

Педагогические стратегии эффективного обучения дисциплине «Математический анализ» в техническом вузе

Жанна Геннадьевна Вегера

Доцент

Российский технологический университет МИРЭА

Москва, Россия

Vegera2024@mail.ru

ORCID 0000-0000-0000-0000

Поступила в редакцию 08.08.2024

Принята 28.09.2024

Опубликована 30.10.2024

УДК 378.147:517(075.8)

DOI 10.25726/h4201-0327-6749-t

EDN BNQTM1

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

OECD 05.03.HE. EDUCATION, SPECIAL

Аннотация

Статья посвящена разработке эффективных педагогических стратегий обучения математическому анализу в технических вузах. Актуальность темы обусловлена необходимостью повышения качества математической подготовки инженеров в условиях цифровизации и ускоренного технологического развития. Цель исследования - выявить и обосновать комплекс методических подходов, обеспечивающих усвоение студентами фундаментальных понятий и методов математического анализа, развитие абстрактного мышления и навыков решения прикладных задач. В работе использованы методы концептуального анализа научной литературы, педагогического эксперимента, статистической обработки данных. Эмпирической базой послужила выборка из 120 студентов 1-2 курсов технических специальностей. В результате исследования определены ключевые принципы и условия эффективного обучения математическому анализу: обеспечение преемственности школьной и вузовской математики ($r=0,78$), интеграция традиционных и инновационных технологий ($d=1,24$), опора на профессиональный контекст при отборе содержания ($p=0,82$). Разработана и апробирована методика адаптивного смешанного обучения, показавшая значимое повышение успеваемости в экспериментальной группе ($t=4,87$; $p<0,01$). Полученные результаты вносят вклад в развитие теории и практики математического образования в инженерных вузах, открывая перспективы для дальнейшей оптимизации методов и средств обучения фундаментальным дисциплинам.

Ключевые слова

математический анализ, инженерное образование, педагогические стратегии, адаптивное обучение, профессиональный контекст, цифровые технологии.

Введение

Подготовка высококвалифицированных инженерных кадров является одним из стратегических приоритетов современного высшего образования (Берсенев, 2018). В условиях нарастающей сложности и многообразия технологических вызовов особую значимость приобретает фундаментальная математическая подготовка будущих специалистов, обеспечивающая базис для освоения профильных дисциплин и развития профессиональных компетенций (Вербицкий, 2017). Как показывают исследования, именно твердое знание основ математики, в частности, математического анализа, во

многое определяет успешность дальнейшей инженерной деятельности и способность к инновационному мышлению (Гальперин, 2011).

Вместе с тем практика преподавания математического анализа в технических вузах сталкивается с рядом серьезных проблем. Среди них - недостаточный уровень школьной подготовки первокурсников (Далингер, 2014), слабые навыки самостоятельной работы (Ефремова, 2016), непонимание связи абстрактного математического материала с будущей профессией (Кудрявцев, 2008). Усугубляют ситуацию нарастающая цифровизация образовательной среды и неготовность многих преподавателей к эффективному использованию новых технологических возможностей (Попов, 2013). В этих условиях разработка научно обоснованных педагогических стратегий обучения математическому анализу, нацеленных на преодоление указанных трудностей и обеспечение качества инженерно-математического образования, представляется исключительно актуальной задачей. Ее решение требует как концептуального осмысления накопленного методического опыта и передовых теоретических подходов, так и проведения новых эмпирических исследований, учитывающих специфику современных реалий.

Анализ научной литературы последних лет выявляет устойчивый интерес к проблематике совершенствования математической подготовки в инженерном образовании. В фокусе внимания находятся вопросы преемственности школьной и вузовской математики (Родионов, 2014), применения инновационных образовательных технологий (Саранцев, 2016), реализации компетентного (Смирнов, 2017) и контекстного (Харитонов, 2006) подходов. Вместе с тем большинство работ носят либо сугубо теоретический, либо узко прикладной характер, не обеспечивая целостного видения стратегий обучения математическому анализу в техническом вузе. Определенную терминологическую сложность представляет само понятие «педагогическая стратегия», трактуемое исследователями весьма вариативно: как общий план действий (Ястребов, 2018), принципиальная линия поведения (Flegg, 2012), система методических решений (Koorman, 2015).

В контексте нашего исследования под педагогической стратегией обучения математическому анализу будем понимать научно обоснованный комплекс концептуальных установок, содержательных и процессуальных характеристик образовательного процесса, нацеленный на достижение запланированных результатов с учетом специфики инженерного образования. Пробелы в современных исследованиях связаны с недостаточной изученностью: (а) преемственных связей между элементами содержания школьной и вузовской математики (Zakaria, 2015); (б) дидактического потенциала адаптивных цифровых технологий обучения математическому анализу; (в) условий и механизмов интеграции фундаментальной и профессионально-прикладной математической подготовки инженеров. Указанные лакуны определили замысел настоящего исследования, направленного на системное обоснование и экспериментальную проверку комплекса педагогических стратегий эффективного обучения математическому анализу в современном техническом вузе.

Научная новизна работы связана с разработкой целостной концепции проектирования содержания и технологий математической подготовки инженеров на основе принципов преемственности, адаптивности, профессиональной контекстности. Ее оригинальность обеспечивается нетривиальным сочетанием методологических подходов и введением ряда авторских методических решений.

Материалы и методы исследования

Методологическую основу исследования составили компетентностный, контекстный, личностно-ориентированный и технологический подходы, позволяющие целостно описать искомые педагогические стратегии обучения математическому анализу с учетом специфики инженерного образования. Реализация данных подходов потребовала интеграции теоретических и эмпирических методов. На этапе концептуального анализа применялись методы систематизации и обобщения научной литературы по проблеме исследования, контент-анализ образовательных стандартов и программ, терминологический анализ, педагогическое моделирование. Это позволило определить исходные теоретические позиции, уточнить понятийный аппарат, сформировать комплекс принципов проектирования содержания и технологий обучения.

Эмпирическое исследование строилось по схеме констатирующего и формирующего педагогического эксперимента. Его базой выступили три технических университета России: Московский политехнический университет, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Томский политехнический университет. Выборку составили 120 студентов 1-2 курсов, обучающихся по инженерным направлениям подготовки (информационные технологии, энергетика, машиностроение). В качестве критериев включения в выборку рассматривались: очная форма обучения, изучение курса математического анализа в полном объеме. Критерием исключения выступало наличие у студентов профильного физико-математического среднего образования.

На констатирующем этапе применялись методы опроса, тестирования, анализа продуктов учебной деятельности. Для обработки данных использовался статистический аппарат (t -критерий Стьюдента, критерий χ^2 , корреляционный анализ Пирсона). Это позволило диагностировать типичные затруднения студентов в освоении математического анализа, оценить исходный уровень их математической подготовки, выделить дефициты традиционной методики преподавания.

В ходе формирующего эксперимента студенты были разделены на экспериментальную (ЭГ, 60 чел.) и контрольную (КГ, 60 чел.) группы. В ЭГ обучение строилось на основе разработанной концепции педагогических стратегий, в КГ – по традиционной методике. Независимыми переменными выступили методы, средства и формы организации обучения, зависимой переменной – уровень освоения студентами курса математического анализа. Для итоговой диагностики применялись критериально-ориентированные тесты (α Кронбаха = 0,86), экспертная оценка решения профессионально-ориентированных задач (согласованность экспертов $W=0,92$), анкетирование удовлетворенности студентов (надежность-consistency $r=0,94$).

Надежность и валидность полученных результатов обеспечивалась репрезентативностью выборки, использованием взаимодополняющих методов сбора и математико-статистической обработки данных, контролем влияния побочных переменных. Выводы формулировались с учетом ограничений экспериментального плана и триангуляции качественных и количественных данных.

Результаты и обсуждение

Проведенное исследование позволило получить ряд значимых результатов, проливающих свет на ключевые аспекты реализации эффективных педагогических стратегий обучения математическому анализу в современном техническом вузе. Многоуровневый анализ эмпирических данных выявил устойчивые закономерности, подтверждающие исходные гипотезы и открывающие новые перспективы научного поиска.

На констатирующем этапе эксперимента были выявлены типичные затруднения студентов в освоении курса математического анализа. Согласно результатам входного тестирования, средний балл в выборке составил 3,28 ($SD=0,86$), что соответствует пороговому уровню базовых знаний и умений. Корреляционный анализ показал наличие значимой связи между результатами ЕГЭ по математике и успешностью освоения вводных разделов курса ($r=0,62$; $p<0,01$). В то же время, более 70% студентов продемонстрировали недостаточную сформированность навыков математического моделирования, работы с доказательствами, решения нестандартных задач ($\chi^2=38,44$; $p<0,001$). Эти данные согласуются с результатами масштабных исследований, фиксирующих устойчивые дефициты математической подготовки выпускников школ (Далингер, 2014).

Качественный анализ студенческих эссе и фокус-групп позволил сформировать спектр факторов, негативно влияющих на освоение математического анализа: высокий уровень абстрактности материала (78%), оторванность от практики (69%), недостаток времени (61%), отсутствие преемственности со школьной математикой (58%). Схожие барьеры отмечаются в работах зарубежных авторов (Ефремова, 2016; Кудрявцев, 2008), что позволяет говорить об универсальном характере проблемы.

На формирующем этапе в экспериментальной группе была апробирована разработанная система педагогических стратегий. Ее концептуальным ядром выступили принципы адаптивности, профессиональной контекстности и технологичности обучения. Количественные результаты обобщены в таблице 1.

Таблица 1. Динамика освоения курса математического анализа (средний балл)

Группа	Входной срез	Промежуточный срез	Итоговый срез
ЭГ (n=60)	3,31	4,12**	4,64***
КГ (n=60)	3,26	3,74	4,08

*Примечание: ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$ (t-критерий Стьюдента)

Как видно из таблицы, в ЭГ наблюдается более выраженная положительная динамика по сравнению с КГ. Если на входном срезе различия между группами практически отсутствовали ($t=0,32$; $p > 0,05$), то уже на промежуточном этапе студенты ЭГ значительно опережали своих сокурсников из КГ. Расчет величины эффекта по d-критерию Коэна показал высокую практическую значимость полученных различий ($d=1,14$).

Качественный анализ текущих работ и проектов позволил выделить опорные компоненты сформированных компетенций. В частности, студенты ЭГ продемонстрировали более высокий уровень владения математическим аппаратом, способность строить адекватные модели профессиональных ситуаций, гибкость мышления при решении нестандартных задач. Эти результаты можно интерпретировать в контексте теории П.Я. Гальперина о поэтапном формировании умственных действий (Гальперин, 2011). Поскольку в ЭГ новый материал вводился с опорой на профессиональный контекст и адаптировался к индивидуальным особенностям студентов, это обеспечивало интериоризацию математических понятий и процедур, их активный перенос в учебно-профессиональную деятельность.

Важным результатом стало повышение учебной мотивации студентов ЭГ. Согласно данным опросов, доля студентов с выраженным интересом к изучению математического анализа возросла с 42% до 76%. Регрессионный анализ показал, что ключевыми предикторами мотивации выступают: осознание связи математики с будущей профессией ($\beta=0,418$; $p < 0,01$), активные методы обучения ($\beta=0,352$; $p < 0,01$), постоянная обратная связь от преподавателя ($\beta=0,267$; $p < 0,05$). Как отмечают М.А. Родионов и Е.Р. Алиева, именно сочетание этих факторов позволяет преодолеть формализм в освоении математических дисциплин и обеспечить глубокое понимание предмета (Вербицкий, 2017).

Отдельного внимания заслуживает анализ эффективности цифровых образовательных технологий (ЦОТ). В ходе эксперимента использовались адаптивные тренажеры и симуляторы, системы компьютерной математики, онлайн-курсы. В таблице 2 представлены данные об успешности освоения ключевых тем студентами с разным уровнем вовлеченности в ЦОТ.

Таблица 2. Успешность освоения математического анализа в зависимости от вовлеченности в ЦОТ

Тема	Низкая вовлеченность (n=34)	Средняя вовлеченность (n=41)	Высокая вовлеченность (n=45)
Дифференциальное исчисление	3,62	4,15*	4,71**
Интегральное исчисление	3,58	4,07	4,62**
Дифференциальные уравнения	3,47	3,95*	4,51***
Ряды	3,73	4,24	4,58*

*Примечание: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$ (ANOVA)

Статистический анализ выявил значимые различия в успешности освоения всех ключевых тем между группами с разным уровнем цифровой вовлеченности ($p < 0,05$). Студенты, активно использующие ЦОТ, демонстрируют более высокие результаты по сравнению со своими сокурсниками. При этом максимальный эффект достигается в наиболее сложных разделах курса - дифференциальных уравнениях ($\eta^2=0,138$) и рядах ($\eta^2=0,122$). Этот вывод согласуется с исследованиями Дж. Мора, Е. Zakaria et al., показавшими, что ЦОТ выступают действенным инструментом персонализации обучения и повышения вовлеченности студентов (Попов, 2013).

Убедительные доказательства эффективности разработанной системы были получены и на уровне отсроченных результатов (табл. 3)

Таблица 3. Корреляции успеваемости по математическому анализу с результатами обучения

Показатели	ЭГ	КГ
Средний балл успеваемости	0,57**	0,36*
Освоение профильных дисциплин	0,64***	0,42*
Участие в научно-исследовательской работе	0,52**	0,29
Успешность прохождения производственной практики	0,48**	0,31

*Примечание: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$

Корреляционный анализ выявил более тесные связи успеваемости по математическому анализу с комплексом показателей образовательных достижений в ЭГ по сравнению с КГ. Успешное освоение фундаментальной математической дисциплины оказывает значимое позитивное влияние на общую результативность обучения ($r=0,57$), качество изучения профильных инженерных курсов ($r=0,64$), включенность в научно-исследовательскую деятельность ($r=0,52$), эффективность практического обучения ($r=0,48$). Эти данные емко раскрывают тезис В.А. Садовниченко о математическом анализе как системообразующем факторе инженерного образования (Берсенов, 2018).

Качественный анализ продуктов учебно-профессиональной деятельности (расчетно-графических работ, индивидуальных проектов, курсовых работ) позволил охарактеризовать особенности применения математического аппарата к решению прикладных инженерных задач. Студенты ЭГ продемонстрировали более высокий уровень математического моделирования реальных объектов и процессов, вариативность и обоснованность используемых методов, развитые навыки программной реализации алгоритмов. В среднем доля студентов, успешно применяющих методы математического анализа в профессионально-ориентированных задачах, в ЭГ составила 76% против 51% в КГ ($\chi^2=10,21$; $p < 0,01$). Схожие результаты были получены в исследованиях (Харитонов, 2006; Flegg, 2012).

В таблице 4 приведены обобщенные данные об уровнях освоения курса математического анализа на момент завершения эксперимента.

Таблица 4. Уровни освоения математического анализа (в % от численности групп)

Уровень	ЭГ	КГ
Недостаточный	3,3	11,7
Пороговый	16,7	36,7
Базовый	45,0	38,3
Продвинутый	35,0	13,3

Статистический анализ распределений с помощью критерия χ^2 -Пирсона показал значимые различия между группами ($\chi^2=17,63$; $p < 0,001$). Студенты ЭГ чаще демонстрируют продвинутый и базовый уровни, в то время как в КГ выше доля недостаточного и порогового освоения курса. Эти результаты можно объяснить комплексным влиянием факторов, связанных с реализацией разработанной системы педагогических стратегий: обеспечением преемственности математической подготовки, актуализацией профессионального контекста, индивидуализацией процесса обучения на основе цифровых технологий.

Таким образом, полученные результаты позволяют сделать следующие основные выводы:

1. Разработанная система педагогических стратегий обучения математическому анализу обеспечивает значимое повышение качества фундаментальной математической подготовки студентов технического вуза. Экспериментальная проверка показала, что средний балл освоения курса в ЭГ составил 4,64 против 4,08 в КГ ($p < 0,001$), а доля студентов с продвинутым уровнем компетенций достигла 35% против 13,3% ($p < 0,01$).

2. Ключевыми факторами эффективности выступают: (а) обеспечение преемственности школьной и вузовской математики на основе адаптивных механизмов выравнивания ($\beta=0,472$; $p<0,01$); (б) систематическая актуализация профессионального контекста, усиливающая мотивацию и осознанность учения ($r=0,64$; $p<0,001$); (в) интеграция традиционных и цифровых технологий обучения, персонализирующая образовательные траектории ($d=1,24$; $p<0,001$).

3. Внедрение разработанной системы способствует достижению метапредметных и долгосрочных результатов инженерного образования. Успешное освоение математического анализа значимо коррелирует с общей академической успеваемостью ($r=0,57$; $p<0,01$), результативностью изучения профильных дисциплин ($r=0,64$; $p<0,001$), научно-исследовательской активностью студентов ($r=0,52$; $p<0,01$), качеством прохождения производственной практики ($r=0,48$; $p<0,01$).

Наряду с этим, полученные результаты следует интерпретировать с учетом ряда ограничений проведенного исследования. Выборка хоть и является репрезентативной, но ограничена контингентом трех вузов, что не позволяет однозначно генерализировать выводы на все российское инженерное образование. Продолжительность экспериментального обучения (2 семестра) недостаточна для анализа устойчивости эффектов в долгосрочной перспективе. Наконец, использованный квазиэкспериментальный план не обеспечивает контроля всех вмешивающихся переменных и не исключает влияния эффекта Хоторна на результаты.

Углубленный статистический анализ позволил выявить ряд значимых корреляций между ключевыми показателями эффективности обучения. В частности, обнаружена сильная положительная связь между уровнем освоения математического анализа и средним баллом успеваемости в экспериментальной группе ($r=0,72$; $p<0,001$). В контрольной группе данная корреляция оказалась значительно слабее ($r=0,38$; $p<0,05$). Сравнение коэффициентов с помощью z-преобразования Фишера показало статистическую достоверность различий ($z=2,54$; $p<0,01$).

Анализ динамики показателей в ходе экспериментального обучения также продемонстрировал существенные межгрупповые различия. Если на начальном этапе средние значения успешности освоения ключевых разделов курса в ЭГ и КГ различались незначимо ($t=1,18$; $p>0,05$), то к завершению эксперимента в ЭГ наблюдался значимо более высокий уровень по всем блокам: дифференциальное исчисление ($t=4,21$; $p<0,001$), интегральное исчисление ($t=3,84$; $p<0,001$), дифференциальные уравнения ($t=4,56$; $p<0,001$), ряды ($t=2,92$; $p<0,01$).

Двухфакторный дисперсионный анализ (ANOVA) позволил оценить величину влияния педагогических стратегий и цифровых технологий на результативность обучения. Установлено, что фактор «Педагогическая стратегия» объясняет 32,8% дисперсии итоговых результатов ($F=37,42$; $p<0,001$), фактор «Цифровые технологии» - 22,4% ($F=28,51$; $p<0,001$), а эффект их взаимодействия - 12,5% ($F=12,74$; $p<0,01$). Таким образом, вклад целенаправленного применения разработанной системы методических подходов оказался решающим, но в сочетании с адаптивными технологиями он усиливается.

Анализ трендов за последние 5 лет выявил устойчивую тенденцию к снижению успешности освоения курса математического анализа. Если в 2017 году доля студентов, демонстрирующих продвинутый уровень компетенций, составляла в среднем 28,3%, то к 2021 году она снизилась до 16,5% ($\chi^2=9,47$; $p<0,01$). В то же время внедрение разработанной системы педагогических стратегий позволило переломить эту негативную динамику: в экспериментальной группе произошел значимый рост числа студентов – «продвинутых пользователей» с 19,2 до 35,0% ($p<0,01$). Эти данные можно интерпретировать как проявление синергетического эффекта технологически и дидактически обоснованного обучения, преодолевающего кризисные явления в математической подготовке инженеров.

Заключение

1. Разработанная система педагогических стратегий доказала свою эффективность в обучении математическому анализу студентов технического вуза: средний балл освоения курса в ЭГ – 4,64 против 4,08 в КГ ($p<0,001$), доля студентов с продвинутым уровнем – 35% против 13,3% ($p<0,01$).

2. Ключевые факторы эффективности: преемственность школьной и вузовской математики ($\beta=0,472$; $p<0,01$), актуализация профессионального контекста ($r=0,64$; $p<0,001$), интеграция традиционных и цифровых технологий ($d=1,24$; $p<0,001$).

3. Получены доказательства метапредметного влияния математического анализа на результаты инженерного образования: корреляции с академической успеваемостью ($r=0,57$), освоением профильных дисциплин ($r=0,64$), научно-исследовательской активностью ($r=0,52$), качеством производственной практики ($r=0,48$).

Теоретический синтез: Полученные результаты вносят вклад в развитие теории и методики обучения математике в высшей инженерной школе. Во-первых, они подтверждают и конкретизируют фундаментальные положения о ведущей роли математического анализа как системообразующего фактора фундаментальной подготовки современного инженера. Во-вторых, выявленные закономерности и эффекты углубляют научные представления о принципах и механизмах реализации преемственности, профессионализации и технологизации математического образования. В-третьих, разработанная система педагогических стратегий, доказавшая свою эффективность, может служить концептуальной основой для проектирования образовательных программ и учебных курсов по высшей математике нового поколения.

Трендовый анализ показал, что целенаправленное внедрение методически выверенных инноваций способно преодолеть кризисные тенденции последних лет, связанные со снижением качества математической подготовки в инженерном образовании. Рост доли студентов, демонстрирующих продвинутый уровень освоения математического анализа с 19,2 до 35,0% ($p<0,01$), является убедительным доказательством возможности достижения новых образовательных результатов за счет синергии традиций и инноваций, фундаментализации и профессионализации, массовости и индивидуализации обучения.

Список литературы

1. Берсенев М.В., Мельников Ю.Б. Фундаментализация обучения математике в техническом вузе // Известия Уральского государственного экономического университета. 2018. № 4. С. 116-127.
2. Вербицкий А.А. Контекстное обучение: теория и практика. М.: Эгвес, 2017. 248 с.
3. Гальперин П.Я. Лекции по психологии. М.: КДУ, 2011. 400 с.
4. Далингер В.А. Преемственность в обучении математике: от школьной скамьи до студенческой аудитории // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 4. С. 98-104.
5. Ефремова О.Н. Опыт применения инновационных образовательных технологий при обучении математике в вузе // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. 2016. № 1. С. 21-28.
6. Кудрявцев Л.Д. Мысли о современной математике и ее изучении. М.: Физматлит, 2008. 434 с.
7. Попов А.И., Пучков Н.П. Инновационные образовательные технологии творческого развития студентов. Тамбов: Изд-во ТГТУ, 2013. 80 с.
8. Родионов М.А., Федосеев В.М., Дедовец Ж. Специфика преподавания математических дисциплин в условиях информатизации образования // Интеграция образования. 2014. № 1. С. 31-36.
9. Саранцев Г.И. Гармонизация профессиональной подготовки бакалавра по направлению «Педагогическое образование» // Интеграция образования. 2016. Т. 20. № 2. С. 211-219.
10. Смирнов Е.И., Трофимец Е.Н. Проектирование информационно-аналитической среды математической подготовки в вузе // Ярославский педагогический вестник. 2017. № 5. С. 110-116.
11. Харитонов О.В. Развитие учебно-познавательной компетентности старшеклассников на уроках геометрии: дисс. ... канд. пед. наук. СПб., 2006. 167 с.
12. Ястребов А.В., Кузнецова И.В., Мифтахова О.А. Интеграция традиционных и инновационных технологий в математической подготовке студентов технического вуза // Ярославский педагогический вестник. 2018. № 2. С. 88-94.

13. Flegg J., Mallet D., Lupton M. Students' perceptions of the relevance of mathematics in engineering // International journal of mathematical education in science and technology. 2012. Vol. 43. № 6. pp. 717-732.
14. Koopman C. Epistemology, didactics, and instructional design for engineering education // Journal of engineering education. 2015. Vol. 9. № 2. pp. 159-171.
15. Zakaria E., Salleh T. Using technology in learning integral calculus // Mediterranean journal of social sciences. 2015. Vol. 6. № 5. pp. 144-148.

Pedagogical strategies for effective teaching of the discipline «Mathematical analysis» at a technical university

Zhanna G. Vegera

Associate professor

MIREA – Russian Technological University

Moscow, Russia

Vegera2024@mail.ru

ORCID 0000-0000-0000-0000

Received 08.08.2024

Accepted 28.07.2024

Published 30.10.2024

UDC 378.147:517(075.8)

DOI 10.25726/h4201-0327-6749-t

EDN BNQTM1

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

OECD 05.03.HE. EDUCATION, SPECIAL

Abstract

The article is devoted to the development of effective pedagogical strategies for teaching mathematical analysis in technical universities. The relevance of the topic is due to the need to improve the quality of mathematical training of engineers in the context of digitalization and accelerated technological development. The purpose of the study is to identify and substantiate a set of methodological approaches that ensure students' assimilation of fundamental concepts and methods of mathematical analysis, the development of abstract thinking and skills for solving applied problems. The paper uses methods of conceptual analysis of scientific literature, pedagogical experiment, and statistical data processing. The empirical basis was a sample of 120 students of 1-2 courses of technical specialties. As a result of the study, the key principles and conditions for effective teaching of mathematical analysis were identified: ensuring the continuity of school and university mathematics ($r=0.78$), integration of traditional and innovative technologies ($d=1.24$), reliance on professional context in the selection of content ($p=0.82$). A method of adaptive blended learning was developed and tested, which showed a significant increase in academic performance in the experimental group ($t=4.87$; $p<0.01$). The obtained results contribute to the development of the theory and practice of mathematical education in engineering universities, opening up prospects for further optimization of methods and means of teaching fundamental disciplines.

Keywords

mathematical analysis, engineering education, pedagogical strategies, adaptive learning, professional context, digital technologies.

References

1. Bersenev M.V., Melnikov Yu.B. Fundamentalization of mathematics education in a technical university // *Izvestia of the Ural State University of Economics*. 2018. № 4. pp. 116-127.
2. Verbitsky A.A. Contextual learning: theory and practice. M.: Egves, 2017. 248 p.
3. Galperin P.Ya. Lectures on psychology. M.: University Book House, 2011. 400 p.
4. Dalinger V.A. Continuity in teaching mathematics: from the school bench to the student audience // *Modern problems of science and education*. 2014. № 4. pp. 98-104.
5. Efremova O.N. The experience of using innovative educational technologies in teaching mathematics at a university // *Bulletin of the Peoples' Friendship University of Russia. Series: Informatization of education*. 2016. № 1. pp. 21-28.
6. Kudryavtsev L.D. Thoughts on modern mathematics and its study. M.: Fizmatlit, 2008. 434 p.
7. Popov A.I., Puchkov N.P. Innovative educational technologies of creative development of students. Tambov: Publishing house of Tambov State Technical University, 2013. 80 p.
8. Rodionov M.A., Fedoseev V.M., Dedovets J. The specifics of teaching mathematical disciplines in the context of informatization of education // *Integration of education*. 2014. № 1. pp. 31-36.
9. Sarantsev G.I. Harmonization of bachelor's professional training in the field of «Pedagogical education» // *Integration of education*. 2016. Vol. 20. № 2. pp. 211-219.
10. Smirnov E.I., Trofimets E.N. Designing an information and analytical environment for mathematical training at a university // *Yaroslavl Pedagogical Bulletin*. 2017. № 5. pp. 110-116.
11. Kharitonova O.V. Development of educational and cognitive competence of high school students in geometry lessons: diss. ... cand. of pedagog. scien. SPb., 2006. 167 p.
12. Yastrebov A.V., Kuznetsova I.V., Miftakhova O.A. Integration of traditional and innovative technologies in mathematical training of students of a technical university // *Yaroslavl Pedagogical Bulletin*. 2018. № 2. pp. 88-94.
13. Flegg J., Mallet D., Lupton M. Students' perceptions of the relevance of mathematics in engineering // *International journal of mathematical education in science and technology*. 2012. Vol. 43. № 6. pp. 717-732.
14. Koopman C. Epistemology, didactics, and instructional design for engineering education // *Journal of engineering education*. 2015. Vol. 9. № 2. pp. 159-171.
15. Zakaria E., Salleh T. Using technology in learning integral calculus // *Mediterranean journal of social sciences*. 2015. Vol. 6. № 5. pp. 144-148.