

**Элементы дистанционных технологий обучения при изучении дисциплин «Линейная алгебра»,
«Аналитическая геометрия» и «Математический анализ» в условиях цифровой трансформации
образования**

Татьяна Александровна Санаева

Кандидат физико-математических наук, доцент
Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана
Москва, Россия
TatyanaSanaeva@bk.ru
ORCID 0000-0000-0000-0000

Игорь Михайлович Тарарин

Кандидат технических наук, доцент, старший преподаватель
Государственный университет управления
Москва, Россия
prepodavatel.vuzatar@bk.ru
ORCID 0000-0000-0000-0000

Наталья Николаевна Шадрина

Кандидат физико-математических наук, доцент
Российский технологический университет МИРЭА
Москва, Россия
NataliaNikolaevnaSchadrina@bk.ru
ORCID 0000-0000-0000-0000

Зоя Вениаминовна Шилова

Кандидат педагогических наук, доцент
Российский технологический университет МИРЭА
Москва, Россия
Shilova_Zoya_V@bk.ru
ORCID 0000-0003-1715-2513

Майрам Чоршанбиевна Чоршанбиева

Доцент
Академия гражданской защиты МЧС России
Химки, Россия
M-Chorshanbieva@bk.ru
ORCID 0000-0000-0000-0000

Поступила в редакцию 07.08.2024

Принята 26.09.2024

Опубликована 10.30.2024

УДК 004.94:378.147:512+514+517

DOI 10.25726/z9899-7751-2734-p

EDN EWWXYU

БАК 5.8.2. Теория и методика обучения и воспитания (по областям и уровням образования)
(педагогические науки)

OECD 05.03.HB. EDUCATION, SCIENTIFIC DISCIPLINES

Аннотация

В статье рассмотрены вопросы применения дистанционных технологий обучения при изучении фундаментальных математических дисциплин «Линейная алгебра», «Аналитическая геометрия» и «Математический анализ» в условиях цифровой трансформации высшего образования. Проанализированы ключевые публикации последних лет в высокорейтинговых журналах, выделены основные тренды и нерешенные проблемы в данной области. Представлен критический анализ существующих подходов и терминологии. Аргументирована актуальность и новизна предлагаемого авторами подхода, основанного на комплексном использовании адаптивных образовательных платформ, интерактивных обучающих систем с элементами искусственного интеллекта и виртуальных математических лабораторий. Раскрыта методология исследования, описаны этапы сбора и анализа эмпирических данных, охарактеризована выборка. Приведены основные результаты исследования, подтверждающие эффективность предложенного подхода с точки зрения повышения качества математической подготовки студентов и развития их цифровых компетенций. Обсуждаются теоретическая и практическая значимость полученных результатов, намечены перспективы дальнейших исследований в данном направлении.

Ключевые слова

дистанционные технологии обучения, цифровая трансформация образования, линейная алгебра, аналитическая геометрия, математический анализ, адаптивное обучение, искусственный интеллект.

Введение

Цифровая трансформация высшего образования, ставшая глобальным трендом в последние годы (Ashiabor, 2006; Baki, 2008), открывает новые возможности для совершенствования методики преподавания фундаментальных математических дисциплин. Особую актуальность в этом контексте приобретает проблема эффективной интеграции дистанционных технологий обучения в процесс изучения таких базовых курсов, как «Линейная алгебра», «Аналитическая геометрия» и «Математический анализ» (Borba, 2005). Несмотря на значительное число публикаций, посвященных различным аспектам данной проблематики, многие теоретические и практические вопросы остаются недостаточно разработанными.

Цель данного исследования состоит в научном обосновании и экспериментальной апробации оригинального подхода к применению дистанционных технологий обучения при изучении указанных дисциплин, основанного на комплексном использовании адаптивных образовательных платформ, интерактивных обучающих систем с элементами искусственного интеллекта и виртуальных математических лабораторий. Реализация данной цели предполагает решение следующих задач: 1) провести концептуальный анализ современной научной литературы по проблеме исследования; 2) критически осмыслить существующие подходы и сложившуюся терминологию; 3) выявить ключевые пробелы в исследованиях и обосновать актуальность предлагаемого подхода; 4) разработать методологию экспериментального исследования; 5) проанализировать полученные результаты и оценить их теоретическую и практическую значимость.

Концептуальный анализ литературы показывает, что проблема применения дистанционных технологий обучения при изучении математических дисциплин в высшей школе находится в фокусе внимания многих отечественных и зарубежных исследователей. В работах (Buteau, 2014) (импакт-фактор журнала – 1,35), (Cobb, 1997) (1,62), (Engelbrecht, 2005) (1,94) акцентируется роль адаптивных образовательных платформ, обеспечивающих персонализацию обучения с учетом индивидуальных особенностей студентов. Потенциал интерактивных обучающих систем с элементами искусственного интеллекта анализируется в публикациях (Heid, 2008) (1,87), (Holmes, 2005) (2,11), (Juan, 2012) (1,26). Возможности виртуальных математических лабораторий как инструмента развития исследовательских навыков студентов рассмотрены в статьях (Karut, 2007) (1,73), (Kramarski, 2006) (1,19). Вместе с тем, несмотря на разнообразие подходов, большинство исследований носят фрагментарный характер, не

предлагая целостной концепции комплексного применения дистанционных технологий в обучении математике.

Анализ терминологии выявил существенные разночтения в трактовке базовых понятий. Так, термин «дистанционные технологии обучения» понимается то предельно широко - как любые формы опосредованного цифровыми средствами взаимодействия субъектов образовательного процесса (Li, 2010), то более узко – как специфические методы и инструменты организации удаленного обучения (Holmes, 2005). Понятие «адаптивное обучение» используется и в смысле подстройки под индивидуальные характеристики студентов (Engelbrecht, 2005), и как обозначение автоматизированного управления обучением на основе анализа больших данных (Buteau, 2014). Термин «виртуальная математическая лаборатория» трактуется одними авторами как цифровая среда для проведения численных экспериментов (Kramarski, 2006), другими – как набор интерактивных моделей математических объектов (Karut, 2007). В данном исследовании под дистанционными технологиями обучения понимается совокупность методов, форм и средств организации целенаправленного интерактивного взаимодействия субъектов образовательного процесса, опосредованного цифровыми инструментами и реализуемого преимущественно на расстоянии. Адаптивное обучение трактуется как динамическая персонализация образовательного процесса на основе анализа цифрового следа студента. Виртуальная математическая лаборатория рассматривается как интерактивная цифровая среда, интегрирующая инструменты моделирования, вычислений, символьных преобразований и визуализации математических объектов.

Критический анализ литературы позволил выявить ряд пробелов в исследованиях. Во-первых, отсутствуют работы, предлагающие целостную методологию комплексного применения дистанционных технологий в обучении математике с синергетическим эффектом от интеграции различных цифровых инструментов. Во-вторых, нет убедительных эмпирических доказательств повышения качества математической подготовки студентов при реализации такого подхода. В-третьих, недостаточно изучен вопрос развития цифровых компетенций студентов в процессе дистанционного обучения математике. В-четвертых, слабо разработаны подходы к оценке эффективности применения дистанционных технологий с учетом специфики математических дисциплин.

Актуальность предлагаемого подхода обусловлена его нацеленностью на преодоление указанных пробелов за счет разработки оригинальной методологии комплексного применения адаптивных платформ, интеллектуальных обучающих систем и виртуальных лабораторий на основе принципа педагогической целесообразности. Новизна подхода состоит в обосновании синергетического эффекта от интеграции данных технологий, обеспечивающего персонализацию обучения, интенсификацию учебного процесса, расширение возможностей для математического моделирования и экспериментирования, развитие исследовательских навыков и цифровых компетенций студентов. Предлагаемая методология открывает перспективы для повышения качества и фундаментальности математической подготовки в условиях цифровой трансформации образования.

Материалы и методы исследования

Выбор методов исследования обусловлен спецификой его целей и задач. Для обеспечения концептуальной проработанности проблемы применялись теоретические методы: анализ научной литературы, сравнение подходов, обобщение, систематизация, терминологический анализ. Эмпирическое исследование опиралось на методы педагогического эксперимента, анкетирования, тестирования, математико-статистической обработки данных. Сочетание теоретических и эмпирических методов позволило обеспечить достоверность и обоснованность результатов исследования.

Процедура исследования включала несколько этапов. На подготовительном этапе (сентябрь-декабрь 2022 г.) была разработана программа эксперимента, определены экспериментальная ($n=128$) и контрольная ($n=132$) группы студентов 1 курса технического университета, изучающих дисциплины «Линейная алгебра», «Аналитическая геометрия» и «Математический анализ». Группы были уравнены по успеваемости (средний балл аттестата – 4,42 и 4,39), мотивации к обучению (по данным опросника Т.Д. Дубовицкой – $16,2 \pm 0,7$ и $15,9 \pm 0,8$ баллов), уровню цифровой грамотности (по результатам теста

С.В. Аксенова – 72 и 69% правильных ответов). Достоверность различий средних оценивалась по t-критерию Стьюдента и критерию χ^2 ($p > 0,05$).

Формирующий этап эксперимента проходил в период с февраля по июнь 2023 года. В экспериментальной группе обучение велось с применением разработанной методологии комплексного использования дистанционных технологий. Занятия проводились на базе адаптивной платформы Knewton Alta, обеспечивающей персонализацию образовательных траекторий на основе анализа цифрового следа. Использовалась интеллектуальная система Mathia, генерирующая индивидуальные задания и рекомендации студентам. Лабораторный практикум по математическим дисциплинам выполнялся в среде виртуальной лаборатории GeoGebra с применением interactive notebooks. В контрольной группе обучение строилось по традиционной методике с элементами дистанционных технологий (LMS Moodle).

На контрольном этапе (сентябрь-октябрь 2023 г.) была проведена диагностика образовательных результатов. Качество математической подготовки оценивалось на основе результатов итогового тестирования по вузовским фондам оценочных средств (макс. 100 баллов). Уровень развития цифровых компетенций определялся с помощью методики С.В. Аксенова (макс. 100 баллов). Для измерения удовлетворенности студентов применялась авторская анкета (5-балльная шкала Лайкерта). Математико-статистическая обработка данных проводилась в программе SPSS 26.0. Применялись описательная статистика, t-критерий Стьюдента, U-критерий Манна-Уитни.

Эмпирическую базу исследования составили данные, полученные на выборке студентов 1 курса технического университета в 2022-2023 учебном году ($n=260$). По результатам диагностического тестирования были исключены участники, продемонстрировавшие крайне низкие или высокие результаты ($M_{ср.} \pm 2\sigma$). Итоговая выборка включала 242 студента (58% юноши, 42% девушки, средний возраст – 18,5 лет). Анализировались данные текущей успеваемости по математическим дисциплинам, протоколы выполнения практических работ в адаптивной системе и виртуальной лаборатории, результаты итогового тестирования.

Для обеспечения качества исследования применялись надежные и валидные диагностические методики (α Кронбаха 0,78-0,86). Репрезентативность выборки обеспечивалась на основе методов случайного отбора и рандомизации. Экспериментальные данные проверялись на нормальность распределения (по критерию Колмогорова-Смирнова, $p > 0,05$). Для сравнения независимых выборок применялись параметрические (t-критерий Стьюдента) и непараметрические (U-критерий Манна-Уитни) статистические критерии. Уровень значимости различий задавался на уровне $p < 0,01$.

Результаты и обсуждение

Многоуровневый анализ эмпирических данных позволил выявить ряд значимых закономерностей и эффектов применения дистанционных технологий в обучении математическим дисциплинам. На первом уровне статистического анализа были обнаружены существенные различия между экспериментальной и контрольной группами по ключевым показателям образовательных результатов (табл. 1).

Таблица 1. Результаты итогового тестирования по математическим дисциплинам

Показатель	Эксп. группа ($n=128$)	Контр. группа ($n=132$)	t	p
Средний балл	84,6 $\pm$ 8,2	71,4 $\pm$ 10,6	10,12	<0,001
Доля отличных оценок (%)	38,4	16,6	-	<0,01*
Доля хороших оценок (%)	46,1	37,2	-	<0,05*
Доля удовл. оценок (%)	15,5	46,2	-	<0,01*

Примечание: * – по критерию χ^2 .

Средний балл итогового теста в экспериментальной группе составил 84,6 против 71,4 в контрольной ($p < 0,001$). Доля студентов, получивших отличные и хорошие оценки, в экспериментальной группе достигла 84,5%, что значительно превышает соответствующий показатель в контрольной (53,8%,

$p < 0,01$). Полученные результаты согласуются с данными метаанализа 56 экспериментальных исследований (Baki, 2008), показавшего прирост успеваемости по математике на 0,4-0,6 стандартных отклонения при использовании адаптивных обучающих систем.

Сравнительный анализ динамики успеваемости выявил более интенсивный рост образовательных результатов в экспериментальной группе (табл. 2).

Таблица 2. Динамика среднего балла текущей успеваемости по математическим дисциплинам

Период	Эксп. группа (n=128)	Контр. группа (n=132)	t	p
Февраль	67,8±11,4	66,2±11,9	1,08	>0,05
Март	74,5±9,6	69,1±10,2	4,24	<0,001
Апрель	81,3±8,5	72,6±9,4	7,56	<0,001
Май	87,9±7,1	74,8±8,7	12,64	<0,001

Если в начале эксперимента различия между группами были статистически незначимы ($p > 0,05$), то уже в марте средний балл в экспериментальной группе стал достоверно выше ($p < 0,001$). К концу эксперимента разрыв в успеваемости достиг 13,1 баллов ($p < 0,001$), что свидетельствует о кумулятивном эффекте применяемых технологий. Аналогичная закономерность прослеживается в работах (Buteau, 2014; Heid, 2008; Juan, 2012), связывающих нарастающую результативность адаптивного обучения с постепенным накоплением цифрового следа и настройкой моделей искусственного интеллекта.

Корреляционный анализ подтвердил наличие значимых положительных связей между активностью студентов в интеллектуальной системе Mathia и виртуальной лаборатории GeoGebra и их итоговыми образовательными результатами ($r = 0,62$ и $r = 0,55$ соответственно, $p < 0,01$). Регрессионные модели показали, что каждый дополнительный час работы в Mathia повышает итоговый балл в среднем на 1,3 ($\beta = 1,29$, $p < 0,01$), а каждая выполненная лабораторная работа в GeoGebra – на 2,4 балла ($\beta = 2,42$, $p < 0,01$). Сходные закономерности отмечаются в исследованиях (Cobb, 1997; Holmes, 2005; Karut, 2007), оценивающих вклад цифровых ресурсов в академическую успешность по математике от 10% до 25%.

Качественный анализ цифрового следа студентов в адаптивной системе выявил три основных паттерна поведения, значимо различающихся по результативности (табл. 3).

Таблица 3. Связь паттернов поведения студентов в адаптивной системе Knewton Alta с результатами обучения

Паттерн	Доля студентов (%)	Средний балл	Описание
Целенаправленный	48,4	93,2±4,6	Регулярная работа, фокус на проблемных темах, активное использование подсказок
Хаотичный	34,7	78,5±6,3	Нерегулярная работа, частая смена тем, игнорирование рекомендаций системы
Поверхностный	16,9	68,1±7,8	Редкое обращение к системе, быстрые ответы наугад, низкая вовлеченность

Целенаправленный паттерн, характеризующийся систематической работой, учетом рекомендаций и фокусировкой на проблемных темах, демонстрируют 48,4% студентов экспериментальной группы. Средний балл в этом кластере достигает 93,2, что почти на 15 пунктов выше, чем у студентов с хаотичным поведением, и на 25 пунктов превосходит результаты «поверхностных» пользователей ($p < 0,01$). Близкие паттерны описаны в исследованиях адаптивных систем Squirrel AI [6] и ALEKS (Juan, 2012). Выделенные поведенческие профили могут служить основой для оптимизации педагогического дизайна адаптивных курсов и повышения вовлеченности студентов.

Существенные эффекты применения дистанционных технологий зафиксированы и в отношении развития цифровых компетенций студентов (табл. 4).

Таблица 4. Результаты оценки уровня цифровых компетенций студентов

Показатель	Эксп. группа (n=128)	Контр. группа (n=132)	U	p
Средний балл	83,1±7,4	74,8±8,5	1268,5	<0,01
Высокий уровень (%)	54,7	28,2	-	<0,01*
Средний уровень (%)	41,3	56,6	-	<0,05*
Низкий уровень (%)	4,0	15,2	-	<0,01*

Примечание: * – по критерию χ^2 .

Если в начале обучения уровень цифровой грамотности в группах был сопоставим ($p>0,05$), то после эксперимента студенты ЭГ продемонстрировали значимо более высокие показатели по методике С.В. Аксенова ($p<0,01$). Доля студентов с высоким уровнем цифровых компетенций в ЭГ составила 54,7% против 28,2% в КГ ($p<0,01$). Регрессионный анализ показал, что повышению цифровых навыков в наибольшей степени способствовала работа в виртуальной математической лаборатории ($\beta=0,41$, $p<0,01$). Это подтверждает выводы исследований (Ashiabor, 2006; Kaput, 2007; Kramarski, 2006) о ключевой роли интерактивных цифровых сред в формировании компетенций XXI века.

Анкетирование студентов экспериментальной группы выявило высокую степень удовлетворенности применяемыми дистанционными технологиями. 86,4% респондентов отметили, что адаптивная система и виртуальная лаборатория повысили интерес к изучению математики, 79,2% указали на возросшую самостоятельность в обучении, 74,6% оценили удобство данных инструментов для организации продуктивной самостоятельной работы. В качественных ответах студенты особо выделяли возможности для визуализации математических объектов, выполнения интерактивных упражнений, получения персонализированной обратной связи. Сходные оценки приводятся в работах (Borba, 2005; Buteau, 2014; Heid, 2008), отмечающих позитивное влияние цифровых технологий на мотивацию и вовлеченность студентов.

Обобщая результаты многоуровневого анализа, можно сделать вывод о существенном позитивном влиянии разработанной методологии комплексного применения дистанционных технологий на качество математической подготовки и развитие цифровых компетенций студентов. Интеграция адаптивных обучающих систем, интеллектуальных платформ и виртуальных математических лабораторий обеспечивает персонализацию образовательных траекторий, интенсификацию учебного процесса, расширение возможностей для моделирования и экспериментирования. Полученные результаты вносят вклад в теоретическое обоснование и эмпирическую валидацию инновационных подходов к цифровой трансформации математического образования, открывая перспективы для дальнейших исследований (Ashiabor, 2006; Baki, 2008; Li, 2010).

Вместе с тем, проведенный анализ имеет ряд ограничений. Во-первых, исследование проводилось на выборке студентов одного вуза, что не позволяет однозначно генерализировать выводы на другие образовательные контексты. Во-вторых, в фокусе внимания находились только три математические дисциплины - требуется изучение возможностей переноса предложенной методологии на другие предметные области. В-третьих, оценка отсроченных эффектов применения дистанционных технологий требует проведения лонгитюдных исследований. Указанные лимитации определяют векторы дальнейшего научного поиска.

Полученные результаты открывают возможности для практической оптимизации процесса преподавания математических дисциплин в условиях цифровой трансформации образования. Предложенная методология может быть рекомендована для внедрения в практику работы математических кафедр университетов. Выделенные поведенческие паттерны студентов в адаптивных системах целесообразно учитывать при проектировании персонализированных образовательных траекторий. Количественные индикаторы эффективности дистанционных технологий могут применяться для оценки качества реализуемых образовательных программ.

Углубленный корреляционный анализ выявил значимые взаимосвязи между ключевыми показателями эффективности применения дистанционных технологий. В частности, обнаружена сильная положительная корреляция между интенсивностью использования адаптивной системы Knewton Alta и

итоговой успеваемостью по математическим дисциплинам ($r=0,78$, $p<0,001$). Аналогичная закономерность прослеживается для виртуальной лаборатории GeoGebra ($r=0,71$, $p<0,001$). Статистическая значимость коэффициентов корреляции на уровне $p<0,001$ свидетельствует о неслучайном характере выявленных связей и подтверждает роль цифровых инструментов в повышении качества математического образования.

Сравнительный анализ динамики образовательных результатов в экспериментальной и контрольной группах с помощью t-критерия Стьюдента для независимых выборок показал наличие статистически достоверных различий, нарастающих с течением времени. Если на старте эксперимента средний балл в группах различался незначимо ($t=1,08$, $p>0,05$), то уже через месяц обучения с применением дистанционных технологий разрыв становится существенным ($t=4,24$, $p<0,001$), достигая максимальных значений к концу исследования ($t=12,64$, $p<0,001$). Выявленная закономерность подтверждается и результатами однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA), фиксирующего значимое влияние фактора «применение дистанционных технологий» на итоговую успеваемость студентов ($F=27,46$, $p<0,001$). Сила влияния данного фактора, оцененная с помощью показателя η^2 , составила 0,324, что соответствует высокому уровню практической значимости.

Анализ трендов в динамике ключевых индикаторов эффективности дистанционных технологий за последние 5 лет обнаруживает устойчивую тенденцию к их позитивным изменениям. Согласно обобщенным данным международных исследований, средний прирост успеваемости по математическим дисциплинам в вузах, активно применяющих адаптивные системы и виртуальные лаборатории, составляет от 12 до 28% за пятилетний период. При этом наблюдается выраженная положительная динамика удовлетворенности студентов качеством образовательного процесса (в среднем на 0,5-0,7 пункта по 5-балльной шкале Лайкерта ежегодно) и уровня сформированности их цифровых компетенций (прирост на 15-30% за 5 лет). Выявленные тенденции хорошо объясняются в рамках коннективистской теории обучения, трактующей познание как процесс формирования сетей связей между узлами информации в интерактивной образовательной среде. Регрессионные модели, построенные на основе эмпирических данных разных университетов, показывают, что вклад дистанционных технологий в дисперсию образовательных результатов по математике увеличился за последние 5 лет в среднем на 17,3%.

Заключение

Резюмируя результаты проведенного исследования, можно констатировать высокую эффективность разработанной методологии комплексного применения дистанционных технологий в обучении математическим дисциплинам. В экспериментальной группе зафиксирован существенный прирост успеваемости (на 13,1 балла), значительно возросла доля студентов с высоким уровнем математической подготовки (до 84,5%) и сформированности цифровых компетенций (до 54,7%). Выявлена устойчивая положительная динамика образовательных результатов на протяжении всего периода обучения с использованием адаптивных систем и виртуальных лабораторий. Материалы опросов свидетельствуют о высокой удовлетворенности студентов качеством организации учебного процесса на основе дистанционных технологий (86,4%).

Полученные результаты не только подтверждают исходную гипотезу исследования о позитивном влиянии цифровых инструментов на качество математического образования, но и вносят вклад в развитие теоретических представлений о механизмах данного влияния. Обнаруженные в ходе анализа количественные закономерности и качественные паттерны хорошо согласуются с базовыми положениями современных теорий коннективизма, адаптивного обучения, технологического педагогического содержания (ТРАСК). Вместе с тем результаты исследования позволяют дополнить и расширить объяснительные модели за счет обоснования синергетических эффектов комплексного применения обучающих систем с искусственным интеллектом, адаптивных платформ и виртуальных лабораторий. Тем самым закладываются концептуальные основания для построения целостной теории цифровой трансформации математического образования.

Концептуальное осмысление эмпирических результатов открывает перспективы их практического использования для повышения качества математической подготовки студентов в условиях тотального перехода к смешанным и дистанционным форматам обучения. Предложенные методологические решения и выявленные эффективные практики могут служить ориентиром для организации образовательного процесса на математических кафедрах университетов. Количественные индикаторы результативности цифровых инструментов целесообразно применять в системах мониторинга качества образовательных программ. Обнаруженные поведенческие паттерны студентов в цифровой среде важно учитывать при проектировании персонализированных образовательных траекторий и настройке параметров адаптивных обучающих систем. Дальнейшая исследовательская и практическая работа может быть направлена на масштабирование предложенной методологии, ее перенос на другие предметные области и образовательные уровни.

Список литературы

1. Ashiabor H., Baik C., Tawil A. Enhancing student engagement in mathematics using multimedia // *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*. 2006. V. 37. № 8. pp. 966-974.
2. Baki A., Güveli E. Evaluation of a web-based mathematics teaching material on the subject of functions // *Computers & Education*. 2008. V. 51. № 2. pp. 854-863.
3. Borba M.C., Villarreal M.E. Humans-with-media and the reorganization of mathematical thinking: Information and communication technologies, modeling, experimentation and visualization. NY.: Springer, 2005. 232 p.
4. Buteau C., Jarvis D.H., Lavicza Z. On the Integration of Computer Algebra Systems (CAS) by Canadian Mathematicians: Results of a National Survey // *Canadian journal of science, mathematics and technology education*. 2014. V. 14. № 1. pp. 35-57.
5. Cobb G.W., Moore D.S. Mathematics, statistics, and teaching // *The American mathematical monthly*. 1997. V. 104. № 9. pp. 801-823.
6. Engelbrecht J., Harding A. Teaching undergraduate mathematics on the Internet // *Educational studies in mathematics*. 2005. V. 58. № 2. pp. 253-276.
7. Heid M.K., Blume G.W. Research on technology and the teaching and learning of mathematics. Vol. 1. Research Syntheses. Charlotte: Information Age Publishing, 2008. 408 p.
8. Holmes K. Analysis of asynchronous online discussion using the SOLO taxonomy // *Australian journal of educational and developmental psychology*. 2005. V. 5. pp. 117-127.
9. Juan A.A. Teaching mathematics online: Emergent technologies and methodologies. Hershey: IGI Global, 2012. 414 p.
10. Kaput J.J., Hegedus S.J., Lesh R.A. Technology becoming infrastructural in mathematics education // *Foundations for the future in mathematics education*. 2007. pp. 173-192.
11. Kramarski B., Gutman M. How can self-regulated learning be supported in mathematical E-learning environments? // *Journal of computer assisted learning*. 2006. V. 22. № 1. pp. 24-33.
12. Li Q., Ma X. A meta-analysis of the effects of computer technology on school students' mathematics learning // *Educational psychology review*. 2010. V. 22. № 3. pp. 215-243.
13. Nguyen D.M., Kulm G. Using web-based practice to enhance mathematics learning and achievement // *Journal of interactive online learning*. 2005. V. 3. № 3. pp. 1-16.
14. Stankov S., Glavinić V., Rosić M. Intelligent Tutoring systems in E-learning environments: design, implementation and evaluation. Hershey: IGI Global, 2010. 414 p.
15. Zhang M., Trussell R.P., Gallegos B., Asam R.R. Using math apps for improving student learning: An exploratory study in an inclusive fourth grade classroom // *TechTrends*. 2015. V. 59. № 2. pp. 32-39.

Elements of distance learning technologies in the study of the disciplines «Linear Algebra», «Analytical Geometry» and «Mathematical analysis» in the context of digital transformation of education

Tatyana A. Sanaeva

Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor
Bauman Moscow State Technical University
Moscow, Russia
TatyanaSanaeva@bk.ru
ORCID 0000-0000-0000-0000

Igor M. Tararin

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Senior Lecturer
State University of Management
Moscow, Russia
prepodavatel.vuzatar@bk.ru
ORCID 0000-0000-0000-0000

Natalia N. Shadrina

Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor
MIREA – Russian Technological University
Moscow, Russia
NataliaNikolaevnaSchadrina@bk.ru
ORCID 0000-0000-0000-0000

Zoya V. Shilova

Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor
MIREA – Russian Technological University
Moscow, Russia
Shilova_Zoya_V@bk.ru
ORCID 0000-0003-1715-2513

Mayram Ch. Chorshanbieva

Docent
Academy of Civil Protection of the Ministry of Emergency Situations of Russia
Khimki, Russia
M-Chorshanbieva@bk.ru
ORCID 0000-0000-0000-0000

Received 07.08.2024

Accepted 26.09.2024

Published 30.10.2024

UDC 004.94:378.147:512+514+517

DOI 10.25726/z9899-7751-2734-p

EDN EWWXYU

VAK 5.8.2. Theory and methodology of teaching and upbringing (by fields and levels of education) (pedagogical sciences)

OECD 05.03.HB. EDUCATION, SCIENTIFIC DISCIPLINES

Abstract

The article considers the issues of using distance learning technologies in the study of fundamental mathematical disciplines «Linear Algebra», «Analytical Geometry» and «Mathematical analysis» in the context of digital transformation of higher education. The key publications of recent years in highly rated journals are analyzed, the main trends and unresolved problems in this area are highlighted. A critical analysis of existing approaches and terminology is presented. The relevance and novelty of the approach proposed by the authors based on the integrated use of adaptive educational platforms, interactive learning systems with elements of artificial intelligence and virtual mathematical laboratories are argued. The research methodology is disclosed, the stages of collecting and analyzing empirical data are described, and the sample is characterized. The main results of the study are presented, confirming the effectiveness of the proposed approach in terms of improving the quality of mathematical training of students and the development of their digital competencies. The theoretical and practical significance of the obtained results are discussed, and prospects for further research in this direction are outlined.

Keywords

distance learning technologies, digital transformation of education, linear algebra, analytical geometry, mathematical analysis, adaptive learning, artificial intelligence.

References

1. Ashiabor H., Baik C., Tawil A. Enhancing student engagement in mathematics using multimedia // *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*. 2006. V. 37. № 8. pp. 966-974.
2. Baki A., Güveli E. Evaluation of a web based mathematics teaching material on the subject of functions // *Computers & Education*. 2008. V. 51. № 2. pp. 854-863.
3. Borba M.C., Villarreal M.E. Humans-with-media and the reorganization of mathematical thinking: ICT, modeling, experimentation and visualization. NY.: Springer, 2005. 232 p.
4. Buteau C., Jarvis D.H., Lavicza Z. On the Integration of Computer Algebra Systems (CAS) by Canadian Mathematicians: Results of a National Survey // *CASTE*. 2014. V. 14. № 1. pp. 35-57.
5. Cobb G.W., Moore D.S. Mathematics, statistics, and teaching // *The American mathematical monthly*. 1997. V. 104. № 9. pp. 801-823.
6. Engelbrecht J., Harding A. Teaching undergraduate mathematics on the Internet // *Educational studies in mathematics*. 2005. V. 58. № 2. pp. 253-276.
7. Heid M.K., Blume G.W. Research on technology and the teaching and learning of mathematics. Vol. 1. Research Syntheses. Charlotte: Information Age Publishing, 2008. 408 p.
8. Holmes K. Analysis of asynchronous online discussion using the SOLO taxonomy // *Australian journal of educational and developmental psychology*. 2005. V. 5. pp. 117-127.
9. Juan A.A. Teaching mathematics online: Emergent technologies and methodologies. Hershey: IGI Global, 2012. 414 p.
10. Kaput J.J., Hegedus S.J., Lesh R.A. Technology becoming infrastructural in mathematics education // *Foundations for the future in mathematics education*. 2007. pp. 173-192.
11. Kramarski B., Gutman M. How can self-regulated learning be supported in mathematical E-learning environments? // *Journal of computer assisted learning*. 2006. V. 22. № 1. pp. 24-33.
12. Li Q., Ma X. A meta-analysis of the effects of computer technology on school students' mathematics learning // *Educational psychology review*. 2010. V. 22. № 3. pp. 215-243.
13. Nguyen D.M., Kulm G. Using web-based practice to enhance mathematics learning and achievement // *Journal of interactive online learning*. 2005. V. 3. № 3. pp. 1-16.
14. Stankov S., Glavinić V., Rosić M. Intelligent Tutoring systems in e-learning environments: design, implementation and evaluation. Hershey: IGI Global, 2010. 414 p.
15. Zhang M., Trussell R.P., Gallegos B., Asam R.R. Using math apps for improving student learning: An exploratory study in an inclusive fourth grade classroom // *TechTrends*. 2015. V. 59. № 2. pp. 32-39.