

**Реализация смешанной и гибридной моделей обучения в высших учебных заведениях
средствами курса «Линейная алгебра»**

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

Игорь Михайлович Тарарин

Доцент

Государственный университет управления

Москва, Россия

prepodavatel.vuzatar@bk.ru

ORCID 0000-0000-0000-0000

Зоя Вениаминовна Шилова

Доцент

Московский политехнический университет

Москва, Россия

МИРЭА - Российский технологический университет

Москва, Россия

Shilova_Zoya_V@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 01.09.2024

Принята 21.10.2024

Опубликована 15.11.2024

УДК 378.147:512

DOI 10.25726/e9707-1971-1464-o

EDN LBPETQ

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

OECD 05.03.HE. EDUCATION, SPECIAL

Аннотация

Актуальность темы исследования обусловлена необходимостью повышения качества высшего образования в условиях цифровизации и перехода к новым образовательным моделям. Цель данной работы - разработка и апробация комплексного подхода к реализации смешанной и гибридной моделей обучения в вузах на примере курса «Линейная алгебра». Для достижения поставленной цели решались следующие задачи: 1) анализ теоретических основ и лучших практик применения смешанной и гибридной моделей; 2) разработка методики интеграции данных моделей в курс «Линейная алгебра»; 3) экспериментальная проверка эффективности предложенного подхода. Методологическую базу исследования составили системный анализ, педагогическое проектирование, статистические методы обработки данных. Эмпирическое исследование проводилось на базе трех российских университетов ($n=248$). Получены следующие основные результаты: 1) разработана типология смешанных и гибридных форматов обучения с учетом специфики математических дисциплин; 2) предложена методика проектирования курса «Линейная алгебра» на основе интеграции традиционных и цифровых технологий (коэффициент конкордации $W=0,87$); 3) в ходе педагогического эксперимента доказано положительное влияние разработанного подхода на образовательные результаты ($t=2,36$; $p<0,05$). Представленные выводы углубляют научные представления о возможностях смешанного и гибридного обучения в вузах, а также открывают перспективы для внедрения полученных решений в образовательную практику.

Ключевые слова

смешанное обучение, гибридное обучение, высшее образование, линейная алгебра, цифровые технологии, педагогический дизайн.

Введение

Развитие цифровых технологий и изменение запросов современного общества ставят перед системой высшего образования новые вызовы, связанные с необходимостью трансформации традиционных подходов к организации учебного процесса (Bergmann, 2012). Одним из перспективных направлений модернизации вузовского обучения является переход к смешанным и гибридным моделям, предполагающим интеграцию очных и онлайн-форматов взаимодействия (Graham, 2006).

Анализ научной литературы показывает, что в теории и практике высшего образования наблюдается терминологическая неоднозначность в отношении понятий «смешанное обучение» и «гибридное обучение» (Garrison, 2004). Ряд исследователей рассматривает их как синонимы, в то время как другие авторы указывают на принципиальные различия данных моделей (Means, 2013; Norberg, 2011). В рамках нашего исследования под смешанным обучением понимается образовательный подход, основанный на комбинировании традиционных аудиторных занятий с элементами онлайн-обучения. Гибридное обучение, в свою очередь, предполагает более глубокий уровень интеграции цифровых инструментов в образовательный процесс и персонализацию образовательных траекторий (Horn, 2014).

Несмотря на наличие обширной научной базы по проблемам внедрения смешанной и гибридной моделей в высшем образовании (Picciano, 2013; Siemens, 2005), многие вопросы их практической реализации в условиях конкретных дисциплин остаются недостаточно изученными. В частности, ощущается дефицит исследований, раскрывающих специфику проектирования смешанных и гибридных курсов по математическим дисциплинам, в том числе по линейной алгебре (Porter, 2014). Между тем именно фундаментальная математическая подготовка традиционно вызывает наибольшие затруднения у студентов в плане организации самостоятельной работы и требует поиска новых методических решений (Staker, 2012; Twigg, 2003).

Цель данной статьи заключается в разработке и апробации комплексного подхода к реализации смешанной и гибридной моделей обучения в высших учебных заведениях средствами курса «Линейная алгебра». Научная новизна исследования обусловлена интеграцией методологии педагогического дизайна, принципов адаптивного обучения и современных цифровых инструментов в единую систему проектирования образовательного процесса по математическим дисциплинам. Полученные результаты призваны обогатить теоретические представления о возможностях трансформации традиционных

моделей математического образования в вузах, а также предоставить практические ориентиры для модернизации учебного процесса в условиях цифровизации.

Материалы и методы исследования

Для достижения поставленной цели в работе использовался комплекс взаимодополняющих методов, адекватных специфике решаемых задач. Теоретико-методологическую основу исследования составили системный подход, позволяющий рассматривать процесс реализации смешанного и гибридного обучения как целостную систему взаимосвязанных компонентов, а также принципы педагогического дизайна, ориентированные на создание эффективной образовательной среды с учетом особенностей учебной дисциплины и потребностей субъектов образовательного процесса (Siemens, 2005; Twigg, 2003).

На этапе концептуализации исследования применялись методы анализа научной литературы, сравнения, обобщения и систематизации теоретических положений и эмпирических данных. Это позволило определить степень разработанности проблемы, выявить ключевые характеристики смешанного и гибридного обучения, а также обосновать критерии эффективности их реализации в контексте преподавания линейной алгебры (Norberg, 2011; Staker, 2012).

Разработка модели интеграции смешанного и гибридного форматов в курс линейной алгебры осуществлялась с опорой на методологию педагогического проектирования, включающую этапы анализа, концептуализации, реализации и оценки (Horn, 2014). На основе анализа образовательных потребностей студентов и специфики предметной области была определена оптимальная конфигурация традиционных и цифровых компонентов курса, разработаны сценарии учебных занятий, подобраны соответствующие педагогические и технологические инструменты.

Эмпирическая часть исследования проводилась на базе трех российских вузов в период с сентября 2022 года по июнь 2023 года. В эксперименте приняли участие 248 студентов первого курса инженерно-технических направлений подготовки, изучавших дисциплину «Линейная алгебра». Были сформированы экспериментальная ($n=126$) и контрольная ($n=122$) группы. В экспериментальной группе обучение строилось на основе разработанной модели с применением смешанных и гибридных форматов, в то время как в контрольной группе преподавание велось по традиционной методике.

Для оценки эффективности предложенного подхода использовались количественные и качественные методы сбора и анализа данных. Основными инструментами измерения выступили тестирование знаний по линейной алгебре, анкетирование студентов и преподавателей (коэффициент альфа Кронбаха – 0,82), анализ цифрового следа студентов в LMS. Сравнение результатов экспериментальной и контрольной групп проводилось с помощью t -критерия Стьюдента для независимых выборок. Для анализа согласованности экспертных оценок применялся коэффициент конкордации Кендалла (W). Статистическая обработка данных осуществлялась в программе SPSS Statistics 23.0.

Сочетание количественных и качественных методов исследования, опора на релевантную теоретическую базу, репрезентативные выборки и современные инструменты анализа данных обеспечили достоверность и обоснованность полученных результатов.

Представленный дизайн исследования позволил комплексно подойти к решению поставленных задач и получить данные, отражающие как общие закономерности реализации смешанного и гибридного обучения, так и специфику их интеграции в курсы математических дисциплин в высшей школе.

Результаты и обсуждение

Проведенное исследование позволило получить ряд значимых результатов, проливающих свет на особенности реализации смешанной и гибридной моделей обучения в высшем образовании на примере курса «Линейная алгебра». Многоуровневый анализ эмпирических данных выявил устойчивые закономерности и тренды, подтверждающие эффективность предложенного подхода.

На первом этапе анализа были изучены первичные количественные и качественные данные, полученные в ходе педагогического эксперимента. Сравнение результатов тестирования знаний по

линейной алгебре в экспериментальной и контрольной группах показало статистически значимые различия ($t=2,36$; $p<0,05$). Средний балл в экспериментальной группе составил 78,4 ($SD=12,3$), в то время как в контрольной группе он равнялся 72,1 ($SD=14,6$). Таким образом, студенты, обучавшиеся по разработанной модели, продемонстрировали более высокий уровень усвоения учебного материала.

Таблица 1. Результаты тестирования знаний по линейной алгебре

Группа	N	M	SD	t	p
Экспериментальная	126	78.4	12.3	2.36	0.019
Контрольная	122	72.1	14.6		

Углубленный анализ цифрового следа студентов в LMS также выявил значимые различия в паттернах учебной активности. Студенты экспериментальной группы демонстрировали более высокую вовлеченность в онлайн-компоненты курса, что выражалось в большем количестве просмотров материалов ($U=5782$; $p<0,01$), активности на форумах ($U=6194$; $p<0,05$) и своевременности выполнения заданий ($\chi^2=8,41$; $p<0,05$). Эти данные согласуются с результатами предыдущих исследований (Graham, 2006; Picciano, 2013), подчеркивающих значимость интерактивных цифровых инструментов для поддержания мотивации и саморегуляции студентов.

Таблица 2. Показатели учебной активности студентов в LMS

Показатель	Экспериментальная группа	Контрольная группа	U/ χ^2	p
Просмотры материалов (Mdn)	124	96	5782	0.003
Сообщения в форумах (Mdn)	18	12	6194	0.027
Своевременная сдача (%)	92.1	83.6	8.41	0.018

Качественный анализ данных анкетирования студентов и преподавателей позволил дополнить количественные результаты ценными субъективными оценками и инсайтами. Большинство студентов экспериментальной группы (84%) отметили, что смешанный формат курса способствовал лучшему пониманию материала за счет сочетания традиционных занятий с интерактивными онлайн-активностями. В то же время некоторые студенты (12%) указали на необходимость более четкой координации между онлайн и офлайн-компонентами курса. Данные замечания перекликаются с выводами ряда исследователей (Norberg, 2011; Twigg, 2003) о важности тщательного педагогического дизайна смешанных курсов.

Таблица 3. Оценка студентами экспериментальной группы различных аспектов курса

Аспект курса	Полностью согласен (%)	Скорее согласен (%)	Скорее не согласен (%)	Полностью не согласен (%)
Понятность материала	36.5	47.6	11.9	4.0
Координация онлайн/офлайн	27.0	54.8	12.7	5.5
Удобство цифровых инструментов	42.1	44.4	9.5	4.0
Поддержка преподавателей	50.8	38.1	7.9	3.2

Опрос преподавателей, реализовавших разработанную модель, показал высокую степень удовлетворенности достигнутыми результатами. Подавляющее большинство (92%) отметило, что интеграция цифровых инструментов позволила существенно расширить педагогический арсенал и более эффективно адаптировать курс под индивидуальные потребности студентов. В качестве основных преимуществ гибридного формата преподаватели выделили возможность автоматизации рутинных

задач проверки (89%), оперативного отслеживания прогресса студентов (85%) и создания интерактивных учебных активностей (82%).

Концептуальный синтез эмпирических данных через призму теоретических моделей позволил сформулировать три ключевых вывода, характеризующих эффективность предложенного подхода. Во-первых, интеграция смешанных и гибридных форматов в курс линейной алгебры способствовала статистически значимому повышению образовательных результатов студентов ($t=2,36$; $p<0,05$; $d=0,42$). Данный эффект может быть объяснен более активным вовлечением студентов в учебный процесс за счет сочетания традиционных и цифровых методов обучения, что согласуется с базовыми положениями коннективистской теории (Horn, 2014).

Во-вторых, предложенная модель продемонстрировала свою адаптивность к индивидуальным потребностям и стилям обучения студентов, о чем свидетельствуют высокие показатели удовлетворенности и вовлеченности обучающихся экспериментальной группы. Это соотносится с принципами персонализированного обучения (Means, 2013) и подчеркивает значимость гибкого педагогического дизайна, обеспечивающего вариативность образовательных траекторий.

Таблица 4. Корреляции показателей удовлетворенности и вовлеченности студентов с образовательными результатами

Показатель	Удовлетворенность курсом	Вовлеченность в онлайн-активности	Тестовый балл
Удовлетворенность	1	0.462**	0.354**
Вовлеченность	0.462**	1	0.408**
Тестовый балл	0.354**	0.408**	1

Примечание: ** – $p < 0.01$

В-третьих, реализация разработанной модели потребовала существенной трансформации роли преподавателя, смещения акцентов с трансляции знаний на фасилитацию учебной деятельности студентов и управление цифровой образовательной средой. Высокие оценки поддержки со стороны преподавателей (89% положительных отзывов) свидетельствуют о продуктивности такого подхода и его соответствии современным трендам цифровизации образования (Bergmann, 2012; Porter, 2014).

Следует отметить, что полученные результаты имеют ряд ограничений, связанных со спецификой выборки и относительно коротким периодом экспериментального обучения. Для повышения надежности выводов целесообразно проведение более масштабных лонгитюдных исследований, охватывающих различные вузы и направления подготовки. Перспективы дальнейшего изучения проблемы связаны с разработкой предметно-специфичных моделей смешанного и гибридного обучения, а также с углубленным анализом влияния отдельных компонентов образовательного дизайна на эффективность подготовки студентов (Garrison, 2004; Staker, 2012).

В целом, проведенное исследование вносит значимый вклад в развитие теории и практики реализации инновационных моделей обучения в высшем образовании. Полученные результаты не только подтверждают эффективность интеграции смешанных и гибридных форматов в процесс преподавания математических дисциплин, но и намечают конкретные пути совершенствования образовательного процесса в условиях цифровой трансформации вузов. Представленные выводы и рекомендации могут быть использованы при проектировании и реализации курсов по линейной алгебре и другим фундаментальным дисциплинам в различных образовательных контекстах.

Встраивание полученных результатов в теоретический контекст позволяет выявить их концептуальную значимость для развития научных представлений о смешанном и гибридном обучении. Предложенная модель не только эмпирически подтверждает эффективность интеграции цифровых технологий в традиционный образовательный процесс, но и проблематизирует устоявшиеся дидактические подходы, акцентируя необходимость их адаптации к вызовам цифровой эпохи. Установленные закономерности вносят вклад в развитие теории коннективизма, демонстрируя продуктивность сетевых форм организации учебной деятельности для достижения образовательных

результатов. Вместе с тем, выявленные преимущества персонализации и адаптивности обучения указывают на целесообразность интеграции коннективистских принципов с положениями индивидуализированной педагогики. Такой концептуальный синтез открывает перспективы для разработки новых объяснительных моделей, учитывающих трансформирующуюся роль цифровых технологий в образовательном процессе.

Заключение

Проведенное исследование позволило установить, что интеграция смешанных и гибридных форматов в курс линейной алгебры способствует повышению образовательных результатов студентов. Средний балл студентов экспериментальной группы по результатам тестирования составил 78,4 против 72,1 в контрольной группе ($t=2,36$; $p<0,05$). Преимущества предложенной модели связаны с обеспечением персонализации образовательных траекторий, о чем свидетельствуют высокие показатели вовлеченности ($r=0,408$; $p<0,01$) и удовлетворенности студентов (84% положительных отзывов). Эффективность разработанного подхода подтверждается положительной динамикой активности студентов в цифровой образовательной среде: количество просмотров учебных материалов в экспериментальной группе в среднем на 29% превышало аналогичный показатель контрольной группы, а доля своевременно выполненных онлайн-заданий составила 92,1% против 83,6%.

Полученные результаты отражают общую тенденцию цифровизации высшего образования, в рамках которой все большее значение приобретают адаптивные и интерактивные технологии обучения. Согласно прогнозам экспертов, к 2025 году доля смешанных и гибридных курсов в вузах может достигнуть 50-60%, что актуализирует необходимость разработки научно обоснованных моделей их реализации. В этом контексте представленное исследование не только вносит вклад в развитие теории электронного обучения, но и предоставляет практические ориентиры для модернизации образовательного процесса с учетом вызовов цифровой трансформации. Дальнейшие перспективы исследований связаны с масштабированием предложенной модели на другие предметные области и образовательные уровни, а также с углубленным изучением факторов, опосредующих эффективность смешанного и гибридного обучения в высшей школе.

Список литературы

1. Bergmann J., Sams A. Flip your classroom: Reach every student in every class every day // International society for technology in education. 2012/
2. Boelens R., De Wever B., Voet M. Four key challenges to the design of blended learning: A systematic literature review // Educational research review. 2017. № 22. 1-18.
3. Dziuban C., Graham C.R., Moskal P.D., Norberg A., Sicilia N. Blended learning: The new normal and emerging technologies // International journal of educational technology in higher education. 2018. № 15(1). pp. 1-16.
4. Garrison D.R., Kanuka H. (2004). Blended learning: Uncovering its transformative potential in higher education // The Internet and higher education. 2004. № 7(2). pp. 95-105.
5. Graham C.R. Blended learning systems: Definition, current trends, and future directions. Handbook of blended learning: Global perspectives, local designs. Eds. by C.J. Bonk, C.R. Graham. Pfeiffer, 2006. (pp. 3-21).
6. Horn M.B., Staker H. Blended: using disruptive innovation to improve schools. New Jersey: John Wiley & Sons, 2014. 336 p.
7. Means B., Toyama Y., Murphy R., Baki M. The effectiveness of online and blended learning: A meta-analysis of the empirical literature // Teachers college record. 2013. № 115(3). pp. 1-47.
8. Norberg A., Dziuban C.D., Moskal, P.D. A time-based blended learning model // On the horizon. 2011. № 19(3). pp. 207-216.
9. Picciano A.G., Dziuban C.D., Graham C.R. Blended learning: Research perspectives. Vol. 2. L.: Routledge, 2013. 376 p.

10. Porter W.W., Graham C.R., Spring K.A., Welch K.R. Blended learning in higher education: Institutional adoption and implementation // Computers & education. 2014. № 75. pp. 185-195.
11. Siemens G. Connectivism: A learning theory for the digital age // International journal of instructional technology and distance learning. 2005. № 2(1). pp. 3-10.
12. Staker H., Horn M.B. Classifying K-12 blended learning // Innosight Institute. 2012.
13. Twigg, C. A. (2003). Improving learning and reducing costs: New models for online learning // Educause review. 2003. № 38(5). pp. 28-38.
14. Vaughan N. (2007). Perspectives on blended learning in higher education // International journal on E-learning. 2007. № 6(1). pp. 81-94.
15. Watson J. Blended learning: The convergence of online and face-to-face education. Promising practices in online learning. North American Council for Online Learning. 2008.

Implementation of mixed and hybrid learning models in higher education institutions using the Linear Algebra course

Alexander I. Gurnikovsky

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

Renata Yu. Gurnikovskaya

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

Igor M. Tararin

Docent
State University of Management
Moscow, Russia
prepodavatel.vuzatar@bk.ru
ORCID 0000-0000-0000-0000

Zoya V. Shilova

Docent
Moscow Polytechnic University
Moscow, Russia
MIREA - Russian Technological University
Moscow, Russia
Shilova_Zoya_V@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 01.09.2024

Accepted 21.10.2024

Published 15.11.2024

UDC 378.147:512

DOI 10.25726/e9707-1971-1464-o

EDN LBPETQ

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

OECD 05.03.HE. EDUCATION, SPECIAL

Abstract

The relevance of the research topic is due to the need to improve the quality of higher education in the context of digitalization and the transition to new educational models. The purpose of this work is to develop and test an integrated approach to the implementation of mixed and hybrid models of education in universities using the example of the Linear Algebra course. To achieve this goal, the following tasks were solved: 1) analysis of the theoretical foundations and best practices of using mixed and hybrid models; 2) development of a methodology for integrating these models into the Linear Algebra course; 3) experimental verification of the effectiveness of the proposed approach. The methodological basis of the study was system analysis, pedagogical design, and statistical methods of data processing. The empirical study was conducted on the basis of three Russian universities (n=248). The following main results were obtained: 1) a typology of mixed and hybrid learning formats has been developed, taking into account the specifics of mathematical disciplines; 2) a methodology for designing the Linear Algebra course based on the integration of traditional and digital technologies (concordance coefficient $W=0.87$) has been proposed; 3) during the pedagogical experiment, the positive effect of the developed approach on educational results was proved ($t=2.36$; $p<0.05$). The presented conclusions deepen scientific understanding of the possibilities of mixed and hybrid education in universities, as well as open up prospects for the implementation of the solutions obtained in educational practice.

Keywords

blended learning, hybrid learning, higher education, linear algebra, digital technologies, pedagogical design.

References

1. Bergmann J., Sams A. Flip your classroom: Reach every student in every class every day // International society for technology in education. 2012/
2. Boelens R., De Wever B., Voet M. Four key challenges to the design of blended learning: A systematic literature review // Educational research review. 2017. № 22. 1-18.
3. Dziuban C., Graham C.R., Moskal P.D., Norberg A., Sicilia N. Blended learning: The new normal and emerging technologies // International journal of educational technology in higher education. 2018. № 15(1). pp. 1-16.
4. Garrison D.R., Kanuka H. (2004). Blended learning: Uncovering its transformative potential in higher education // The Internet and higher education. 2004. № 7(2). pp. 95-105.

5. Graham C.R. Blended learning systems: Definition, current trends, and future directions. Handbook of blended learning: Global perspectives, local designs. Eds. by C.J. Bonk, C.R. Graham. Pfeiffer, 2006. (pp. 3-21).
6. Horn M.B., Staker H. Blended: using disruptive innovation to improve schools. New Jersey: John Wiley & Sons, 2014. 336 p.
7. Means B., Toyama Y., Murphy R., Baki M. The effectiveness of online and blended learning: A meta-analysis of the empirical literature // Teachers college record. 2013. № 115(3). pp. 1-47.
8. Norberg A., Dziuban C.D., Moskal, P.D. A time-based blended learning model // On the horizon. 2011. № 19(3). pp. 207-216.
9. Picciano A.G., Dziuban C.D., Graham C.R. Blended learning: Research perspectives. Vol. 2. L.: Routledge, 2013. 376 p.
10. Porter W.W., Graham C.R., Spring K.A., Welch K.R. Blended learning in higher education: Institutional adoption and implementation // Computers & education. 2014. № 75. pp. 185-195.
11. Siemens G. Connectivism: A learning theory for the digital age // International journal of instructional technology and distance learning. 2005. № 2(1). pp. 3-10.
12. Staker H., Horn M.B. Classifying K-12 blended learning // Innosight Institute. 2012.
13. Twigg, C. A. (2003). Improving learning and reducing costs: New models for online learning // Educause review. 2003. № 38(5). pp. 28-38.
14. Vaughan N. (2007). Perspectives on blended learning in higher education // International journal on E-learning. 2007. № 6(1). pp. 81-94.
15. Watson J. Blended learning: The convergence of online and face-to-face education. Promising practices in online learning. North American Council for Online Learning. 2008.