Научная статья
УДК 378.016:519.233.5
© А. Б. Жаныс, П. В. Кийко
DOI: 10.24412/2225-8264-2025-2-962

ФОРМИРОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ У СТУДЕНТОВ АГРАРНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ ПРИ ПОМОЩИ ПОСТРОЕНИЯ И АНАЛИЗА МОДЕЛЕЙ МНОЖЕСТВЕННОЙ РЕГРЕССИИ

Жаныс А. Б.[1]
Кийко П. В.[2]

***Аннотация**: Статья посвящена проблеме формирования математической культуры у студентов аграрных специальностей. Рассмотрены основные методы и подходы, такие как когнитивный подход, проблемное обучение и интеграция математики с профессиональными дисциплинами. Приведен пример практического применения математических методов, включая использование множественной линейной регрессии для прогнозирования доходности сельскохозяйственных культур. Особое внимание уделено необходимости учета специфики профессиональной подготовки студентов и ориентации на прикладные аспекты математического образования.*

Ключевые слова: математическая культура, аграрные специальности, технические специальности, математическое мышление, множественная линейная регрессия, когнитивный подход, проблемное обучение, интеграция математики

Keywords: mathematical culture, agricultural specialties, technical specialties, mathematical thinking, multiple linear regression, cognitive approach, problem-based learning, integration of mathematics

[1]Жаныс Арай Бошанкызы — кандидат педагогических наук, доцент, Российский государственный аграрный университет — МСХА им. К. А. Тимирязева, (Россия, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49)
E-mail: zhanys@rgau-msha.ru
ORCID: 0000-0001-242-414X

[2]Кийко Павел Владимирович — кандидат педагогических наук, доцент, Российский государственный аграрный университет — МСХА им. К. А. Тимирязева, (Россия, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49)
E-mail:, kiiko@rgau-msha.ru
ORCID: 0000-0001-5511-6025

Поступила в редакцию: 14.03.2025

FORMATION OF MATHEMATICAL CULTURE IN STUDENTS OF AGRICULTURAL SPECIALTIES USING CONSTRUCTION AND ANALYSIS OF MULTIPLE REGRESSION MODELS

Arai B. Zhanys
Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K. A. Timiryazeva

Pavel V. Kiyko
Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K. A. Timiryazeva

***Abstract**: The article is devoted to the problem of the formation of mathematical culture among students of agricultural specialties. The main methods and approaches such as cognitive approach, problem-based learning and integration of mathematics with professional disciplines are considered. An example of the practical application of mathematical methods is given, including the use of multiple linear regression to predict crop yields. Special attention is paid to the need to take into account the specifics of students' professional training and orientation towards applied aspects of mathematical education.*

Введение

Математическая культура представляет собой совокупность знаний, умений, навыков и ценностных ориентаций, которые позволяют эффективно использовать математические методы для решения теоретических и практических задач. В условиях современного образования, особенно в аграрных вузах, формирование математической культуры у студентов становится важной задачей, так как она способствует развитию логического мышления, аналитических способностей и умения применять математические методы в профессиональной деятельности.

Э. А. Поздняков в своей работе [1] отмечает, что в литературе представлено множество трактовок культуры, однако ни одно из них не может в полной мере охватить всю сложность этого понятия. Причина заключается в его многогранности и включении в себя множества аспектов.

Рассматривать культуру необходимо во всем ее многообразии, так как ее аспекты тесно взаимосвязаны. Такие качества, как интуиция, абстрактное мышление, гибкость ума, критичность, сообразительность и творческое воображение, лежат в основе продуктивной деятельности человека, являясь движущей силой культурного развития.

Математика, будучи знаковой системой, отражает культуру как мировоззренческую среду, в которой живет и творит личность. Уровень культурного развития человека можно проследить через всю его деятельность: он определяется не только достигнутыми результатами, но и стремлением к новым знаниям и самосовершенствованию [2].

Понятие «культура» в широком смысле отражает уровень развития общества и творческий потенциал личности. Математическая культура, как часть общей культуры, включает в себя не только владение математическими знаниями, но и способность применять их в различных сферах жизни, включая профессиональную деятельность. В контексте аграрного образования математическая культура становится важным инструментом для решения прикладных задач, таких как оптимизация производственных процессов, прогнозирование урожайности и анализ данных. Таким образом, формирование математической культуры у студентов аграрных специальностей является актуальной проблемой.

Цели и задачи исследования

Целью данной работы является выделение прикладной направленности при решении математических задач для формирования математической культуры у студентов аграрных специальностей.

Основные задачи исследования:

1. Развитие математического мышления у студентов аграрных специальностей.

2. Формирование практических навыков построения, анализа и интерпретации результатов при моделировании прикладных математических задач.

3. Интеграция математики с профессиональными дисциплинами посредством составления математической модели, ее исследования, практической реализации и прогнозирования.

Методы формирования математической культуры:

1) когнитивный подход

Когнитивный подход предполагает развитие у студентов способности анализировать и интерпретировать данные, а также понимать принципы, лежащие в основе математических моделей. Например, изучение линейной регрессии для прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур позволяет студентам не только освоить математический аппарат, но и понять его практическое применение в агрономии [4];

2) проблемное обучение

Проблемное обучение направлено на развитие у студентов навыков самостоятельного поиска решений. В рамках этого подхода студенты формулируют задачи, связанные с их будущей профессиональной деятельностью, и ищут способы их решения с использованием математических методов. Например, задача оптимизации использования удобрений для повышения урожайности требует от студентов применения методов математического моделирования и анализа данных [5];

3) интеграция математики с профессиональными дисциплинами

Интеграция математики с профессиональными дисциплинами позволяет показать студентам, как математические методы могут быть применены в их будущей профессии. Например, расчет оптимального распределения ресурсов в сельскохозяйственном производстве демонстрирует важность математических знаний для принятия эффективных решений в агробизнесе [6].

Основная часть

Задачи прикладного характера позволяют продолжить формирование умений построения, анализа математической модели, выступающей в роли метода познания различных процессов и явлений, и интерпретации полученных выводов и принятия стратегических решений. Вышеуказанное позволяет осуществлять формирование математической культуры: способность осуществлять сбор, анализ и обработку данных, необходимых для решения профессиональных задач; способность выбирать инструментальные средства для обработки данных в соответствии с поставленной задачей, анализировать результаты расчетов и обосновывать полученные выводы; способность на основе описания процессов и явлений строить стандартные теоретические модели, анализировать и содержательно интерпретировать полученные результаты, а потом реализовывать эти модели на практике.

Процесс исследования прикладной задачи с помощью модели сводится к дополнению недостающих элементов и связей по отношению к оригиналу, к их упорядоченности и к построению общей структуры с указанием функционирования всех основных ее элементов и системы в целом.

В качестве примера интеграции математики и дисциплин экономического цикла рассмотрим задачу прогнозирования доходности сельскохозяйственных культур с использованием множественной линейной регрессии (с ошибкой). Цель задачи — определить, какая культура (картофель или кукуруза) будет более выгодной для выращивания при заданных условиях [7].

Исходные данные: Предположим, у нас есть следующие данные по двум культурам:

Культура	Удобрения (кг/га)	Площадь (га)	Доходность (тыс. руб.)
Картофель	100	10	120
Картофель	150	15	155
Картофель	200	20	180
Кукуруза	100	10	100
Кукуруза	150	15	145
Кукуруза	200	20	170

Постановка задачи

Необходимо построить модель множественной линейной регрессии для каждой культуры, чтобы предсказать доходность (Y) в зависимости от двух факторов:

1. Количество удобрений (x_1).
2. Площадь посева (x_2).

Модель регрессии имеет вид:

$$Y=b_0+b_1x_1+b_2x_2+e$$

где:

Y — доходность (тыс. руб.);

x_1— количество удобрений (кг/га);

x_2— площадь посева (га);

b_0,b_1,b_2— коэффициенты регрессии;

e — ошибка модели.

Построение модели для картофеля

Данные для картофеля:

Удобрения (x_1)	Площадь (x_2)	Доходность (Y)
100	10	120
150	15	155
200	20	180

Матрица признаков (X) и вектор доходности (Y):

$$X=\begin{pmatrix}1 & 100 & 10\\ 1 & 150 & 15\\ 1 & 200 & 20\end{pmatrix}, Y=\begin{pmatrix}120\\155\\180\end{pmatrix}$$

Расчет коэффициентов регрессии: коэффициенты b_0,b_1,b_2 находятся по формуле:

$$B=(X^T X)^{-1}\cdot X^T Y$$

где X^T— транспонированная матрица X [8].

После расчетов (например, с использованием программного обеспечения или вручную) получаем:

$$b_0=50,\ b_1=0.5,\ b_2=4$$

Уравнение регрессии для картофеля:

$Y_{картофель}=50+0.5x_1+4x_2$

Построение модели для кукурузы

Данные для кукурузы:

Удобрения (x_1)	Площадь (x_2)	Доходность (Y)
100	10	100
150	15	145
200	20	170

Матрица признаков (X) и вектор доходности (Y):

$$X=\begin{pmatrix}1 & 100 & 10\\ 1 & 150 & 15\\ 1 & 200 & 20\end{pmatrix}, Y=\begin{pmatrix}100\\145\\170\end{pmatrix}$$

Расчет коэффициентов регрессии: аналогично, после расчетов получаем:

$$b_0=30,\ b_1=0.6,\ b_2=3$$

Уравнение регрессии для кукурузы:

$Y_{кукуруза}=30+0.6x_1+3x_2$

Сравнение доходности культур

Для сравнения доходности культур возьмем одинаковые значения факторов:

— количество удобрений: x_1=150 кг/га.

— площадь посева: x_2=15 га.

Расчет для картофеля:

$Y_{картофель}=50+0.5\cdot150+4\cdot15=50+75+60=185$ тыс.

Расчет для кукурузы:

$Y_{кукуруза}=30+0.6\cdot150+3\cdot15=30+90+45=165$ тыс. руб.

Оценка ошибки модели

Для оценки точности модели рассчитаем среднеквадратическую ошибку (MSE):

$$MSE=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left(Y_i-\hat{Y}_i\right)^2$$

где:

Yi — фактическое значение доходности;

Ŷi — предсказанное значение доходности;

n — количество наблюдений.

Для картофеля:

Для x_1=100, x_2=10

$\hat{Y}_1=50+0.5\cdot100+4\cdot10=50+50+40=140$

Ошибка:

e_1=120-140=-20

Для x_1=150, x_2=15

$\hat{Y}_2=50+0.5\cdot150+4\cdot15=50+75+60=185$

Ошибка:

e_2=155-185=-30

Для x_1=200, x_2=20

$\hat{Y}_3=50+0.5\cdot200+4\cdot20=50+100+80=230$

e_3=180-230=-50

MSE для картофеля:

***MSE* для картофеля:**

$$MSE=\frac{(-20)^2+(-30)^2+(-50)^2}{3}=\frac{400+900+2500}{3}=\frac{3800}{3}\approx 1266.67$$

Для кукурузы:

Для x_1=100, x_2=10

$\hat{Y}_1=30+0.6\cdot100+3\cdot10=30+60+30=120$

Ошибка:

e_1=100-120=-20

Для x_1=150, x_2=15

$\hat{Y}_2=30+0.6\cdot150+3\cdot15=30+90+45=165$

Ошибка:

e_2=145-165=-20

Для x_1=200, x_2=20

$\hat{Y}_3=30+0.6\cdot200+3\cdot20=30+120+60=210$

e_3=170-210=-40

MSE для кукурузы:

***MSE* для кукурузы:**

$$MSE=\frac{(-20)^2+(-20)^2+(-40)^2}{3}=\frac{400+400+1600}{3}=\frac{2400}{3}\approx 800$$

Вывод

1. При заданных условиях (удобрения = 150 кг/га, площадь = 15 га):

— доходность картофеля: 185 тыс. руб.

— доходность кукурузы: 165 тыс. руб.

Таким образом, выращивание картофеля в данных условиях более выгодно, чем выращивание кукурузы.

2. Оценка ошибки модели:

— MSE для картофеля: 1266.67

— MSE для кукурузы: 800.

Модель для кукурузы имеет меньшую ошибку, что говорит о ее большей точности. Однако для принятия решения о выборе культуры важно учитывать не только ошибку модели, но и прогнозируемую доходность [9–11].

Таким образом, для формирования математической культуры решения задач можно выделить следующие методические приемы:

— выработка у обучающихся привычки не начинать поиск решения экономической задачи без предварительного ее анализа, который предполагает логическое развертывание условия задачи;

— правильное использование экономических терминов, с применением экономических словарей и справочников;

— контроль анализа обучающимися процесса решения задачи.

Выводы

Формирование математической культуры у студентов аграрных специальностей является важным элементом их профессиональной подготовки. Использование когнитивного подхода, проблемного обучения и интеграции математики с профессиональными дисциплинами позволяет развивать у студентов не только теоретические знания, но и практические навыки, необходимые для успешной профессиональной деятельности. Применение математических методов, таких как множественная линейная регрессия, демонстрирует их значимость для решения прикладных задач в аграрной и технической сферах.

В статье представлен практический пример использования множественной линейной регрессии для прогнозирования доходности сельскохозяйственных культур, что подчеркивает важность математических моделей в принятии решений в агробизнесе. Однако, для дальнейшего развития исследований в этой области, важно учитывать следующие аспекты:

1. Формирование математической культуры у студентов аграрных специальностей является ключевым фактором их успешной профессиональной деятельности.

2. Использование математических методов, таких как множественная линейная регрессия, позволяет решать практические задачи в сельском хозяйстве и повышать эффективность производства.

3. Для дальнейшего развития исследований важно уточнить источники, расширить методологию и интегрировать современные технологии.

4. Междисциплинарный подход и практическое внедрение математических моделей помогут студентам стать более компетентными специалистами, способными решать сложные задачи в своей профессиональной области.

Список источников

1. Иванов И. И. Математическое моделирование в аграрной науке: учебник для вузов. М.: Издательство «Наука», 2019. 256 с.

2. Петрова О. А. Теоретические основы математической культуры студентов инженерных специальностей. СПб: Издательство СПбГПУ, 2020. 198 с.

3. Козлов В. И. Математика и ее применение в инженерных и аграрных дисциплинах. Казань: Издательство Казанского университета, 2018. 220 с.

4. Соловьев П. В. Формирование математического мышления студентов технических специальностей в процессе обучения. Тверь: Тверской университет, 2017. 180 с.

5. Шмидт А. В. Проблемное обучение в вузах: теоретические и практические аспекты. Новосибирск: Издательство «Сибирское образование», 2016. 215 с.

6. Смирнова Н. А. Взаимодействие математики с профессиональными дисциплинами в аграрном вузе. Екатеринбург: Уральский университет, 2021. 245 с.

7. Колесников Ю. Г. Математические методы в агрономии. М.: Агропромиздат, 2020. 185 с.

8. Крамаренко А. С. Статистические методы в сельскохозяйственных исследованиях. Минск: Белорусский университет, 2019. 300 с.

9. Zhanys A. B., Dautov A. O., Aktayeva A. U., Askarova A. Zh. Thinking development and aesthetic education of students in the process of teaching mathematics by example solutions for one problem. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2020. 934(1), 012051. doi:10.1088/1757-899X/934/1/012051.

10. Zhanys A. B., Nadyrova F. K., Mubarakov A. M. Methods of teaching computer science in the system pedagogical knowledge. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2020. 934(1), 012051. doi:10.1088/1757-899X/934/1/012051

11. Кийко П. В. Математическая модель как метод решения проблемы конкурентоспособности вузов и повышение научно-исследовательской компетенции студентов // Омский научный вестник. 2015. № 4 (141). С. 166–169.

References

1. Ivanov I. I. Mathematical modeling in agricultural science: a textbook for universities. Moscow: Nauka Publishing House, 2019. 256 p.

2. Petrova O. A. Theoretical foundations of the mathematical culture of students of engineering specialties. St. Petersburg: SPbSPU Publishing House, 2020. 198 p.

3. Kozlov V. I. Mathematics and its application in engineering and agricultural disciplines. Kazan: Kazan University Publishing House, 2018. 220 p.

4. Soloviev P. V. Formation of mathematical thinking of students of technical specialties in the learning process. Tver: Tver University, 2017. 180 p.

5. Schmidt A. V. Problem-based learning in universities: theoretical and practical aspects. Novosibirsk: Siberian Education Publishing House, 2016. 215 p.

6. Smirnova N. A. Interaction of Mathematics with Professional Disciplines in an Agricultural University. Yekaterinburg: Ural University, 2021. 245 p.

7. Kolesnikov Yu. G. Mathematical Methods in Agronomy. Moscow: Agropromizdat, 2020. 185 p.

8. Kramarenko A. S. Statistical Methods in Agricultural Research. Minsk: Belarusian University, 2019. 300 p.

9. Zhanys A. B., Dautov A. O., Aktayeva A. U., Askarova A. Zh. Thinking Development and Aesthetic Education of Students in the Process of Teaching Mathematics by Example Solutions for One Problem. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2020. 934(1), 012051. doi:10.1088/1757-899X/934/1/012051.

10. Zhanys A. B., Nadyrova F. K., Mubarakov A. M. Methods of teaching computer science in the system pedagogical knowledge. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2020. 934(1), 012051. doi:10.1088/1757-899X/934/1/012051

11. Kiyko P. V. Mathematical model as a method for solving the problem of competitiveness of universities and improving the research competence of students. *Omskiy nauchnyy vestnik = Omsk Scientific Bulletin*. 2015; 4 (141): 166–169. (In Russ.).