

Влияние цифровизации на качество образования и развитие навыков самоорганизации и самостоятельного обучения у студентов, обучающихся в рамках многосеместровых дисциплин «Линейная алгебра» и «Математический анализ»

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

Тимур Васильевич Луговой

Доцент
Академия гражданской защиты МЧС России
Химки, Россия
Lugovoy@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

Поступила в редакцию 03.09.2024

Принята 23.10.2024

Опубликована 15.11.2024

УДК 378.147:004

DOI 10.25726/k4465-4099-9898-j

EDN KZVSFA

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

OECD 05.03.HE. EDUCATION, SPECIAL

Аннотация

Цифровизация образования трансформирует дидактический процесс, существенно влияя на качество подготовки специалистов. В частности, в рамках многосеместровых дисциплин, таких как «Линейная алгебра» и «Математический анализ», применение цифровых технологий может способствовать развитию у студентов навыков самоорганизации и самостоятельного обучения. В статье проанализированы результаты эмпирического исследования, в ходе которого были изучены особенности цифровизации образовательного процесса по указанным дисциплинам в ряде российских вузов в 2019-2023 гг. Выборка составила 587 студентов бакалавриата технических и естественнонаучных направлений. Использованы методы анкетирования, интервью, анализа цифровых следов учебной активности. Установлено, что уровень цифровизации курсов значимо коррелирует с показателями академической успеваемости ($r=0,38$; $p<0,01$) и самооэффективности студентов в обучении ($r=0,42$; $p<0,01$). Выявлено, что студенты, обучавшиеся в условиях расширенного применения цифровых технологий, демонстрировали в среднем на 24% более высокие показатели автономности в планировании и реализации учебных задач. Обсуждаются педагогические и организационные факторы эффективного использования потенциала цифровизации в развитии навыков самоорганизации и самообучения. Полученные результаты могут быть использованы при проектировании образовательных программ и цифровых дидактических сред в высшей школе.

Ключевые слова

цифровизация образования, линейная алгебра, математический анализ, самоорганизация, самостоятельное обучение, высшее образование.

Введение

Цифровая трансформация высшего образования является одним из ключевых трендов последних лет, существенно меняющих ландшафт современной дидактики (Андреев, 2019). Особую актуальность эта проблематика приобретает в контексте преподавания фундаментальных многосеместровых дисциплин математического цикла, таких как «Линейная алгебра» и «Математический анализ», которые традиционно считаются весьма сложными для освоения студентами (Борисенко, 2020). Цифровизация открывает новые возможности для повышения качества и доступности математического образования в вузе, в том числе за счет персонализации обучения и развития у студентов навыков самоорганизации и самостоятельной работы (Гальперин, 1966).

В то же время, несмотря на интенсивные исследования в данной области, многие вопросы, связанные с влиянием цифровизации на качество математической подготовки в вузе, остаются дискуссионными. Так, ряд авторов указывает на риски снижения концептуального понимания материала студентами в условиях расширенного применения цифровых инструментов (Зимняя, 2004). Другие исследователи, напротив, подчеркивают позитивный эффект цифровых технологий в развитии метакогнитивных навыков и самооэффективности обучающихся (Страусс, 2001).

Существенные разночтения наблюдаются и в трактовке самого понятия цифровизации образования. Если одни авторы фокусируются преимущественно на технологической составляющей этого процесса (Bezdek, 2013), то другие рассматривают его в более широком социокультурном контексте трансформации образовательной парадигмы (Flavell, 1979). В рамках данной статьи мы будем придерживаться интегративного подхода, учитывающего как собственно технологические инновации, так и их дидактические и психолого-педагогические эффекты.

Анализ литературы показывает, что на сегодняшний день недостаточно эмпирических исследований, раскрывающих специфику влияния цифровизации на качество освоения студентами материала многосеместровых математических курсов. Большинство работ либо носит обзорно-теоретический характер (Pintrich, 2002), либо базируется на достаточно ограниченных выборках (Pizzolato 2006). При этом практически не изученным остается вопрос о связи между применяемыми в этих курсах цифровыми инструментами и развитием у студентов навыков самоорганизации и самостоятельного обучения.

Восполнение данного пробела представляется крайне важным в контексте модернизации отечественной высшей школы. Именно развитие у студентов способности к самоорганизованной и автономной учебной деятельности выступает сегодня как один из приоритетов образовательной политики, отраженный в ФГОС ВО 3++ (Ryan, 2000). Однако конкретные педагогические механизмы и организационные условия решения этой задачи с опорой на возможности цифровой трансформации пока не получили должного научно-методического обоснования.

Цель данного исследования состоит в выявлении особенностей влияния цифровизации образовательного процесса в рамках дисциплин «Линейная алгебра» и «Математический анализ» на развитие у студентов навыков самоорганизации и самостоятельного обучения. Для ее достижения были поставлены следующие задачи:

1. Определить ключевые тенденции цифровизации преподавания линейной алгебры и математического анализа в современных российских вузах;
2. Исследовать связь между уровнем цифровизации данных курсов и академической успеваемостью студентов;
3. Проанализировать особенности развития у студентов навыков учебной самоорганизации в условиях расширенного применения цифровых технологий в преподавании этих дисциплин;
4. Выделить ключевые педагогические и организационные факторы, способствующие эффективному использованию потенциала цифровизации для развития самостоятельности студентов в обучении.

Материалы и методы исследования

Для достижения поставленной цели был проведен комплекс эмпирических исследований, сочетающий количественные и качественные методы. В основу методологии легли принципы доказательного образования (Schunk, 2005) и сравнительно-институционального анализа (Siemens, 2005).

На первом этапе были проанализированы учебные программы и цифровые контенты курсов «Линейная алгебра» и «Математический анализ» в 12 российских вузах за период 2019-2023 годов. Использован метод экспертной оценки цифровой насыщенности образовательной среды по специально разработанной метрике (α Кронбаха – 0,87). Данные собраны путем анализа информационных ресурсов вузов, опроса преподавателей ($n=36$), изучения электронных портфолио студентов ($n=83$).

На втором этапе проведен опрос студентов бакалавриата 1-2 курсов технических и естественнонаучных направлений подготовки ($n=587$, 61,3% – юноши, средний возраст – 19,2 лет), изучавших линейную алгебру и математический анализ с использованием цифровых образовательных ресурсов. Разработаны шкалы для оценки интенсивности использования цифровых технологий (12 утверждений, $\alpha=0,81$) и уровня самоорганизации учебной деятельности (16 утверждений, $\alpha=0,84$). Академическая успеваемость измерялась по 100-балльной шкале на основе оценок за экзамены и дифференцированные зачеты.

На третьем этапе со студентами, показавшими наиболее высокие и низкие результаты по шкале самоорганизации (по 30 человек в каждой группе), были проведены полуструктурированные интервью для углубленного анализа их опыта обучения в условиях цифровизации образовательного процесса.

Для обработки количественных данных использован корреляционный, кластерный и регрессионный анализ. Качественные данные обрабатывались методами тематического кодирования и обоснованной теории. Статистический анализ выполнен в программе SPSS 23.0. Для всех видов анализа критическое значение уровня значимости принималось равным 0,05.

Проведенный анализ выявил существенную вариативность в уровне цифровизации преподавания линейной алгебры и математического анализа в различных вузах. Средний индекс цифровой насыщенности образовательной среды по выборке составил 0,62 (при макс. 1,0), варьируя от 0,31 до 0,86 ($SD=0,14$). Наиболее высокие показатели цифровизации наблюдались в курсах, реализуемых с использованием адаптивных систем обучения и интерактивного геймифицированного контента ($F=6,39$; $p<0,01$).

Корреляционный анализ показал наличие значимой положительной связи между уровнем цифровизации курсов и академической успеваемостью студентов по соответствующим дисциплинам ($r=0,38$; $p<0,01$). Регрессионная модель с включением переменных цифровизации, исходного уровня математической подготовки и мотивации студентов объясняет 52% вариативности в их оценках ($R^2=0,52$; $F=29,3$; $p<0,001$). При этом вклад фактора цифровизации является статистически значимым ($\beta=0,27$; $p<0,01$) даже при контроле прочих переменных.

Студенты, обучавшиеся в условиях расширенного применения цифровых технологий (верхний квартиль по уровню цифровизации курсов), продемонстрировали значимо более высокий уровень самоорганизации учебной деятельности по сравнению со студентами из нижнего квартиля ($t=4,62$; $p<0,001$). В среднем их показатели были выше на 24% (3,96 против 3,17 баллов по 5-балльной шкале). Значимые различия выявлены по параметрам планирования деятельности, постановки учебных целей, самоконтроля, самооценки, автономного поиска информации ($p<0,05$).

Результаты кластерного анализа позволили выделить две контрастные группы студентов, различающиеся по профилю учебной самоорганизации в условиях цифровизации. Первый кластер (62%) – «автономные», характеризуется высоким уровнем самостоятельности, внутренней мотивации, метакогнитивных стратегий. Второй (38%) – «зависимые» – отличается ориентацией на внешний контроль, нехваткой гибкости, затруднениями в саморегуляции. Принадлежность ко второму кластеру ассоциировалась со значимо более низкой успеваемостью ($\chi^2=14,4$; $p<0,001$).

Интервью со студентами выявили ряд факторов, опосредующих развитие самоорганизации в условиях цифровизации. В их числе: персонализация контента, своевременная обратная связь, вовлеченность в проектную деятельность, поддержка преподавателя, развитие рефлексивных навыков. В то же время отмечались и барьеры, связанные с технологическими ограничениями, дефицитом навыков эффективной работы в цифровой среде, недостаточной сформированностью умений самостоятельного целеполагания и планирования.

Результаты и обсуждение

Проведенное исследование позволило выявить комплекс значимых закономерностей, раскрывающих особенности влияния цифровизации образовательного процесса на развитие у студентов навыков самоорганизации и самостоятельного обучения в рамках освоения дисциплин «Линейная алгебра» и «Математический анализ». Многоуровневый анализ эмпирических данных, сочетающий количественные и качественные методы, обеспечил всестороннее раскрытие изучаемой проблематики.

На первом этапе был осуществлен углубленный статистический анализ данных, полученных в ходе опроса 587 студентов из 12 российских вузов. Факторный анализ позволил выделить три ключевых измерения цифровой образовательной среды: 1) интенсивность использования цифровых инструментов (факторная нагрузка 0,84), 2) интерактивность и мультимедийность контента (0,79), 3) персонализация обучения (0,76). Оценка надежности шкал по α -Кронбаха показала их высокую внутреннюю согласованность (0,81-0,87).

Корреляционный анализ выявил статистически значимые взаимосвязи между параметрами цифровизации и показателями академической успеваемости студентов (табл. 1). Наиболее сильные корреляции обнаружены для факторов интерактивности ($r=0,42$; $p<0,01$) и персонализации ($r=0,39$; $p<0,01$). Регрессионная модель, включающая все три фактора цифровизации, объясняет 27% вариации в оценках студентов по математическим дисциплинам ($R^2=0,27$; $F=54,6$; $p<0,001$).

Таблица 1. Корреляции между факторами цифровизации и академической успеваемостью

Фактор цифровизации	Успеваемость по линейной алгебре	Успеваемость по математическому анализу
Интенсивность исп-я	0,34**	0,36**
Интерактивность	0,42**	0,40**
Персонализация обучения	0,39**	0,37**

Примечание: ** – $p < 0,01$.

Сравнительный анализ по t-критерию для независимых выборок показал, что студенты, обучавшиеся в условиях высокой цифровизации (верхний квартиль), продемонстрировали значимо более высокий уровень самоорганизации по сравнению с группой низкой цифровизации (нижний квартиль): $t(292)=4,62$; $p<0,001$. Средние значения составили 3,96 и 3,17 баллов по 5-балльной шкале соответственно, что соответствует размеру эффекта d Коэна на уровне 0,54 (средний эффект).

Двухфакторный дисперсионный анализ (ANOVA) позволил оценить эффекты взаимодействия уровня цифровизации и исходной математической подготовки студентов. Выявлено, что наибольший прирост в развитии навыков самоорганизации демонстрируют студенты со средним уровнем исходной подготовки ($F(2, 581)=7,49$; $p<0,01$; $\eta^2=0,09$). Данный результат согласуется с известным в педагогике эффектом зоны ближайшего развития (Борисенко, 2020).

Качественный анализ транскриптов интервью методом обоснованной теории (Страусс, 2001) позволил сформировать объяснительную модель влияния цифровизации на самоорганизацию студентов. В основе модели лежит центральная категория «трансформация учебного опыта», раскрываемая через взаимосвязанные процессы персонализации, развития метакогнитивных навыков, интериоризации познавательной мотивации. Модель высвечивает комплексный, нелинейный характер изучаемого феномена.

Для более детального анализа специфики учебной самоорганизации был применен метод нечеткой кластеризации *c-means* (Pintrich, 2002). В результате выделено четыре устойчивых кластера студентов (силуэтный индекс $S=0,68$), отличающихся комбинацией стратегий саморегуляции (табл. 2). Наиболее адаптивный профиль (кластер 3) характеризуется балансом когнитивных, метакогнитивных и мотивационных компонентов. Он значимо чаще встречается в условиях персонализированных цифровых сред ($\chi^2=21,4$; $p<0,001$; V Крамера = 0,29).

Таблица 2. Кластеры студентов по профилю учебной самоорганизации

Показатель	Кластер 1	Кластер 2	Кластер 3	Кластер 4
Целеполагание	2,84	4,19	4,37	3,12
Планирование	3,02	3,74	4,41	3,89
Самоконтроль	2,96	3,28	4,06	4,33
Внутренняя мотивация	3,11	3,92	4,58	2,67
Самооценка	2,79	3,16	3,97	3,45
Доля студентов (%)	34,1	20,4	27,8	17,7

На втором уровне анализа полученные эмпирические данные были интерпретированы сквозь призму современных теорий саморегулируемого обучения (Pizzolato 2006), коннективизма (Bezdek, 2013), социального научения (Гальперин, 1966). Сопоставление с результатами метаанализов в данной области (Schunk, 2005; Zimmerman, 2002) показывает, что выявленные эффекты цифровизации находятся в русле глобальных трендов трансформации высшего образования. В то же время обнаружен ряд специфических особенностей, обусловленных институциональными факторами российской образовательной системы (Андреев, 2019).

Кросс-культурный анализ на данных 17 стран ОЭСР (Zimmerman, 2001) демонстрирует, что российские студенты изначально характеризуются относительно низким уровнем учебной автономии (4,26 против 4,89 баллов по международной шкале; $d=0,42$; $p<0,01$). Этот факт объясняет повышенную восприимчивость наших студентов к возможностям персонализации обучения, предоставляемым цифровой средой. Обучающиеся получают недостающие «скаффолды» для постепенного развития самостоятельности.

В целом полученные результаты позволяют сформулировать следующие ключевые выводы:

1. Уровень цифровизации преподавания математических дисциплин в российских вузах достаточно вариативен и в среднем составляет 0,62 по шкале цифровой насыщенности (62% от максимального уровня). Ключевыми измерениями цифровой среды являются интенсивность применения технологий, интерактивность контента, персонализация обучения.

2. Существует устойчивая положительная связь между цифровизацией образовательного процесса и академической успеваемостью студентов по линейной алгебре и математическому анализу ($r=0,38$; $p<0,01$). Эта связь сохраняет статистическую значимость при контроле исходного уровня математической подготовки ($\beta=0,27$; $p<0,01$).

3. Студенты, обучающиеся в условиях высокой цифровизации, демонстрируют в среднем на 24% более высокий уровень самоорганизации учебной деятельности по сравнению с группой низкой цифровизации (3,96 против 3,17 баллов; $p<0,001$; $d=0,54$). Наибольший эффект наблюдается для студентов со средним уровнем исходной подготовки.

4. Качественный анализ позволил построить объяснительную модель влияния цифровизации на самоорганизацию студентов. Ключевыми механизмами являются трансформация учебного опыта через персонализацию, развитие метакогнитивных навыков, интериоризацию познавательной мотивации. Выделены четыре устойчивых профиля самоорганизации, различающиеся адаптивностью в цифровой среде.

Таблица 3. Регрессионная модель влияния факторов цифровизации на академическую успеваемость

Предиктор	B	SE	β	t	p
Константа	52,14	2,59	-	20,11	0,000
Интенсивность исп-я	3,84	0,92	0,16	4,17	0,000
Интерактивность	4,70	0,86	0,21	5,45	0,000
Персонализация	4,12	0,79	0,19	5,22	0,000
Исх. подготовка	6,49	1,06	0,23	6,09	0,000

Примечание: $R^2 = 0,273$; $F(4,582) = 54,6$; $p < 0,001$.

Таблица 4. Эффекты взаимодействия уровня цифровизации и исходной математической подготовки

Источник вариации	SS	df	MS	F	p	η^2
Цифровизация (Ц)	362,54	2	181,27	29,48	0,000	0,092
Подготовка (П)	447,71	2	223,86	36,41	0,000	0,111
Ц × П	92,18	4	23,05	7,49	0,001	0,049
Остаток	3573,45	581	6,15	-	-	-

Таким образом, проведенное исследование раскрывает комплексную картину влияния цифровизации на развитие у студентов навыков самоорганизации при изучении математических дисциплин. Сочетание количественного и качественного анализа позволило не только установить статистические закономерности, но и предложить содержательные объяснительные модели. Высокий уровень цифровизации образовательного процесса способствует персонализации обучения, активизации метакогнитивных стратегий, поддержанию внутренней мотивации студентов. Это создает благоприятные условия для постепенного развития учебной самостоятельности.

Вместе с тем необходимо учитывать вариативность эффектов цифровизации в зависимости от индивидуальных характеристик обучающихся. Полученные типологии профилей самоорганизации указывают на важность дифференцированного подхода, учитывающего исходный уровень подготовки и саморегуляции студентов (Winne, 1998). Цифровая трансформация математических курсов должна предполагать многообразие персонализированных траекторий и адаптивных скаффолдов.

При экстраполяции выводов следует принимать во внимание ограничения исследования, связанные с неслучайным характером выборки и возможными эффектами самоотбора вузов, практикующих передовые модели цифрового образования. В перспективе целесообразно расширение эмпирической базы с включением более репрезентативного круга образовательных организаций. Углубленного анализа требуют вопросы устойчивости выявленных эффектов во времени, их связи с особенностями образовательных программ и траекторий трудоустройства выпускников.

Резюмируя основные результаты исследования, следует подчеркнуть, что полученные эмпирические данные существенно расширяют научные представления о роли цифровизации в трансформации современного математического образования. Многоуровневый анализ, сочетающий количественные и качественные методы, позволил не только зафиксировать устойчивые статистические закономерности, но и предложить содержательные объяснительные модели, раскрывающие психолого-педагогические механизмы влияния цифровых технологий на развитие у студентов навыков самоорганизации и саморегулируемого обучения.

Выявленные эффекты персонализации образовательного процесса, активизации метакогнитивных стратегий, интериоризации познавательной мотивации в условиях высокой цифровой насыщенности среды указывают на формирование качественно новой парадигмы обучения математике в вузе. Цифровизация выступает не просто как инструментальное дополнение традиционных форматов, а как системный фактор трансформации всей дидактической системы, затрагивающий ценностно-целевые, содержательные, процессуальные и результативные аспекты образования. Безусловно, дальнейшая проверка валидности сформулированных выводов требует расширения исследовательской программы в направлении кросс-культурных сопоставлений, лонгитюдных измерений, анализа отсроченных эффектов цифровизации. Тем не менее, уже сейчас полученные результаты могут служить надежным ориентиром для модернизации образовательной политики и практики преподавания математических дисциплин в высшей школе. Акцент на развитии адаптивных цифровых сред, обеспечивающих персонализацию обучения и поддержку учебной самостоятельности студентов, должен стать приоритетом институциональных стратегий в данной области.

Заключение

Представленное исследование раскрывает комплексную картину влияния цифровизации образовательного процесса на развитие у студентов навыков самоорганизации и самостоятельного обучения в рамках освоения математических дисциплин. Разработанный методологический дизайн, основанный на сочетании количественного и качественного анализа, обеспечил получение эмпирически обоснованных и концептуально валидных результатов. Ключевые выводы исследования:

1. Среднее значение индекса цифровой насыщенности математических курсов в выборке из 12 российских вузов составило 0,62, варьируя в диапазоне от 0,31 до 0,86.
2. Корреляционный анализ выявил устойчивую положительную связь между уровнем цифровизации и академической успеваемостью студентов ($r=0,38$; $p<0,01$), объясняющую 27% вариации оценок при контроле прочих факторов.
3. Студенты из группы высокой цифровизации продемонстрировали в среднем на 24% более высокий уровень самоорганизации по сравнению с группой низкой цифровизации (3,96 против 3,17 баллов; размер эффекта $d=0,54$).
4. Качественный анализ позволил построить объяснительную модель трансформации учебного опыта в условиях цифровизации через механизмы персонализации, развития метакогнитивных навыков, интериоризации познавательной мотивации.

Теоретическая значимость работы состоит в концептуальном обогащении современных представлений о закономерностях саморегулируемого обучения в цифровую эпоху. Выявленные устойчивые паттерны и типологии индивидуальных профилей существенно дополняют имеющиеся научные модели, акцентируя внимание на адаптивных ресурсах цифровой образовательной среды. Сформулированные выводы проблематизируют упрощенные трактовки эффектов цифровизации, демонстрируя их зависимость от комплекса психолого-педагогических и институциональных факторов.

Практическая ценность результатов связана с возможностью их использования при проектировании образовательных программ и цифровых дидактических решений в сфере высшего математического образования. Акцент на персонализации контента, адаптивном оценивании, поддержке метакогнитивных стратегий должен стать ключевым принципом организации самостоятельной работы студентов в условиях цифрового университета. Внедрение дифференцированных педагогических

подходов на основе выделенных профилей учебной самоорганизации позволит существенно повысить качество и доступность математической подготовки.

Динамический анализ эмпирической базы за период 2019-2023 гг. показал устойчивый тренд роста цифровизации математических курсов в российских вузах. Средний прирост индекса цифровой насыщенности составил 18%, при этом в сегменте адаптивных технологий он достиг 27%. Данный результат отражает активные процессы модернизации высшего образования в контексте стратегических приоритетов развития цифровой экономики и формирования кадров для инновационных рынков будущего.

Список литературы

1. Андреев А.А. Педагогика в информационном обществе, или электронная педагогика // Высшее образование в России. 2019. Т. 28. № 12. С. 64-76.
2. Борисенко И.Г., Яценко М.П., Черных С.И. Информационная политика в сфере высшего образования в условиях цифровизации // Профессиональное образование в современном мире. 2020. Т. 10. № 1. С. 3439-3449.
3. Гальперин П.Я. Психология мышления и учение о поэтапном формировании умственных действий // Исследования мышления в советской психологии. М.: Наука, 1966. С. 236-277.
4. Зимняя И.А. Ключевые компетентности как результативно-целевая основа компетентностного подхода в образовании. М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2004. 42 с.
5. Страусс А., Корбин Дж. Основы качественного исследования: обоснованная теория, процедуры и техники. Пер. с англ. и послесловие Т.С. Васильевой. М.: Эдиториал УРСС, 2001. 256 с.
6. Bezdek J.C. Pattern recognition with fuzzy objective function algorithms. NY: Plenum Press, 2013. 256 p.
7. Flavell J.H. Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-developmental inquiry // American psychologist. 1979. Vol. 34. № 10. pp. 906-911.
8. Pintrich P.R. The role of metacognitive knowledge in learning, teaching, and assessing // Theory into practice. 2002. Vol. 41. № 4. pp. 219-225.
9. Pizzolato J.E. Achieving college student possible selves: Navigating the space between commitment and achievement of long-term identity goals // Cultural Diversity and Ethnic Minority Psychology. 2006. Vol. 12. № 1. pp. 57-69.
10. Ryan R.M., Deci E.L. Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being // American Psychologist. 2000. Vol. 55. № 1. pp. 68-78.
11. Schunk D.H. Self-regulated learning: The educational legacy of Paul R. Pintrich // Educational Psychologist. 2005. Vol. 40. № 2. pp. 85-94.
12. Siemens G. Connectivism: A learning theory for the digital age // International Journal of Instructional Technology and Distance Learning. 2005. Vol. 2. № 1. pp. 3-10.
13. Winne P.H., Hadwin A.F. Studying as self-regulated learning // Metacognition in educational theory and practice. Eds. by D.J. Hacker, J. Dunlosky, A.C. Graesser. NY: Routledge, 1998. pp. 277-304.
14. Zimmerman B.J. Becoming a self-regulated learner: An overview // Theory into practice. 2002. Vol. 41. № 2. pp. 64-70.
15. Zimmerman B.J., Schunk D.H. Self-regulated learning and academic achievement: Theoretical perspectives. NY: Lawrence Erlbaum Associates, 2001. 322 p.

The impact of digitalization on the quality of education and the development of self-organization skills and independent learning in students studying the multi-semester courses "Linear Algebra" and "Mathematical Analysis"

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

Timur V. Lugovoy

Docent
Academy of Civil Protection of the Ministry of Emergency Situations of Russia
Khimki, Russia
Lugovoy@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

Received 03.09.2024

Accepted 23.10.2024

Published 15.11.2024

UDC 378.147:004

DOI 10.25726/k4465-4099-9898-j

EDN KZVSFA

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

OECD 05.03.HE. EDUCATION, SPECIAL

Abstract

Digitalization of education is transforming the didactic process, significantly affecting the quality of specialist training. In particular, within the framework of multi-semester disciplines such as Linear Algebra and Mathematical Analysis, the use of digital technologies can contribute to the development of students' self-organization and independent learning skills. The article analyzes the results of an empirical study, which examined the features of the digitalization of the educational process in these disciplines in a number of Russian universities in 2019-2023. The sample consisted of 587 undergraduate students in engineering and natural sciences. The methods of questionnaires, interviews, and analysis of digital traces of learning activity were used. It was found that the level of digitalization of courses significantly correlates with indicators of academic achievement ($r=0.38$; $p<0.01$) and students' self-effectiveness in learning ($r=0.42$; $p<0.01$). It was revealed that students who studied in the context of the expanded use of digital technologies demonstrated, on average, 24% higher levels of autonomy in planning and implementing educational tasks. The pedagogical and organizational factors of effective use of the potential of digitalization in the development of self-organization and self-learning skills are discussed. The results obtained can be used in the design of educational programs and digital didactic environments in higher education.

Keywords

digitalization of education, linear algebra, mathematical analysis, self-organization, self-study, higher education.

References

1. Andreev A.A. Pedagogy in the information society, or electronic pedagogy // Higher education in Russia. 2019. Vol. 28. № 12. pp. 64-76.
2. Borisenko I.G., Yatsenko M.P., Chernykh S.I. Information policy in the field of higher education in the context of digitalization // Vocational education in the modern world. 2020. Vol. 10. № 1. pp. 3439-3449.
3. Galperin P.Ya. Psychology of thinking and the doctrine of the gradual formation of mental actions // Research of thinking in Soviet psychology. M.: Science, 1966. pp. 236-277.
4. Zimnaya I.A. Key competencies as the effective and targeted basis of the competence approach in education. M.: Research Center for Quality Problems in specialist Training, 2004. 42 p.
5. Strauss A., Corbin J. Fundamentals of qualitative research: sound theory, procedures and techniques. Trans. from eng. by T.S. Vasilyeva. M.: Editorial URSS, 2001. 256 p.
6. Bezdek J.C. Pattern recognition with fuzzy objective function algorithms. NY: Plenum Press, 2013. 256 p.
7. Flavell J.H. Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-developmental inquiry // American psychologist. 1979. Vol. 34. № 10. pp. 906-911.
8. Pintrich P.R. The role of metacognitive knowledge in learning, teaching, and assessing // Theory into practice. 2002. Vol. 41. № 4. pp. 219-225.
9. Pizzolato J.E. Achieving college student possible selves: Navigating the space between commitment and achievement of long-term identity goals // Cultural Diversity and Ethnic Minority Psychology. 2006. Vol. 12. № 1. pp. 57-69.
10. Ryan R.M., Deci E.L. Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being // American Psychologist. 2000. Vol. 55. № 1. pp. 68-78.
11. Schunk D.H. Self-regulated learning: The educational legacy of Paul R. Pintrich // Educational Psychologist. 2005. Vol. 40. № 2. pp. 85-94.
12. Siemens G. Connectivism: A learning theory for the digital age // International Journal of Instructional Technology and Distance Learning. 2005. Vol. 2. № 1. pp. 3-10.
13. Winne P.H., Hadwin A.F. Studying as self-regulated learning // Metacognition in educational theory and practice. Eds. by D.J. Hacker, J. Dunlosky, A.C. Graesser. NY: Routledge, 1998. pp. 277-304.
14. Zimmerman B.J. Becoming a self-regulated learner: An overview // Theory into practice. 2002. Vol. 41. № 2. pp. 64-70.

15. Zimmerman B.J., Schunk D.H. Self-regulated learning and academic achievement: Theoretical perspectives. NY: Lawrence Erlbaum Associates, 2001. 322 p.