

УДК 372.851: 519.24: 550.8.05:

## **ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА СТУДЕНТОВ УНИВЕРСИТЕТОВ**

**Д.Н. Бикмухаметова<sup>1</sup>, А.Р. Миндубаева<sup>2</sup>, Е.М. Нуриева<sup>3</sup>**

<sup>1-2</sup>Казанский национальный исследовательский технологический университет,  
Казань

<sup>3</sup>Казанский федеральный университет, Казань

<sup>1</sup> dilbarbik@yandex.ru, <sup>2</sup> alsuha@mail.ru, <sup>3</sup> Evgeniya-nurieva@yandex.ru

### ***Аннотация***

Важную роль для целенаправленного развития мотивационного компонента формируемых компетенций у студентов инженерных и естественно-научных (геологических) специальностей играет демонстрация применения математических методов расчетов в технике и в геологии. При этом большое значение имеет решение практико-ориентированных задач. Необходимо научить студента осваивать материал не только на знаниевом уровне, но и на уровне владения математическими методами и моделями, интерполированием и экстраполированием не только в математике, но и в решении профессиональных и жизненных проблем.

***Ключевые слова:*** мотивация, компетентностный подход, практико-ориентированные задачи, математические методы, профессиональная деятельность

Инновационное университетское инженерное образование направлено на получение будущими выпускниками определенных знаний, умений и компетенций, понимаемых как способность человека решать профессиональные и жизненные задачи: видение проблемы, определение целеполагания, разработка путей решения проблемы, поиск для этого необходимых ресурсов. На сегодняшний день успех предприятия (компании, фирмы) во многом обеспечивается гибкостью его технологических линий (решений) и умением технического персонала осваивать и внедрять в производство новые отечественные и западные разработки, а также уметь дорабатывать их с учётом «российской специфики». И

если университет или технический вуз не будет формировать у своих будущих выпускников способность быстро адаптироваться к постоянно развивающимся технологиям, умение осваивать новые достижения фундаментальных исследований, творчески разрешать технические проблемы, то его выпускники будут неконкурентоспособными на рынке высококвалифицированного труда. Подготовка компетентных специалистов – весьма важная задача для современного образования.

Математика в Казанском национальном исследовательском университете и Казанском федеральном университете является методологической основой естественно-научного знания. Поэтому усиление математической подготовки будущих инженеров и геологов обуславливает успешность и эффективность их деятельности не только в производственной сфере, но и в научной деятельности.

По нашим наблюдениям знание математических методов на современном этапе развития технического и технологического производственных процессов перестает служить только целям общего развития и приобретения навыков элементарных расчетов. Математический склад мышления становится необходимым для специалистов основных направлений научной и практической деятельности. Изучение курса высшей математики формирует у студентов как теоретическую базу для усвоения общепрофессиональных и специальных дисциплин, так и практические умения, позволяющие будущему выпускнику университета находить рациональные решения проблемных задач прикладного направления. В связи с этим возрастают требования к качеству знаний и уровню подготовки обучаемых по математике [3].

Математические понятия отличаются тем, что они характеризуют идеальные объекты, существующие не в реальности, а лишь в мышлении человека, причем на основе одних абстрактных понятий возникают другие (абстракции от абстракций). Такое построение предполагает определение вновь введенных понятий [4].

*Определение* – это предложение, разъясняющее сущность нового понятия. Например, множество – первоначальное, неопределяемое понятие. Затем определяется соответствие между множествами и далее – понятие функции.

Связь между понятиями устанавливается с помощью высказываний или суждений.

*Высказывание* – предложение, относительно которого можно сказать: истинно оно или ложно.

В математике высказывания или принимаются истинными без доказательства, их называют *аксиомами*, или истинность высказываний устанавливается посредством специального логического рассуждения – доказательства, и тогда их называют *теоремами*. Такое логическое рассуждение, когда из одного или нескольких высказываний получается новое высказывание, называется *умозаключением*. Исходное высказывание называется посылкой, а новое – выводом или заключением.

*Аналогия* – сходство предметов в каких-либо свойствах, признаках или отношениях.

*Обобщение и конкретизация* – эффективные методы открытия новых математических фактов, решения задач.

*Анализ и синтез* широко применяются при формировании понятий, доказательстве теорем, решении задач.

*Анализ* – мысленное расчленение объекта на составные части, которые исследуются в отдельности, а *синтез* – мысленное соединение частей предмета, расчлененных в процессе анализа, и познание этого предмета как единого целого.

*Индукция* – метод математического мышления, заключающийся в переходе от частного к общему.

Решение задач – это наиболее эффективная форма не только для развития математической деятельности, но и для усвоения знаний, навыков, методов и приложений математики. Решение задач является важнейшим видом учебной деятельности, в процессе которой студентами усваивается математическая теория, развиваются творческие способности и самостоятельность мышления. С помощью задач формируются умения, составляющие основу применения знаний в конкретных ситуациях. В процессе решения задач формируются логическая, эвристическая, алгоритмическая составляющие мышления и многие нравственные качества студентов.

Преподаватели часто сталкиваются с такой ситуацией, когда студенты равнодушно относятся к изучению математики. Они считают, что изучаемый материал не найдет применения в их профессиональной деятельности. Это отношение изменяется после рассмотрения на занятиях задач прикладной направленности. Так, у студентов инженерных специальностей вызвали интерес задачи о том, какое количество теплоты нужно затратить для нагревания воды до кипения; какова сила давления воды на вертикальную стенку, сформулированные в форме проблемной ситуации, которая может возникнуть в условиях прохождения практики на предприятиях или в дальнейшей профессиональной деятельности [6].

Приведем примеры таких ситуационных задач:

*Задача 1:* Какое количество теплоты нужно затратить, чтобы 1 г воды нагреть от температуры 0°C до температуры 100°C?

*Решение.* Согласно эмпирическим данным удельная теплоемкость воды при температуре  $t^\circ\text{C}$  ( $0 \leq t \leq 100^\circ$ ) равна  $c = 0,9983 - 5,184 \cdot 10^{-5}t + 6,912 \cdot 10^{-7}t^2$ .

Количество теплоты можно рассчитать по формуле определенного интеграла. Применяем метод интегрирования.

$$Q = \int_{t_1}^{t_2} c(t) dt = \int_0^{100} (0,9983 - 5,184 \cdot 10^{-5}t + 6,912 \cdot 10^{-7}t^2) dt = \\ = 0,9983t - \frac{5,184 \cdot 10^{-5}t^2}{2} + \frac{6,912 \cdot 10^{-7}t^3}{3} \Big|_0^{100} = 99,8002.$$

*Задача 2:* Найти силу давления воды на вертикальную стенку в форме полукруга, диаметр которого 6 м, находящегося на поверхности воды. Плотность воды = 1000 кг/м<sup>3</sup>.

*Решение.* Применяем метод интегрирования. Для вычисления силы давления жидкости используем закон Паскаля:

$$P = \rho ghS,$$

где  $\rho$  – плотность,  $h$  – глубина погружения.

Дифференциал силы давления на элементарную площадь выражается формулой:

$$dP = 2\rho gx \sqrt{9-x^2} dx = 19600 x \sqrt{9-x^2} dx.$$

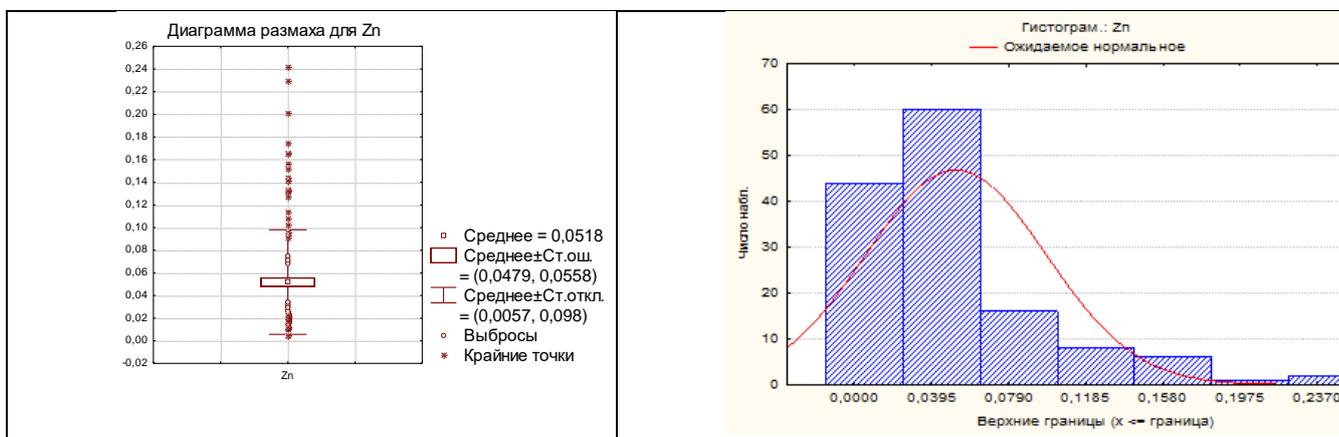
Отсюда, проинтегрировав уравнение, получим:  $P = 19600 \int_0^3 x\sqrt{9-x^2} dx - \frac{19600}{3} (9-x^2)^{3/2} \Big|_0^3 = 176400 \text{ Н} = 176,4 \text{ кН}$ .

Здесь преподавателю целесообразно организовать совместное обсуждение со студентами решаемой проблемы. Важно отметить, что студенты имеют разный уровень математической подготовки, и часто те из них, кто обладает большим жизненным опытом, сообразительностью, знаниями по специальным дисциплинам, столь необходимыми для принятия взвешенных решений в профессиональной деятельности, проявляют большую заинтересованность в процессе обсуждения и поиска решения.

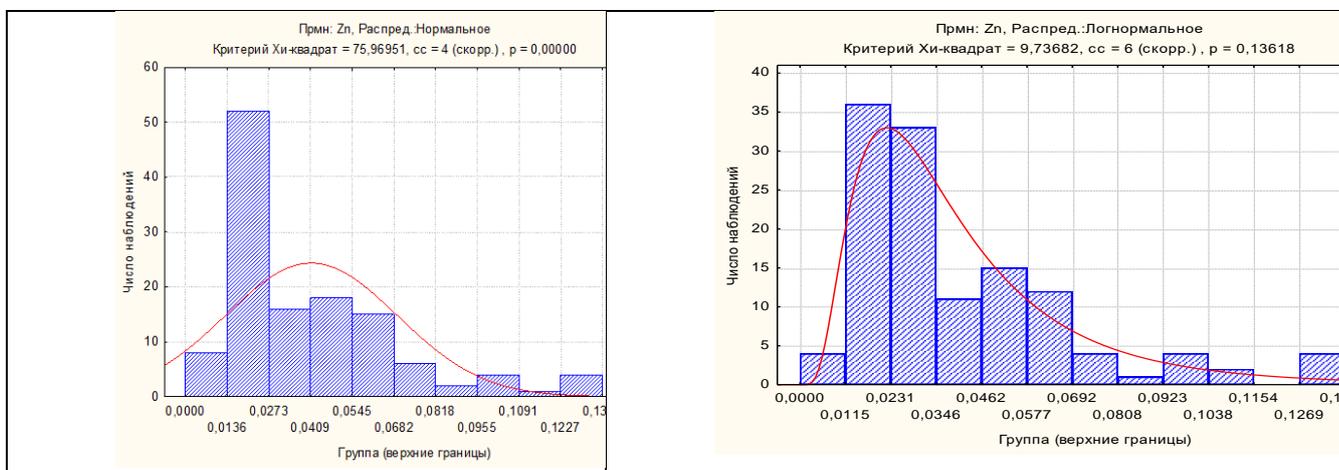
Прикладные задачи актуальны и для студентов геологических специальностей. При освоении курса «Математические методы обработки геологических данных» студенты решают практические геологические задания с использованием статистических процедур программы STATISTICA. В процессе их решения студенты знакомятся с областью применения различных математических методов в геологии, особенностями геологической информации, факторами, влияющими на выбор типа геолого-математических моделей. Студентам предлагается задача на определение закона распределения геохимических данных по керну скважины. По условиям задачи студент должен рассчитать основные описательные статистики: среднее, стандартное отклонение, дисперсию, коэффициент асимметрии, коэффициент эксцесса, построить гистограммы и графики «ящики с усами». Сделать выводы о предполагаемом законе распределения. Затем проверить выводы по критерию Пирсона хи-квадрат. Выполняя задание, студенты начинают работать с массивами геологических данных. Задумываются, какие минералы и горные породы отвечают за содержание химических элементов, строят гипотезы о геологических процессах, способствующих накоплению или рассеянию химических элементов в горных породах [2].

*Задание.* Проверить соответствие выборочных данных эмпирического распределения содержания цинка в породах по результатам химических анализов для выборки по нормальному закону распределения, используя пакет STATISTICA 6.0. Построить гистограммы и графики «ящики с усами». Сделать вывод о соблюдении нормального закона распределения. Если нормальный закон распре-

деления не соблюдается, то подобрать закон распределение цинка в породах с помощью критерия Пирсона  $\chi^2$ .



Полученные графики свидетельствуют о том, что для цинка не соблюдается нормальный закон распределения. По диаграмме размаха среднего для цинка («ящик с усами») можно сделать вывод о том, что среднее значение содержания цинка в породе смещено к минимуму. В выборке присутствуют крайние точки и выбросы. Основная часть значений смещена в сторону минимума, что подтверждает гистограмма распределения частот для цинка.



Проверяем подбор закона распределения для цинка с помощью критерия Пирсона. Проверяем значения  $\chi^2$  и уровня значимости  $p$  в случае нормального закона распределения и в случае логнормального закона распределения. С помощью программы STATISTICA 6.0 строим гистограммы и проводим подбор законов распределения по значениям критерия Пирсона  $\chi^2$ . Меньшее значение критерия Пирсона для логнормального закона и уровень значимости  $p=0,136$  в этом случае превышает  $\alpha=1-p=0,05$ , поэтому можно утверждать, что нулевая ги-

потеза о соблюдении логнормального закона распределения не может быть отвергнута. Вывод: содержание цинка в изучаемых породах подчиняется логнормальному закону распределения.

Приведенные примеры «сюжетных» задач дают возможность на учебных занятиях моделировать ситуацию, приближенную к практической (производственной) профессиональной. Педагог, руководя процессом обсуждения, помогает студентам самостоятельно выдвигать на первый план не просто математическую составляющую (применение умений использовать метод интегрирования или вычисление описательных статистик и критерия Пирсона), а развитие мотивационного компонента. Это позволяет формировать отношение к математическому моделированию. Студентам становится ясно, что математическое моделирование – верный помощник в решении жизненных и профессиональных проблем. Это полностью подтверждает мысль, высказанную А.Г. Мордковичем в работе [7], что в математике как «учебном предмете, зачастую более важны законы педагогики, психологии и методики».

Имеет смысл развивать профессиональные навыки студентов, предлагая им самостоятельную работу над выполнением практических заданий, моделирующих ситуации, приближенные к профессиональной деятельности. В организации такой работы большую роль играют междисциплинарные связи. Прикладная направленность решаемых задач меняет отношение студентов к изучаемому предмету и к процессу обучения в целом в положительную сторону [4, 5].

Для целенаправленного развития мотивационного компонента формируемых компетенций у студентов инженерных и естественно-научных специальностей важна демонстрация применения математических методов в технических расчётах, а для студентов геологических специальностей – применение методов математического моделирования для решения геологических задач, в том числе для «строгого математического обоснования используемых количественных методов оценки сложности строения и дальнейшего воспроизведения коллекторов в виде цифровой геологической модели» [1].

Необходимо научить студента осваивать материал не только на знаниевом уровне, но и на уровне владения математическими методами и моделями, интерполированием и экстраполированием не только в математике, но и в решении профессиональных и жизненных проблем. Важная роль в решении этой ак-

туальной задачи принадлежит, безусловно, математическому образованию. Причем речь идет, в первую очередь, не о подготовке специалистов-математиков, а о математическом обучении как составляющей общекультурной и профессиональной подготовки всех студентов, выпускаемых университетами.

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. *Байков В.А., Бакиров Н.К., Яковлев А.А.* Математическая геология. Т. I: Введение в геостатистику. Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2012, 228 с.

2. *Бахтин А.И., Нуриева Е.М.* Статистические методы в геологии: учебное пособие, 2013, 140 с.

3. *Бикмухаметова Д.Н., Миндубаева А.Р.* Развитие навыков самостоятельной работы студентов при изучении математики с использованием современных средств коммуникации // *Казанская наука*, 2016, №2, С. 102–104.

4. *Бикмухаметова Д. Н., Миндубаева А.Р., Нуриева Е.М.* Организация самостоятельной работы студентов с использованием интерактивных методов обучения // *Казанская наука*, 2016, №10, С. 128–130.

5. *Иванов Д.А., Митрофанов К.Г., Соколова О.В.* Компетентностный подход в образовании. Проблемы, понятия, инструментарий: учебно-методич. пособие. М.: АПКИПРО, 2003, 101 с.

6. *Миндубаева А.Р., Нуриева С.Н.* Математика в приложениях (методические указания). Казань: КГПУ, 2006, 55 с.

7. *Мордкович А.Г.* О некоторых проблемах школьного математического образования // *Математика в школе*, 2012, № 10, С. 35–43.

## **MULTI-LEVEL MATHEMATICAL TRAINING OF UNIVERSITY STUDENTS**

**Dilbar Bismuchametova<sup>1</sup>, Alsy Mindubaeva<sup>2</sup>, Evgeniya Nurieva<sup>3</sup>**

<sup>1-2</sup> *Kazan national technology university, Kazan*

<sup>3</sup> *Kazan federal university, Kazan*

<sup>1</sup> dilbarbik@yandex.ru, <sup>2</sup> alsuha@mail.ru, <sup>3</sup> Evgeniya-nurieva@yandex.ru

### **Abstract**

An important role for the purposeful development of the motivational component of the formed competences among students of engineering and natural-science (geological) specialties is played by the demonstration of the application of mathematical methods of calculations in engineering and geology. At the same time, the solution of practice-oriented tasks is of great importance.

It is necessary to teach the student to master the material not only at the knowledge level, but also at the level of mastery of mathematical methods and models, interpolation and extrapolation not only in mathematics, but also in solving professional and life problems.

**Keywords:** *motivation, competence approach, practice-oriented tasks, mathematical methods, professional activity*

### **REFERENCES**

1. *Bajkov V.A., Bakirov N.K., Yakovlev A.A. Matematicheskaya geologiya. T. I: Vvedenie v geostatistiku. Izhevsk: Institut komp'yuterny'x issledovaniy, 2012, 228 s.*
2. *Baxtin A.I., Nurieva E.M. Statisticheskie metody v geologii: uchebnoe posobie, 2013, 140 s.*
3. *Bismuchametova D.N., Mindubaeva A.R. Razvitie navykov samostoyatel'noj raboty` studentov pri izuchenii matematiki s ispol'zovanie sovremennyx sredstv kommunikacii // Kazanskaya nauka, 2016, No 2, S. 102–104.*
4. *Bismuchametova D. N., Mindubaeva A.R., Nurieva E.M. Organizaciya samostoyatel'noj raboty studentov s ispol'zovaniem interaktivnyx metodov obucheniya // Kazanskaya nauka, 2016, No 10, S. 128–130.*

5. *Ivanov D.A., Mitrofanov K.G., Sokolova O.V.* Kompetentnostnyj podxod v obrazovanii. Problemy, ponyatiya, instrumentarij: uchebno-metodich. posobie. M.: APKiPRO, 2003, 101 s.

6. *Mindubaeva A.R., Nurieva S.N.* Matematika v prilozheniyax (metodicheskie ukazaniya). Kazan`: KGPU, 2006, 55 s.

7. *Mordkovich A.G.* O nekotoryx problemax shkol'nogo matematicheskogo obrazovaniya // Matematika v shkole, 2012, No 10, S. 35–43.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ



**БИКМУХАМЕТОВА Дильбар Наиловна** – заведующий кафедрой высшей математики, Казанский национальный технологический университет, Казань.

**Dilbar Nailevna BIKMUCHAMETOVA** – head of the Department of higher mathematics, Kazan national technology university, Kazan.

email: dilbarbik@yandex.ru



**МИНДУБАЕВА Алсу Рафаэлевна** – доцент, кафедры высшей математики, Казанский национальный технологический университет, Казань.

**Alsy Raphaelevna MINDUBAEVA** – associate Professor of higher mathematics, Kazan national technology university, Kazan.

email: alsuha@mail.ru



**НУРИЕВА Евгения Михайловна** – старший преподаватель, кафедра минералогии и литологии, Казанский федеральный университет, Казань.

**Evgeniya Mihailovna NURIEVA** – senior lecturer of the Department of Mineralogy and lithology, Kazan federal university, Kazan.

email: evgeniya-nurieva@yandex.ru

*Материал поступил в редакцию 1 сентября 2019 года*