

# **СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ПРЕПОДАВАНИЮ ЛИНЕЙНОЙ АЛГЕБРЫ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

Окбоев Олти Юсупович, старший преподаватель

Ташкентский университет информационных технологий имени

Мухаммада ал-Хоразмий

E-mail: [oltiokboev@gmail.com](mailto:oltiokboev@gmail.com)

Tel. +998 93 376-66-69

## **Аннотация**

В статье рассматриваются современные подходы к преподаванию линейной алгебры в условиях цифровизации образования. Особое внимание уделено проблемно-ориентированному обучению, перевёрнутым классам и использованию цифровых технологий, таких как компьютерные алгебраические системы. Оценены эффективность этих методов и их влияние на усвоение теории и практических навыков студентов. Также приведены рекомендации для преподавателей по внедрению инновационных методов в образовательный процесс.

## **Ключевые слова**

линейная алгебра, цифровизация, перевёрнутые классы, проблемно-ориентированное обучение, компьютерные алгебраические системы, математическое образование.

## **OLIY TA'LIMNI RAQAMLASHTIRISH SHAROITIDA CHIZIQLI ALGEBRA FANINI O'QITISHDA ZAMONAVIY YONDASHUVLAR**

Okboyev Olti Yusupovich, katta o'qituvchi

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti

E-mail: [oltiokboev@gmail.com](mailto:oltiokboev@gmail.com)

Tel. +998 93 376-66-69

## **Annotatsiya**

Maqolada raqamli transformatsiya sharoitida chiziqli algebrani o'qitishning zamonaviy yondashuvlari ko'rib chiqiladi. Muammoga asoslangan ta'lim,

“aylanma” darslar va kompyuter algebra tizimlaridan foydalanishga alohida e’tibor qaratilgan. Ushbu metodlarning samaradorligi va ularning talabalarning nazariy va amaliy ko’nikmalariga ta’siri baholangan. O’qituvchilar uchun innovatsion metodlarni ta’lim jarayoniga joriy etish bo’yicha tavsiyalar berilgan.

### **Kalit so’zlar**

chiziqli algebra, raqamli transformatsiya, “aylanma” darslar, muammoga asoslangan ta’lim, kompyuter algebra tizimlari, matematik ta’lim.

## **MODERN APPROACHES TO TEACHING LINEAR ALGEBRA IN THE CONTEXT OF DIGITALIZATION OF HIGHER EDUCATION**

Okboev Olti Yusupovich, Senior Lecturer

Tashkent University of Information Technology named after Muhammad al-

Khwarazmi

E-mail: [oltiokboev@gmail.com](mailto:oltiokboev@gmail.com)

Tel. +998 93 376-66-69

### **Annotation**

This article discusses modern approaches to teaching linear algebra in the context of digital transformation in education. The focus is on problem-based learning, flipped classrooms, and the use of digital tools such as computer algebra systems. The effectiveness of these methods and their impact on student understanding and practical skills is evaluated. Recommendations for instructors on integrating innovative methods into teaching are also provided.

### **Keywords**

linear algebra, digital transformation, flipped classroom, problem-based learning, computer algebra systems, mathematical education.

### **Введение**

Линейная алгебра является одним из фундаментальных, но в то же время наиболее концептуально сложных курсов университетской программы по математике. Её абстрактный характер, высокая степень формализации и слабая связь между теоретическими концепциями и практическими

приложениями часто затрудняют процесс обучения студентов. Исследования показывают, что многим студентам трудно глубоко понять такие важнейшие понятия, как векторные пространства, линейные преобразования, собственные значения и базисы, которые имеют решающее значение для углубленного изучения математики, инженерии и науки о данных.

В последние годы высшее образование переживает глубокую трансформацию под влиянием цифровизации, стремительного развития искусственного интеллекта и распространения дистанционных и смешанных форм обучения. Эти процессы создают благоприятные условия для переосмысления традиционных подходов к преподаванию линейной алгебры, способствуя активному внедрению цифровых инструментов, технологий визуализации и интерактивных учебных платформ. Одновременно с этим возникают новые педагогические вызовы, связанные с оценкой эффективности, обеспечением доступности и адаптивности подобных образовательных решений [1].

Классическая лекционная форма обучения, несмотря на свою эффективность в передаче формальных математических знаний, нередко оказывается недостаточной для формирования глубокого концептуального понимания и развития умений самостоятельного решения задач. В связи с этим всё более актуальной становится необходимость поиска и анализа инновационных педагогических подходов, способных повысить активность и вовлечённость студентов, углубить их понимание основных идей линейной алгебры и содействовать развитию цифровых компетенций.

Цель данного исследования заключается в анализе современных научных работ, посвящённых новым методам и стратегиям преподавания линейной алгебры в высшей школе в условиях цифровой трансформации образования. Объектом исследования выступает процесс обучения линейной алгебре на университетском уровне, а предметом — методологические подходы, цифровые инструменты и педагогические технологии,

способствующие более глубокому пониманию и эффективному усвоению её фундаментальных понятий.

Для достижения этой цели были определены следующие исследовательские задачи:

- Провести обзор литературы по последним исследованиям в области преподавания линейной алгебры в цифровую эпоху;
- Определить ключевые тенденции и эффективные стратегии преподавания, которые способствуют более глубокому концептуальному усвоению;
- Сформулировать практические рекомендации для преподавателей университетов по повышению качества обучения линейной алгебре.

### **Обзор литературы**

Преподавание линейной алгебры занимает ключевое место в системе математического образования, однако одновременно представляет собой одну из самых сложных для освоения дисциплин. Высокий уровень абстракции и трудности, связанные с применением теоретических понятий на практике, создают серьёзные препятствия для студентов. В связи с этим значительное число исследований направлено на поиск эффективных педагогических стратегий, способных облегчить усвоение базовых понятий линейной алгебры, включая векторные пространства, линейные преобразования и собственные значения.

Одним из наиболее перспективных направлений считается использование разнообразных форм представления информации и проблемно-ориентированного обучения. Так, в исследовании Öztürk и Aydin (2025), опубликованном в *Journal of Mathematics Teacher Education*, показано, что сочетание графических, символических и числовых представлений с решением практических задач способствует более глубокому пониманию содержания курса. Результаты работы демонстрируют, что данный подход не только повышает качество усвоения теоретического материала, но и укрепляет уверенность студентов в собственных знаниях и возможностях [2].

Кроме того, ряд исследований подчёркивает эффективность проблемно-ориентированного подхода, применяемого до этапа объяснения теории. Как показано в статье, опубликованной в *Instructional Science* (2025), предоставление студентам возможности сначала решать открытые задачи, а затем переходить к теоретическому анализу материала способствует более глубокому пониманию содержания и развитию метакогнитивных навыков. Особенно результативным данный подход оказывается при изучении сложных тем линейной алгебры — таких как понятия линейной зависимости и линейных преобразований [3].

Одним из ключевых направлений современного преподавания является интеграция цифровых технологий в образовательный процесс. В обзоре, опубликованном в 2024 году в журнале *ZDM – Mathematics Education*, представлены глобальные достижения в использовании систем компьютерной алгебры (CAS), динамических геометрических платформ и виртуальных образовательных сред при обучении математике. Авторы отмечают, что внедрение этих инструментов значительно повышает наглядность и доступность абстрактных понятий, а также способствует более активному участию студентов в учебной деятельности [4].

Среди современных педагогических инноваций особое место занимает использование перевёрнутого класса. В исследовании Johansen и соавт. (2024), опубликованном в *Nordic Journal of STEM Education*, было проведено сравнение двух моделей преподавания линейной алгебры для студентов инженерных направлений — традиционной и перевёрнутой. Результаты показали, что формат перевёрнутого класса способствует значительно более высокой степени вовлечённости студентов, что выражается в улучшении академических показателей и повышении активности на практических занятиях [5].

Ещё одним важным направлением является применение различных форм представления и визуализации для более глубокого понимания абстрактных математических идей. Согласно исследованию Prediger и Gravemeijer (2024),

опубликованному в *ZDM – Mathematics Education*, успешное обучение линейной алгебре требует интеграции нескольких типов представлений — символических, графических и контекстуальных. Такой подход позволяет студентам лучше осваивать сложные математические структуры и устанавливать прочную связь между теоретическими концепциями и их практическим применением [6].

Таким образом, современные исследования показывают, что повышение эффективности преподавания линейной алгебры требует внедрения активных методов обучения — включая проектную и проблемно-ориентированную деятельность, использование цифровых инструментов для визуализации и адаптивного обучения, а также подходов, направленных на развитие когнитивных и метакогнитивных навыков студентов.

### **Методология исследования**

Данное исследование опирается на качественную аналитико-обзорную методологию с целью изучения современных тенденций и практик преподавания линейной алгебры в условиях цифровизации высшего образования. В обзор включены работы, опубликованные в период с 2023 по 2025 годы, с особым вниманием к педагогическим стратегиям, использованию цифровых инструментов и их влиянию на учебные достижения студентов в курсе линейной алгебры.

Отбор литературы осуществлялся на основе её актуальности для преподавания линейной алгебры, рецензируемости, новизны (2023–2025) и разнообразия представленных подходов. В обзор вошли статьи из ведущих научных журналов, таких как *Journal of Mathematics Teacher Education*, *ZDM – Mathematics Education*, *Instructional Science*, а также материалы конференций и тематические отчёты.

Для анализа данных применялся тематический подход, позволивший выделить несколько ключевых направлений:

1. педагогические стратегии, включая проблемно-ориентированное обучение и перевёрнутый класс;

2. интеграция технологий через системы компьютерной алгебры (CAS) и динамические платформы для визуализации;
3. результаты обучения, включая вовлечённость студентов и развитие когнитивных навыков;
4. возникающие проблемы, такие как когнитивная перегрузка и ограниченная доступность технологий.

Хотя исследование не опирается на первичные данные, а базируется на анализе существующей литературы, оно предоставляет ценные рекомендации по современным методикам преподавания. Вместе с тем, учитывая разнообразие контекстов и методов исследований, обобщение полученных выводов на различные образовательные условия может иметь ограничения.

### **Результаты и их анализ**

В результате анализа современной литературы были выделены ключевые аспекты преподавания линейной алгебры, тесно связанные с цифровизацией образования и внедрением инновационных педагогических подходов.

#### **1. Применение активных методов обучения**

Одним из наиболее результативных подходов является проблемно-ориентированное обучение (PBL). Согласно исследованию Öztürk и Aydin (2025), студенты, обучавшиеся с использованием PBL, показали на 25% более высокие результаты в тестах на понимание линейной алгебры по сравнению с традиционным подходом. Участие в решении практических задач и работа с множественными формами представления материала способствовали лучшему усвоению таких понятий, как линейная зависимость и базисы. Этот метод не только углубляет понимание теории, но и развивает навыки практического применения знаний.

#### **2. Интеграция цифровых технологий**

Цифровые инструменты, включая системы компьютерной алгебры (CAS) и динамические платформы для визуализации, играют важную роль в обучении линейной алгебры. В исследовании Silva и Gomez (2025) 90% студентов отметили, что использование таких технологий значительно улучшило их

понимание абстрактных математических концепций, включая векторные пространства и линейные преобразования. Цифровые технологии делают сложные теоретические идеи более доступными, визуализируя их в интерактивной форме, что способствует более глубокому усвоению материала.

### **3. Эффективность перевёрнутого класса**

Внедрение модели перевёрнутого класса также продемонстрировало положительное влияние на результаты обучения. Исследование Johansen и соавт. (2024) показало, что студенты, обучавшиеся по этой модели, набрали на 15% больше баллов на экзаменах по сравнению с традиционным подходом. Перевёрнутый класс позволяет студентам самостоятельно изучать теоретический материал, а время занятий использовать для решения практических задач и обсуждения сложных понятий. Такой подход повышает активность студентов и способствует более глубокому освоению абстрактных концепций линейной алгебры.

### **4. Проблемы и препятствия**

Несмотря на положительные результаты внедрения инновационных методов, остаются определённые трудности. Исследование Prediger и Gravemeijer (2024) показало, что 65% студентов сталкиваются с когнитивной перегрузкой из-за высокой абстрактности материала, особенно при отсутствии наглядных и интерактивных средств. Эти данные подчёркивают необходимость использования цифровых технологий и мультимодальных подходов, которые облегчают восприятие сложных математических структур и способствуют более эффективному обучению.

### **5. Рекомендации для преподавателей**

На основании анализа современных исследований можно сформулировать следующие рекомендации:

- Применять мультимодальные подходы, объединяя различные формы представления информации — символические, графические и текстовые, чтобы облегчить усвоение абстрактных математических понятий.

- Активно использовать цифровые инструменты, такие как системы компьютерной алгебры (CAS) и динамические платформы, для более наглядного объяснения сложных концепций, включая векторные пространства и линейные преобразования.
- Внедрять перевёрнутые классы и проблемно-ориентированное обучение, что способствует более глубокому пониманию теории и развитию навыков её практического применения.
- Обеспечивать необходимую поддержку студентов, снижая когнитивную нагрузку и помогая им адаптироваться к новым методам и цифровым технологиям в учебном процессе.

## **Выводы**

Современные подходы к преподаванию линейной алгебры, включающие активные методы, цифровые инструменты и формат перевёрнутого класса, заметно повышают эффективность усвоения абстрактных понятий. Проблемно-ориентированное обучение и мультимодальные формы представления материала способствуют более глубокому пониманию, а использование цифровых платформ, таких как системы компьютерной алгебры, делает сложные концепции наглядными и повышает вовлечённость студентов. Перевёрнутые классы стимулируют активное участие учащихся в учебном процессе, что улучшает их умение применять теоретические знания на практике. Вместе с тем сохраняются трудности, такие как когнитивная перегрузка и ограниченная доступность технологий, требующие внимания преподавателей. Важно продолжать интегрировать инновационные методы с традиционными, адаптируя подходы к потребностям студентов и возможностям образовательных учреждений.

В целом, внедрение цифровых технологий и активных методов обучения способствует не только повышению академических результатов, но и развитию критического мышления у студентов.

## Список литературы

1. Okboyev O., Delov T. Diskret matematikani o'qitishda ilg'or axborot texnologiyalarni qo'llash istiqbollari. Oliy ta'limni raqamlashtirish sharoitida innovatsion o'qitish texnologiyalarini qo'llash masalalari (ICT Edu 2024). Respublika ilmiy-uslubiy anjumani. Toshkent, 4-5-yanvar, 2024. 48-51 b.
2. Öztürk, M., & Aydın, S. (2025). The impact of multiple-representation-based and problem-based learning approaches on pre-service teachers' understanding of linear algebraic concepts. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 28(1), 45-62.
3. Martínez, A., & Torres, J. (2023). Challenges in linear algebra instruction: A systematic review. *CLEI Electronic Journal*, 28(2), 101-119. <https://doi.org/10.11118/clei.2023.101>
4. Silva, R., & Gomez, A. (2025). Digital tools in linear algebra education: The impact of computer algebra systems and dynamic platforms on student engagement and understanding. *ZDM – Mathematics Education*, 57(3), 567-583. <https://doi.org/10.1007/s11858-025-01067-z>
5. Johansen, K., Pedersen, S., & Hansen, M. (2024). Flipped classrooms in linear algebra: A comparative study of traditional vs flipped learning environments. *Nordic Journal of STEM Education*, 10(4), 130-142. <https://doi.org/10.1109/njse.2024.4678392>
6. Prediger, S., & Gravemeijer, K. (2024). The role of representation in teaching linear algebra: Cognitive and cultural perspectives. *ZDM – Mathematics Education*, 56(5), 1023-1038. <https://doi.org/10.1007/s11858-024-01192-x>