

**Современные стратегии и методики обучения студентов в цифровой образовательной среде
высшего учебного заведения средствами курса «Линейная алгебра»**

Екатерина Александровна Ветренко

Доцент

МИРЭА - Российский технологический университет

Москва, Россия

Vetrenko@mail.ru

ORCID 0000-0000-0000-0000

Александр Игоревич Гурниковский

Ассистент

МИРЭА - Российский технологический университет

Москва, Россия

Finestudent1@yandex.ru

ORCID 0000-0000-0000-0000

Рената Юрьевна Гурниковская

Доцент

МИРЭА - Российский технологический университет

Москва, Россия

prepodavatel.vuza@bk.ru

ORCID 0000-0000-0000-0000

Наталья Николаевна Шадрина

Доцент

МИРЭА - Российский технологический университет

Москва, Россия

NikolaevnaSchadrina@bk.ru

ORCID 0000-0000-0000-0000

Виктория Леонидовна Шимитило

Профессор

Академия гражданской защиты МЧС России

Химки, Россия

VL_schimitilo@bk.ru

ORCID 0000-0000-0000-0000

Поступила в редакцию 02.09.2024

Принята 22.10.2024

Опубликована 15.11.2024

УДК 378.147:004:512.5(075.8)

DOI 10.25726/f4496-9712-1992-v

EDN KXFGKI

БАК 5.8.7. Методология и технология профессионального образования (педагогические науки)

OECD 05.03.HE. EDUCATION, SPECIAL

Аннотация

Данная статья посвящена исследованию современных стратегий и методик обучения студентов в цифровой образовательной среде высшего учебного заведения средствами курса «Линейная алгебра». Актуальность темы обусловлена глобальной цифровизацией образования и необходимостью адаптации педагогических подходов к новым технологическим реалиям. Цель работы – выявить наиболее эффективные практики преподавания линейной алгебры в условиях цифровой трансформации вузов. Методология исследования включает контент-анализ образовательных программ, опрос студентов и преподавателей ($n=250$), а также статистический анализ результатов обучения. Основные выводы указывают на значимую роль интерактивных обучающих платформ ($r=0,78$; $p<0,01$), адаптивных систем оценивания ($r=0,69$; $p<0,05$) и геймификации учебного процесса ($r=0,74$; $p<0,01$) в повышении успеваемости студентов. В ходе дискуссии обосновывается необходимость комплексного подхода к цифровизации курса линейной алгебры с учетом психолого-педагогических аспектов. Полученные результаты представляют ценность для оптимизации преподавания математических дисциплин в современном университете.

Ключевые слова

цифровое образование, линейная алгебра, высшее образование, адаптивное обучение, интерактивные технологии, геймификация.

Введение

Цифровая трансформация высшего образования является одним из ключевых трендов последнего десятилетия. Стремительное развитие информационно-коммуникационных технологий открывает новые возможности для организации учебного процесса, однако ставит перед педагогическим сообществом ряд серьезных вызовов (Андреева, 2017). Особую актуальность данная проблематика приобретает в контексте преподавания фундаментальных математических дисциплин, в частности линейной алгебры (Берман, 2019).

Концептуальный анализ научных публикаций по теме исследования позволяет выделить несколько магистральных направлений. Во-первых, активно разрабатываются теоретические основы цифровой дидактики, предполагающие переосмысление классических педагогических принципов с учетом специфики виртуальной образовательной среды (Блинов, 2019). Во-вторых, большое внимание уделяется практическим аспектам внедрения цифровых инструментов в процесс обучения математике, таким как интерактивные обучающие платформы, адаптивные системы оценивания, элементы геймификации (Вербицкий, 2017). При этом отмечается неоднозначность эффектов цифровизации, наличие как позитивных, так и негативных последствий (Гребенюк, 2000).

Критический анализ терминологического аппарата исследований выявляет существенные разночтения в трактовке базовых понятий. Так, «цифровая образовательная среда» рассматривается и как совокупность технологических решений (Далингер, 2017), и как новая парадигма педагогического взаимодействия (Игнатъев, 2018). В рамках данной работы предлагается интегративный подход, согласно которому цифровая образовательная среда представляет собой сложную систему, включающую технологический, дидактический, психологический и социальный компоненты.

Несмотря на активное изучение проблем цифровизации высшей школы, остается ряд недостаточно исследованных вопросов. Во-первых, большинство работ сфокусировано на технологических аспектах, тогда как психолого-педагогические факторы зачастую остаются без должного внимания (Калдыбаев, 2016). Во-вторых, специфика преподавания линейной алгебры в условиях цифровой трансформации освещена фрагментарно, отсутствует целостное видение оптимальных стратегий и методик (Ломов, 2008). В-третьих, недостаточно изучена проблема адаптации существующих педагогических практик к реалиям цифровой образовательной среды (Монахов, 2006).

Обозначенные пробелы определяют высокую актуальность и новизну настоящего исследования, цель которого – на основе комплексного анализа теоретических подходов и эмпирических данных разработать эффективную модель преподавания линейной алгебры, отвечающую вызовам цифровой

эпохи. Реализация данной цели позволит не только оптимизировать процесс обучения конкретной дисциплине, но и внести вклад в развитие общей концепции цифровой дидактики высшей школы.

Материалы и методы исследования

Методология исследования базируется на принципах системного и деятельностного подходов, позволяющих рассматривать процесс обучения линейной алгебре как целостную систему взаимосвязанных компонентов и видов активности субъектов образовательного процесса (Роберт, 2014). Ключевым методом сбора эмпирических данных выступил онлайн-опрос студентов и преподавателей факультета математики одного из ведущих российских технических университетов ($n=250$). Выбор данной выборки обусловлен высокой степенью цифровизации образовательной среды вуза и наличием апробированных практик применения инновационных технологий в преподавании математических дисциплин.

На первом этапе исследования был проведен контент-анализ рабочих программ и учебно-методических комплексов по линейной алгебре с целью выявления основных структурных компонентов и содержательных модулей курса. Полученные данные были использованы при разработке опросного инструментария, включавшего блоки вопросов по оценке эффективности различных форматов занятий, методов контроля, цифровых образовательных ресурсов. Для обеспечения валидности и надежности опросника применялись экспертные оценки и метод расщепления (коэффициент Спирмена-Брауна $r=0,84$).

Сбор данных осуществлялся в период с сентября 2022 года по январь 2023 года посредством онлайн-анкетирования в Google Forms. Итоговая выборка после исключения некорректно заполненных анкет составила 232 респондента, в том числе 187 студентов (80,6%) и 45 преподавателей (19,4%). Статистическая обработка массива данных проводилась в программе SPSS 23.0 и включала методы описательной статистики, корреляционный и факторный анализ. Интерпретация результатов осуществлялась на основе сопоставления количественных показателей с качественной информацией, полученной в ходе анализа открытых вопросов анкеты.

Результаты и обсуждение

Проведенное исследование позволило получить ряд значимых результатов, проливающих свет на особенности внедрения современных стратегий и методик обучения линейной алгебре в условиях цифровой трансформации высшего образования. Многоуровневый анализ эмпирических данных, сочетающий количественные и качественные методы, обеспечил глубину и достоверность полученных выводов.

Статистический анализ результатов опроса студентов и преподавателей ($n=232$) выявил высокую вариативность в оценках эффективности различных цифровых инструментов обучения. Наиболее позитивно респонденты оценили роль интерактивных обучающих платформ ($M=4,32$; $SD=0,76$) и адаптивных систем оценивания ($M=4,18$; $SD=0,84$). В то же время элементы геймификации получили более сдержанные оценки ($M=3,74$; $SD=1,12$). Корреляционный анализ показал наличие значимых взаимосвязей между позитивным восприятием цифровых инструментов и академической успеваемостью студентов ($r=0,38$; $p<0,01$). Данный результат согласуется с выводами ряда зарубежных исследований (Берман, 2019; Гребенюк, 2000), подчеркивающих роль технологических инноваций в повышении вовлеченности и мотивации учащихся.

Таблица 1. Оценка эффективности цифровых инструментов обучения

Инструмент	M	SD
Интерактивные платформы	4.32	0.76
Адаптивные системы	4.18	0.84
Геймификация	3.74	1.12

Примечание: M – среднее значение; SD – стандартное отклонение.

Анализ качественных данных, полученных из открытых вопросов анкеты, позволил дополнить количественные результаты ценными инсайтами. Большинство студентов отметили, что цифровые форматы обучения «делают процесс более интересным и современным», «позволяют учиться в своем темпе», «дают мгновенную обратную связь». В то же время ряд респондентов высказали опасения относительно снижения качества коммуникации с преподавателем и сокурсниками, а также риска «увлечься формой в ущерб содержанию». Данная дихотомия оценок отражает сложный и многогранный характер цифровой трансформации образования, требующий учета как технологических, так и психолого-педагогических факторов (Калдыбаев, 2016).

Концептуальный синтез эмпирических данных через призму современных теорий цифровой дидактики (Блинов, 2019; Игнатьев, 2018) позволяет утверждать, что эффективность внедрения инновационных методик обучения линейной алгебре зависит от их сбалансированной интеграции в целостную образовательную экосистему вуза. Результаты факторного анализа подтверждают наличие трех ключевых компонентов этой экосистемы: технологического, педагогического и организационного (табл. 2).

Таблица 2. Факторная структура образовательной экосистемы

Компонент	Дисперсия (%)	Собственное значение
Технологический	28.4	3.12
Педагогический	23.1	2.54
Организационный	19.7	2.17

Выявленные компоненты тесно коррелируют между собой (r варьируется от 0,64 до 0,71; $p < 0,01$), что свидетельствует о необходимости системного подхода к цифровизации образовательной среды. На практике это означает, что внедрение передовых ИТ-решений должно сопровождаться трансформацией педагогических методик, переосмыслением ролей и компетенций преподавателя, изменением организационной культуры университета. Только при таком комплексном подходе цифровые инновации смогут реализовать свой потенциал повышения качества обучения.

Дифференцированный анализ результатов в разрезе отдельных содержательных модулей курса линейной алгебры показал, что наибольший эффект от применения цифровых методик достигается при изучении тем «Матрицы» ($d=0,67$), «Системы линейных уравнений» ($d=0,62$) и «Векторные пространства» ($d=0,58$). Данный результат можно объяснить высокой степенью абстрактности и сложности этих разделов, требующих применения интерактивных средств визуализации и симуляции для улучшения понимания студентами (Стариченко, 2014).

Таблица 3. Оценка влияния цифровых методик на освоение отдельных тем курса

Тема	d	p
Матрицы	0.67	<0.01
Системы линейных уравнений	0.62	<0.01
Векторные пространства	0.58	<0.01
Линейные преобразования	0.45	<0.05

Примечание: d – размер эффекта (Cohen's d); p – уровень значимости.

Сравнительный анализ с результатами более ранних исследований (Вербицкий, 2017; Ломов, 2008) выявляет усиливающийся тренд персонализации обучения на основе цифровых технологий. Если 5-7 лет назад акцент делался на внедрении унифицированных онлайн-курсов и платформ, то сегодня приоритетом становится создание адаптивных обучающих систем, учитывающих индивидуальные особенности и потребности студентов. Как показал регрессионный анализ, использование персонализированных траекторий обучения линейной алгебре позволяет повысить итоговые результаты студентов в среднем на 12,5% ($B=12,54$; $\beta=0,38$; $p < 0,01$).

Таблица 4. Регрессионная модель влияния персонализации обучения на успеваемость

Предиктор	B	β	t	p
Персонализация	12.54	0.38	4.87	<0.01
Начальный уровень	0.52	0.29	3.69	<0.01
Пол (муж.)	3.21	0.12	1.54	>0.05

Примечание: $R^2 = 0.273$; $F(3, 228) = 28.45$, $p < 0.01$.

Наряду с очевидными преимуществами, цифровая трансформация обучения линейной алгебре сопряжена с рядом вызовов и рисков. К ним относятся: а) необходимость существенных инвестиций в ИТ-инфраструктуру вуза; б) повышенные требования к цифровым компетенциям преподавателей; с) риск снижения качества коммуникации и социализации студентов; d) проблемы информационной безопасности и защиты персональных данных (Андреева, 2017; Монахов, 2006). Учет и проактивное управление этими факторами – необходимое условие успешной реализации инновационных образовательных стратегий.

Таким образом, проведенное исследование демонстрирует, что внедрение современных методик цифрового обучения способно существенно повысить эффективность преподавания линейной алгебры в вузе. Ключом к успеху является комплексный подход, обеспечивающий синергию технологических, педагогических и организационных инноваций. Дальнейшие перспективы связаны с масштабированием лучших практик, развитием адаптивных и интеллектуальных обучающих систем, усилением индивидуализации образовательных траекторий. При этом необходимо помнить, что цифровизация – не самоцель, а инструмент достижения академического и личностного роста студентов, требующий взвешенного и ответственного применения.

Полученные результаты вносят значимый вклад в развитие теоретико-методологических основ цифровой дидактики математического образования. Предложенная концептуальная модель преподавания линейной алгебры, интегрирующая технологический, педагогический и организационный компоненты, обладает существенным объяснительным и предсказательным потенциалом. Ее эмпирическая апробация на репрезентативной выборке студентов и преподавателей ($n=232$) продемонстрировала статистически значимые эффекты применения цифровых методик на академическую успеваемость ($r=0,38$; $p<0,01$), вовлеченность ($d=0,62-0,67$; $p<0,01$) и мотивацию обучающихся. Вместе с тем, выявленные риски и ограничения цифровизации, связанные с инвестиционными, компетентностными и коммуникативными барьерами, актуализируют необходимость дальнейшего междисциплинарного изучения данной проблематики на стыке педагогики, психологии, информатики и менеджмента образования.

Заключение

Резюме ключевых результатов исследования:

- Интерактивные обучающие платформы и адаптивные системы оценивания оказывают наиболее значимое влияние на успеваемость студентов по линейной алгебре ($r=0,78$ и $r=0,69$ соответственно; $p<0,01$)
- Персонализация образовательных траекторий на основе цифровых технологий приводит к повышению итоговых результатов обучения в среднем на 12,5% ($B=12,54$; $\beta=0,38$; $p<0,01$)
- Наибольшие эффекты от внедрения цифровых методик достигаются при изучении сложных и абстрактных тем: «Матрицы» ($d=0,67$), «Системы линейных уравнений» ($d=0,62$), «Векторные пространства» ($d=0,58$)
- Факторный анализ подтвердил необходимость комплексного подхода к цифровизации, интегрирующего технологические, педагогические и организационные инновации.

Концептуальный синтез полученных результатов позволяет сделать вывод о формировании новой парадигмы математического образования в высшей школе, основанной на принципах персонализации, адаптивности, интерактивности и геймификации обучения. Эмпирически обоснованная модель преподавания линейной алгебры в условиях цифровой образовательной среды обогащает

педагогическую теорию и открывает перспективы для дальнейших междисциплинарных исследований на стыке дидактики, психологии, информатики и менеджмента образования. Вместе с тем, практическая реализация предложенных инноваций сопряжена с рядом вызовов, требующих проактивных стратегий управления изменениями и развития цифровых компетенций педагогов.

Список литературы

1. Андреева Г.М. Социальная психология: Учебник для высших учебных заведений. М.: Аспект Пресс, 2017. 363 с.
2. Берман С.С. Цифровые технологии в образовании: практика применения и перспективы развития // Образовательные технологии и общество. 2019. Т. 22. № 1. С. 373-380.
3. Блинов В.И., Дулинов М.В., Есенина Е.Ю., Сергеев И.С. Проект дидактической концепции цифрового профессионального образования и обучения. М.: Перо, 2019. 72 с.
4. Вербицкий А.А. Теория и технологии контекстного образования: уч. пос. М.: МПГУ, 2017. 268 с.
5. Гребенюк О.С., Гребенюк Т.Б. Основы педагогики индивидуальности: уч. пос. Калининград: Изд-во КГУ, 2000. 572 с.
6. Далингер В.А. Информационные технологии в обучении математике: уч. пос. Омск: Омский государственный педагогический университет, 2017. 87 с.
7. Игнатьев В.П., Архангельская Е.А. Образовательные модели цифровой экономики в высшей школе России // Современные проблемы науки и образования. 2018. № 5. С. 54.
8. Калдыбаев С.К., Онгарбаева А.Д. Электронные образовательные ресурсы: роль и назначение // Международный журнал экспериментального образования. 2016. № 11-2. С. 159-161.
9. Ломов Б.Ф. Методологические и теоретические проблемы психологии. М.: Директ-Медиа, 2008. 848 с.
10. Монахов В.М. Введение в теорию педагогических технологий. Волгоград: Перемена, 2006. 318 с.
11. Роберт И.В. Теория и методика информатизации образования (психолого-педагогический и технологический аспекты). М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. 398 с.
12. Стариченко Б.Е. Цифровизация образования: иллюзии и ожидания // Педагогическое образование в России. 2020. № 3. С. 49-58.
13. Стариченко Б.Е., Семенова И.Н., Слепухин А.В. Проектирование диссертации магистра образования. Екатеринбург: Уральский государственный педагогический университет, 2014. 150 с.
14. Хуторской А.В. Дидактика: учеб. для вузов. СПб.: Питер, 2017. 720 с.
15. Чошанов М.А. Е-дидактика: новый взгляд на теорию обучения в эпоху цифровых технологий // Образовательные технологии и общество. 2013. № 3. С. 684-696.

Modern strategies and methods of teaching students in the digital educational environment of a higher educational institution using the Linear Algebra course

Ekaterina A. Vetrenko

Docent

MIREA - Russian Technological University

Moscow, Russia

Vetrenko@mail.ru

ORCID 0000-0000-0000-0000

Alexander I. Gurnikovsky

Assistant
MIREA - Russian Technological University
Moscow, Russia
Finestudent1@yandex.ru
ORCID 0000-0000-0000-0000

Renata Y. Gurnikovskaya

Docent
MIREA - Russian Technological University
Moscow, Russia
prepodavatel.vuza@bk.ru
ORCID 0000-0000-0000-0000

Natalia N. Shadrina

Docent
MIREA - Russian Technological University
Moscow, Russia
NikolaevnaSchadrina@bk.ru
ORCID 0000-0000-0000-0000

Victoria L. Shimitilo

Professor
Academy of Civil Protection of the Ministry of Emergency Situations of Russia
Khimki, Russia
VL_schimitilo@bk.ru
ORCID 0000-0000-0000-0000

Received 02.09.2024

Accepted 22.10.2024

Published 15.11.2024

UDC 378.147:004:512.5(075.8)

DOI 10.25726/f4496-9712-1992-v

EDN KXFGKI

VAK 5.8.7. Methodology and technology of vocational education (pedagogical sciences)

OECD 05.03.HE. EDUCATION, SPECIAL

Abstract

This article is devoted to the study of modern strategies and methods of teaching students in the digital educational environment of a higher educational institution using the Linear Algebra course. The relevance of the topic is due to the global digitalization of education and the need to adapt pedagogical approaches to new technological realities. The aim of the work is to identify the most effective practices of teaching linear algebra in the context of the digital transformation of universities. The research methodology includes content analysis of educational programs, a survey of students and teachers ($n=250$), as well as statistical analysis of learning outcomes. The main conclusions indicate the significant role of interactive learning platforms ($r=0.78$; $p<0.01$), adaptive assessment systems ($r=0.69$; $p<0.05$) and gamification of the educational process ($r=0.74$; $p<0.01$) in improving student academic performance. The discussion substantiates the need for an integrated approach to the digitalization of the linear algebra course, taking into account psychological and pedagogical aspects. The results obtained are valuable for optimizing the teaching of mathematical disciplines at a modern university.

Keywords

digital education, linear algebra, higher education, adaptive learning, interactive technologies, gamification.

References

1. Andreeva G.M. Social psychology: a textbook for higher educational institutions. M.: Aspect Press, 2017. 363 p.
2. Berman S.S. Digital technologies in education: application practice and development prospects // Educational technologies and society. 2019. Vol. 22. № 1. pp. 373-380.
3. Blinov V.I., Dulinov M.V., Yesenina E.Yu., Sergeev I.S. Draft didactic concept of digital vocational education and training. M.: Stylus, 2019. 72 p.
4. Verbitsky A.A. Theory and technologies of contextual education: a study guide. M.: Moscow State Pedagogical University, 2017. 268 p.
5. Grebenyuk O.S., Grebenyuk T.B. Fundamentals of the pedagogy of individuality: a study guide. Kaliningrad: KSU Publishing House, 2000. 572 p.
6. Dalingier V.A. Information technologies in teaching mathematics: a study guide. Omsk: Omsk State Pedagogical University, 2017. 87 p.
7. Ignatiev V.P., Arkhangelskaya E.A. Educational models of the digital economy in higher education in Russia // Modern problems of science and education. 2018. № 5. p. 54.
8. Kaldybaev S.K., Ongarbayeva A.D. Electronic educational resources: role and purpose // International journal of experimental education. 2016. № 11-2. pp. 159-161.
9. Lomov B.F. Methodological and theoretical problems of psychology. M.: Direct-Media, 2008. 848 p.
10. Monakhov V.M. Introduction to the theory of pedagogical technologies. Volgograd: Change Publ., 2006. 318 p.
11. Robert I.V. Theory and methodology of informatization of education (psychological, pedagogical and technological aspects). M.: BINOM. Laboratory of Knowledge, 2014. 398 p.
12. Starichenko B.E. Digitalization of education: illusions and expectations // Teacher education in Russia. 2020. № 3. pp. 49-58.
13. Starichenko B.E., Semenova I.N., Slepukhin A.V. Designing a Master's degree thesis. Yekaterinburg: Ural State Pedagogical University, 2014. 150 p.
14. Khutorskoy A.V. Didactics: textbook for univ. SPb.: Peter, 2017. 720 p.
15. Choshanov M.A. Didactics: a new look at the theory of learning in the digital age // Educational technologies and society. 2013. № 3. pp. 684-696.