что чем меньше у учителя свободного времени, тем больше опустошается его духовный мир, тем скорее наступит та фаза его жизни, когда учителю уже нечего будет отдавать воспитанникам» [Сухомлинский, 1975].

Заключение

На основании опыта работы и проведенного мониторинга авторами сделаны следующие выводы: для качественной организации обучения необходимо оптимальное расписание занятий как для студентов, так и для преподавателей; преподаватель должен уметь передавать свои знания на высоком научно-методическом уровне, учитывая соотношение уровня сложности и новизны материала с уровнем математической подготовки аудитории, должен создавать благоприятную рабочую атмосферу, осуществлять эффективную обратную связь, включать в процесс обучения профессионально-ориентированные задачи, привлекать студентов к научно-исследовательской работе.

Библиография

1. Безручко Б.П. и др. Путь в синергетику: экскурс в десяти лекциях. М.: ЛЕНАНД, 2015. 304 с.
2. Дорофеева С.И. Математика и ее окрестности. Казань: Школа, 2022. 82 с.
3. Дорофеева С.И. Математическая культура и синергетика // Математика, физика, информатика и их приложения в науке и образовании. М.: Московский технологический университет (МИРЭА), 2016. 280 с.
4. Дорофеева С.И., Никифорова С.В. Креативность и математика в технических университетах // Функциональные пространства. Дифференциальные операторы. Проблемы математического образования. М.: Российский университет дружбы народов, 2018. С. 26-27.
5. Пуанкаре А. О науке. М.: Наука, 1990. 730 с.
6. Сотой М. Код креативности: как искусственный интеллект учится писать, рисовать и думать. М.: Колибри, Азбука-Аттикус, 2020. 384 с.
7. Сухомлинский В.А. О воспитании. М.: Политиздат, 1975. 190 с.
8. Тигелаар М. Как читать, запоминать и никогда не забывать. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2020. 192 с.
9. Успенский В.А. Апология математики. СПб.: Амфора, 2011. 554 с.
10. Brandhof J.W. Gebruik je hersens. Brainware, 2007. 361 p.

Mathematical culture and digitalization in the training of engineers

Svetlana I. Dorofeeva

Senior Lecturer,
Kazan National Research Technical University,
420111, 10, Marksa str., Kazan, Russian Federation;
e-mail: drf-svetlana@yandex.ru

Svetlana V. Nikiforova

Associate Professor,
Kazan National Research Technical University,
420111, 10, Marksa str., Kazan, Russian Federation;
e-mail: svetlana1605@yandex.ru

Zufar Ya. Yakupov

Deputy Head of the Department of Special Mathematics,
Kazan National Research Technical University,
420111, 10, Marksa str., Kazan, Russian Federation;
e-mail: zymat@bk.ru

Nail' T. Valishin

Associate Professor,
Kazan National Research Technical University,
420111, 10, Marksa str., Kazan, Russian Federation;
e-mail: vnailt@yandex.ru

Abstract

The issues of organizing the educational process in mathematics at a technical university, the need to create conditions for the development of creative potential, the need to improve the professional level of students in various areas of training are considered. Attention is drawn to the need to educate creativity as an element of mathematical culture and as an integral part of the professional training of engineers, managers, and students of social and humanitarian areas. The monitoring data on the quality of knowledge obtained in various forms of education in 2021, in which students and teachers of Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev. The relevance of this study is the need to improve the educational process in the framework of digitalization and its application in emergency situations. Based on the experience of work and the monitoring carried out, the authors made the following conclusions: for the qualitative organization of education, an optimal schedule of classes is necessary for both students and teachers; the teacher must be able to transfer his knowledge at a high scientific and methodological level, taking into account the ratio of the level of complexity and novelty of the material with the level of mathematical training of the audience, must create a favorable working atmosphere, provide effective feedback, include professionally oriented tasks in the learning process, involve students in research work.

For citation

Dorofeeva S.I., Nikiforova S.V., Yakupov Z.Ya., Valishin N.T. (2022) Matematicheskaya kul'tura i tsifrovizatsiya v podgotovke inzhenerov [Mathematical culture and digitalization in the training of engineers]. *Pedagogicheskii zhurnal* [Pedagogical Journal], 12 (4A), pp. 784-791. DOI: 10.34670/AR.2022.22.41.095

Keywords

Mathematical culture of engineers, organization of the educational process, digitalization of the educational process, the role of the teacher in the educational process, pedagogy.

References

1. Bezruchko B.P. et al. (2105) *Put' v sinergetiku: ekskurs v desyati lektsiyakh* [The path to synergetics: a digression in ten lectures]. Moscow: LENAND Publ.
2. Brandhof J.W. (2007) *Gebruik je hersens. Brainware*.
3. Dorofeeva S.I. (2022) *Matematika i ee okrestnosti* [Mathematics and its environs]. Kazan: Shkola Publ.
4. Dorofeeva S.I. (2016) Matematicheskaya kul'tura i sinergetika [Mathematical culture and synergetics]. In: *Matematika, fizika, informatika i ikh prilozheniya v nauke i obrazovanii* [Mathematics, physics, informatics and their applications in science and education]. Moscow: MIREA.
5. Dorofeeva S.I., Nikiforova S.V. (2018) Kreativnost' i matematika v tekhnicheskikh universitetakh [Creativity and mathematics in technical universities]. In: *Funktsional'nye prostranstva. Differentsial'nye operatory. Problemy matematicheskogo obrazovaniya* [Functional spaces. Differential operators. Problems of mathematical education]. Moscow: PFUR.
6. Poincare A. (1990) *O nauke* [About science]. Moscow: Nauka Publ.
7. du Sautoy M. (2019) *The Creativity Code: How AI is learning to write, paint and think*. Fourth Estate.
8. Sukhomlinskii V.A. (1975) *O vospitanii* [About the upbringing]. Moscow: Politizdat Publ.
9. Tigchelaar M. (2019) *Read it, get it, and never forget it*.
10. Uspenskii V.A. (2011) *Apologiya matematiki* [Apologia for mathematics]. St. Peteraburg: Amfora Publ.