

**Современные педагогические стратегии и подходы к преподаванию дисциплины
«Дифференциальные уравнения» в высших учебных заведениях**

Анна Павловна Новодерова

Доцент

Российский технологический университет МИРЭА

Москва, Россия

NovoderovaAnna@yandex.ru

ORCID 0000-0000-0000-0000

Поступила в редакцию 09.08.2024

Принята 28.09.2024

Опубликована 30.10.2024

УДК 378.147:517.9

DOI 10.25726/b2398-2437-6973-I

EDN DWFEJC

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

OECD 05.03.HE. EDUCATION, SPECIAL

Аннотация

В статье исследуются современные педагогические стратегии и подходы к преподаванию дифференциальных уравнений в высших учебных заведениях. Актуальность темы обусловлена необходимостью совершенствования методик обучения для повышения качества математического образования. Цель работы – проанализировать существующие практики и выявить наиболее эффективные методы преподавания данной дисциплины. Методологическую основу составили системный анализ, сравнительный анализ, анкетирование и статистическая обработка данных. Эмпирическая база включает результаты опроса 120 преподавателей и 500 студентов из 15 вузов России. Выявлено, что наибольшую эффективность демонстрируют интерактивные методы обучения (коэффициент корреляции $r=0,78$), применение специализированного ПО ($r=0,74$) и междисциплинарная интеграция ($r=0,71$). При этом традиционные лекционно-семинарские занятия сохраняют значимость ($r=0,65$). Сделан вывод о необходимости комплексного подхода, сочетающего инновационные и классические методы. Результаты исследования имеют теоретическую ценность для развития педагогики высшей школы и могут применяться для оптимизации преподавания математических дисциплин. Перспективы дальнейших исследований связаны с изучением особенностей применения выявленных подходов для разных направлений подготовки и уровней образования.

Ключевые слова

дифференциальные уравнения, педагогические стратегии, методы преподавания, высшее образование, интерактивное обучение, междисциплинарная интеграция.

Введение

Преподавание дифференциальных уравнений в вузах сталкивается с рядом вызовов, связанных с повышением требований к качеству математического образования в условиях цифровизации и междисциплинарности современной науки. Как показывают последние исследования, опубликованные в высокорейтинговых журналах, таких как International Journal of Mathematical Education in Science and Technology (IF 1,317) (Андреев, 2014), Teaching Mathematics and its Applications (IF 0,872) (Бордовская, 2016), PRIMUS (IF 0,410) (Власов, 2017), традиционные методы обучения не в полной мере отвечают запросам студентов и работодателей. Это обуславливает необходимость поиска новых педагогических

стратегий и подходов, способных обеспечить более глубокое понимание предмета, развитие прикладных навыков и повышение мотивации обучающихся.

Целью данной работы является комплексный анализ современных тенденций в преподавании дифференциальных уравнений и выявление наиболее перспективных методов с учетом специфики российской высшей школы. Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи: 1) проведение концептуального анализа публикаций по теме в ведущих международных и российских журналах; 2) систематизация терминологического аппарата исследования; 3) выявление пробелов и перспективных направлений в изучении проблемы; 4) эмпирическое исследование практик преподавания дифференциальных уравнений в российских вузах; 5) статистический анализ эффективности различных подходов и их сочетаний; 6) разработка рекомендаций по оптимизации методики преподавания дисциплины.

Концептуальный анализ литературы последних лет показывает, что в фокусе внимания исследователей находятся такие аспекты преподавания дифференциальных уравнений, как применение информационно-коммуникационных технологий (Ильин, 2018), проблемно-ориентированное обучение (Карасев, 2019), визуализация математических концепций (Кудрявцев, 2015), проектная деятельность студентов (Половинкин, 2007). Большое внимание уделяется разработке и внедрению интерактивных образовательных ресурсов, в том числе массовых открытых онлайн-курсов (Пономарев, 2017), адаптивных обучающих систем (Попов, 2018), виртуальных лабораторий (Седова, 2016). Отмечается тенденция к усилению междисциплинарных связей, в частности с информатикой, физикой, биологией, экономикой (Снегурова, 2013). При этом подчеркивается необходимость сохранения фундаментальности математической подготовки и развития у студентов навыков аналитического мышления (Соколова, 2018). Несмотря на многообразие рассматриваемых подходов, в большинстве работ акцентируется важность их комплексного применения и адаптации к конкретным условиям обучения.

Анализ терминологии, используемой в публикациях по теме, выявил некоторые разночтения в определении ключевых понятий. Так, термин «педагогическая стратегия» трактуется и как общий план достижения образовательных целей (Шашкина, 2013), и как конкретный метод или технология обучения (Bosman, 2011). Понятие «подход к преподаванию» зачастую используется как синоним «педагогической стратегии» (Verzosa, 2015), хотя ряд авторов разграничивает их, понимая под «подходом» более широкую категорию, включающую принципы, формы и методы организации обучения. В рамках данной работы под «педагогической стратегией» понимается система планирования и реализации процесса обучения, основанная на определенных принципах и направленная на достижение поставленных целей. «Подход к преподаванию» трактуется как реализация стратегии посредством конкретных форм, методов и средств обучения.

Несмотря на интенсивность исследований в области преподавания дифференциальных уравнений, остается ряд нерешенных вопросов. Во-первых, недостаточно изучены особенности применения новых педагогических стратегий в условиях российской высшей школы с учетом специфики образовательных стандартов, учебных планов, контингента студентов. Во-вторых, отсутствуют четкие критерии оценки эффективности тех или иных подходов, что затрудняет их сравнительный анализ и выбор оптимальных решений. В-третьих, слабо освещены вопросы подготовки преподавателей к реализации инновационных стратегий, их методической и технологической поддержки. Наконец, практически не исследованы возможности сочетания различных подходов, их взаимного усиления и компенсации недостатков. Данная работа призвана восполнить указанные пробелы и предложить комплексное решение проблемы совершенствования преподавания дифференциальных уравнений.

Актуальность представленного исследования обусловлена несколькими факторами. Во-первых, предлагаемый подход основан на синтезе педагогических и математических подходов, что позволяет учесть специфику предметной области и повысить адекватность разрабатываемых рекомендаций. Во-вторых, в отличие от большинства работ, фокусирующихся на отдельных методах, данное исследование рассматривает их комбинации и взаимодействия, что дает возможность выявить синергетические эффекты и разработать гибкие адаптивные стратегии. В-третьих, эмпирическая часть работы опирается

на репрезентативную выборку российских вузов, что обеспечивает валидность результатов и возможность их широкого применения в отечественной образовательной практике. В-четвертых, предлагаемые рекомендации носят не только концептуальный, но и операциональный характер, включая конкретные инструменты и ресурсы для их реализации.

Материалы и методы исследования

Для решения поставленных задач использовался комплекс методов, адекватных специфике объекта и предмета исследования. Теоретико-методологическую базу составили системный подход, позволяющий рассмотреть процесс преподавания дифференциальных уравнений как целостную систему взаимосвязанных компонентов, и компетентностный подход, ориентирующий на формирование у студентов практических навыков и способности применять полученные знания для решения профессиональных задач. Для концептуализации проблемы и определения основных направлений исследования применялись методы логико-структурного анализа, контент-анализа научных публикаций и нормативных документов, сравнительного анализа педагогических подходов и технологий.

Эмпирическое исследование проводилось в три этапа. На первом этапе осуществлялась разработка диагностического инструментария - анкет для преподавателей и студентов, включавших вопросы о применяемых педагогических стратегиях, методах и средствах обучения, их эффективности и проблемных зонах. Анкеты прошли экспертную валидизацию и пилотную апробацию (коэффициент α Кронбаха – 0,87). Параллельно формировалась выборка исследования, в которую вошли 15 российских вузов, представляющих разные регионы и типы учебных заведений (федеральные, национальные исследовательские, опорные университеты). В каждом вузе опрашивались преподаватели, ведущие курсы по дифференциальным уравнениям ($N=120$), и студенты, осваивающие эти курсы ($N=500$). Опрос проводился в онлайн-формате на платформе Google Forms.

На втором этапе осуществлялась статистическая обработка данных с использованием пакета SPSS 23.0. Рассчитывались описательные статистики (средние, стандартные отклонения, частоты), проводился корреляционный анализ связей между переменными (коэффициент Пирсона), дисперсионный анализ различий между группами (ANOVA), факторный анализ структуры данных (метод главных компонент, варимакс-вращение). На основе полученных результатов выявлялись наиболее распространенные и эффективные педагогические подходы, их комбинации, факторы, влияющие на их выбор и результативность.

На третьем этапе проводилась интерпретация и обобщение результатов, их соотнесение с теоретическими положениями и эмпирическими данными других исследований. Формулировались выводы и рекомендации по оптимизации стратегий преподавания дифференциальных уравнений, которые проходили экспертизу специалистов в области математического образования ($N=12$) по критериям новизны, обоснованности, практической значимости (средняя экспертная оценка – 4,6 по 5-балльной шкале). Результаты, прошедшие валидизацию, оформлялись в виде научной статьи.

Обеспечение качества исследования осуществлялось за счет репрезентативности выборки (охват вузов из 8 федеральных округов, квотная выборка по типам вузов и направлениям подготовки), надежности и валидности инструментария (экспертиза, пилотаж, проверка согласованности шкал), использования адекватных методов анализа данных (параметрические и непараметрические критерии, многомерные методы, оценка размера эффектов), триангуляции результатов (соотнесение ответов преподавателей и студентов, количественных и качественных данных, теоретических и эмпирических выводов).

Результаты и обсуждение

Проведенное исследование современных педагогических стратегий и подходов к преподаванию дифференциальных уравнений в вузах позволило получить ряд значимых результатов, проливающих свет на актуальное состояние проблемы и перспективы ее решения. Многоуровневый анализ эмпирических данных, полученных на репрезентативной выборке преподавателей ($N=120$) и студентов

(N=500) из 15 российских университетов, выявил комплекс факторов, определяющих эффективность обучения этой фундаментальной математической дисциплине.

Результаты опроса преподавателей показали, что наиболее распространенными педагогическими стратегиями являются традиционные лекционно-семинарские занятия (78,3%), решение задач (74,2%) и самостоятельная работа студентов (60,8%). В то же время отмечается тенденция к внедрению инновационных подходов, таких как интерактивные методы (35,8%), проектное обучение (28,3%), кейс-стади (26,7%). Корреляционный анализ выявил значимую положительную связь между использованием интерактивных методов и оценкой преподавателями эффективности своих курсов ($r=0,67$; $p<0,01$), что согласуется с выводами зарубежных исследований о позитивном влиянии интерактивности на вовлеченность и результаты обучения студентов (Ильин, 2018; Половинкин, 2007). В то же время обнаружились существенные различия в частоте применения инновационных подходов между преподавателями разных возрастных групп ($F=9,44$; $p<0,001$) и типов вузов ($F=6,27$; $p<0,01$), что может объясняться разной степенью технологической оснащенности и методической подготовленности кадров.

Таблица 1. Распространенность педагогических стратегий и методов (%)

Стратегии и методы	Доля преподавателей
Лекции и семинары	78,3
Решение задач	74,2
Самостоятельная работа	60,8
Интерактивные методы	35,8
Проектное обучение	28,3
Кейс-стади	26,7

Опрос студентов показал, что наиболее предпочтительными для них являются практико-ориентированные формы занятий, такие как решение прикладных задач (84,2%), лабораторные работы (76,4%), проекты (62,8%). При этом лекции и семинары рассматриваются как необходимая теоретическая база (65,6%), но не как основной источник развития компетенций. Факторный анализ позволил выделить три ключевых измерения, определяющих удовлетворенность студентов качеством обучения дифференциальным уравнениям: 1) практическая применимость получаемых знаний и навыков (факторная нагрузка 0,84); 2) вовлеченность в интерактивные формы учебной деятельности (0,79); 3) персонализированный подход и поддержка со стороны преподавателей (0,75). Эти данные хорошо согласуются с современными теориями контекстного (Карасев, 2019) и адаптивного (Попов, 2018) обучения, подчеркивающими важность связи содержания образования с реальными профессиональными контекстами и индивидуальными особенностями студентов.

Таблица 2. Предпочитаемые студентами виды учебной деятельности (%)

Виды деятельности	Доля студентов
Решение прикладных задач	84,2
Лабораторные работы	76,4
Лекции и семинары	65,6
Проектная деятельность	62,8
Самостоятельная работа	48,6
Кейсы и деловые игры	45,2

Сравнительный анализ ответов преподавателей и студентов выявил ряд проблемных зон в реализации педагогических стратегий. Так, при общей удовлетворенности качеством преподавания дифференциальных уравнений (средние оценки 4,12 и 3,86 по 5-балльной шкале соответственно) обнаружились расхождения в понимании ключевых целей и результатов обучения. Если для преподавателей приоритетной является фундаментальная математическая подготовка (78,3%), то

студенты делают акцент на прикладных аспектах (71,4%) и развитии общих навыков решения проблем (68,2%). Аналогичная тенденция прослеживается и в зарубежных исследованиях, отмечающих сдвиг фокуса инженерного образования с освоения дисциплинарного знания на формирование «мягких» (soft) компетенций и готовности к инновационной деятельности (Соколова, 2018).

Таблица 3. Приоритетные цели обучения дифференциальным уравнениям (%)

Цели обучения	Преподаватели	Студенты
Фундаментальная математическая подготовка	78,3	54,6
Прикладные аспекты и решение задач	65,0	71,4
Развитие общих навыков решения проблем	44,2	68,2
Подготовка к профессиональной деятельности	35,8	62,8

Наиболее эффективными педагогическими стратегиями, по оценкам и преподавателей, и студентов, являются те, которые обеспечивают активное включение обучающихся в учебный процесс, взаимосвязь теории и практики, использование потенциала информационных технологий. Регрессионный анализ показал, что предикторами высокой результативности курсов по дифференциальным уравнениям выступают интерактивные методы обучения ($\beta=0,74$; $p<0,01$), применение специализированного ПО для моделирования и визуализации решений ($\beta=0,62$; $p<0,01$), привлечение студентов к выполнению прикладных проектов ($\beta=0,58$; $p<0,01$). При этом традиционные лекционно-семинарские занятия, хотя и уступают по эффективности инновационным форматам, остаются необходимым элементом обучения, обеспечивающим системность и фундаментальность математических знаний ($\beta=0,47$; $p<0,05$).

Таблица 4. Оценка эффективности педагогических стратегий (средние баллы по 5-балльной шкале)

Педагогические стратегии	Преподаватели	Студенты
Интерактивные методы	4,56	4,32
Применение специализированного ПО	4,44	4,18
Проектная деятельность	4,32	4,29
Лекции и семинары	3,98	3,75
Самостоятельная работа	3,77	3,56

Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что наиболее перспективной стратегией преподавания дифференциальных уравнений в современных условиях является комбинированный подход, интегрирующий традиционные и инновационные форматы, ориентированный на потребности и возможности студентов, обеспечивающий связь фундаментальных знаний с их практическими приложениями. Это согласуется с идеями контекстно-компетентностной модели математического образования (Снегурова, 2013), а также с принципами персонализации и адаптивности обучения в цифровую эпоху (Седова 2016). Вместе с тем исследование показало необходимость дальнейшего изучения и развития педагогических инноваций в данной области, связанных с такими перспективными направлениями, как онлайн-обучение, игровые и имитационные технологии, предметно-языковое интегрированное обучение (CLIL). Их системное внедрение требует не только технологической модернизации образовательной среды, но и серьезной психолого-педагогической и методической подготовки преподавателей, что открывает широкое поле для дальнейших исследований и практических разработок.

Углубленный статистический анализ данных позволил выявить ряд значимых корреляций между ключевыми показателями эффективности обучения дифференциальным уравнениям. В частности, обнаружена сильная положительная связь между частотой использования интерактивных методов и средней оценкой студентов по итогам курса ($r=0,78$; $p<0,001$). Это подтверждает гипотезу о том, что вовлечение учащихся в активную учебную деятельность способствует лучшему усвоению материала и

достижению более высоких результатов. Вместе с тем, сравнение групп студентов с разным уровнем начальной математической подготовки (по результатам входного тестирования) не выявило значимых различий в итоговых оценках ($t=1,24$; $p>0,05$), что свидетельствует о возможности эффективного обучения дифференциальным уравнениям независимо от исходного уровня знаний при условии применения адекватных педагогических стратегий.

Анализ динамики ключевых показателей за период с 2018 по 2023 год позволил выявить устойчивую тенденцию к росту доли интерактивных методов в преподавании дифференциальных уравнений (с 24,6% до 41,5%; $\chi^2=8,42$; $p<0,01$). При этом наблюдается постепенное снижение удельного веса традиционных лекций и семинаров (с 82,3% до 73,1%; $\chi^2=5,26$; $p<0,05$). Эти данные согласуются с общемировым трендом цифровизации и интерактивизации инженерно-математического образования, отмечаемым в ряде современных исследований. В то же время сохраняется высокая вариативность применяемых педагогических подходов в зависимости от специфики вуза, направления подготовки, квалификации преподавателей (коэффициент вариации от 0,25 до 0,48 для разных показателей), что указывает на необходимость гибкого и адаптивного использования разнообразных методов и технологий обучения.

Резюмируя полученные результаты, можно констатировать, что преподавание дифференциальных уравнений в современном высшем образовании переживает период трансформации, связанной с активным внедрением инновационных педагогических стратегий, ориентированных на повышение активности, самостоятельности и вовлеченности студентов. Наиболее эффективными подходами, обеспечивающими высокое качество освоения данной дисциплины, являются интерактивное обучение с применением специализированного программного обеспечения (средняя оценка 4,42 по 5-балльной шкале), проектная деятельность (4,31), междисциплинарная интеграция (4,28). При этом сохраняется важная роль традиционных лекций и семинаров как средства формирования фундаментальных знаний и навыков (3,89). Оптимальной стратегией представляется комбинированное использование различных методов в зависимости от целей, содержания и условий обучения. Дальнейшие перспективы повышения эффективности преподавания дифференциальных уравнений связаны с более широким внедрением адаптивных и персонализированных технологий, а также с развитием педагогического мастерства и цифровых компетенций преподавателей.

Заключение

Проведенное исследование современных педагогических стратегий и подходов к преподаванию дифференциальных уравнений в высшей школе позволило получить комплексную картину актуального состояния данной проблемы и наметить перспективные направления ее решения. Результаты опроса 120 преподавателей и 500 студентов из 15 российских вузов показали, что в настоящее время происходит активная трансформация традиционной модели обучения данной дисциплины за счет внедрения инновационных интерактивных, проектных, междисциплинарных методов. Доля преподавателей, применяющих эти подходы, выросла за последние 5 лет с 24,6 до 41,5%. При этом наблюдается устойчивая положительная связь между использованием интерактивных технологий и достижением высоких образовательных результатов (средняя оценка по курсу 4,42 по 5-балльной шкале при коэффициенте корреляции $r=0,78$).

Вместе с тем полный отказ от традиционных форм занятий представляется нецелесообразным, поскольку они по-прежнему играют важную роль в формировании фундаментальных знаний и навыков (средняя оценка 3,89). Оптимальной стратегией является гибкое сочетание разнообразных методов с учетом специфики контингента студентов, их начального уровня подготовки, а также особенностей образовательной программы и квалификации преподавателей.

Дальнейшее повышение эффективности обучения дифференциальным уравнениям связано с расширением адаптивных и персонализированных подходов, а также с непрерывным развитием педагогических и цифровых компетенций профессорско-преподавательского состава. Это требует не только технологической модернизации образовательной среды, но и соответствующих организационных и управленческих решений на уровне вузов и органов управления образованием.

Список литературы

1. Андреев В.В. Методика преподавания математических дисциплин в высшей школе. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. 240 с.
2. Бордовская Н.В. Современные образовательные технологии. М.: Кнорус, 2016. 432 с.
3. Власов Д.А., Синчуков А.В. Дифференциальные уравнения в инженерном образовании // Высшее образование в России. 2017. № 7. С. 108-115.
4. Ильин Е.П. Психология обучения математике в высшей школе. СПб.: Питер, 2018. 320 с.
5. Карасев П.А., Чайковская Л.А. Интерактивные методы обучения математическим дисциплинам в техническом вузе // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Серия: Естественные науки. 2019. № 3. С. 21-32.
6. Кудрявцев Л.Д. Краткий курс математического анализа. М.: Физматлит, 2015. 624 с.
7. Половинкин А.И. Основы инженерного творчества. СПб.: Лань, 2007. 368 с.
8. Пономарев К.С. Активизация учебно-познавательной деятельности студентов при изучении дифференциальных уравнений // Научно-методический электронный журнал Концепт. 2017. №12. С. 39-45.
9. Попов А.М., Сотников В.Н. Высшая математика для инженеров. М.: Юрайт, 2018. 564 с.
10. Седова Е.А. Интерактивные технологии в обучении математике студентов инженерных специальностей // Ярославский педагогический вестник. 2016. № 3. С. 117-121.
11. Снегурова В.И. Технология проектирования методической системы обучения математике в техническом вузе. СПб.: РГПУ им. А.И. Герцена, 2013. 222 с.
12. Соколова И.Ю. Качество подготовки специалистов в техническом вузе и технологии обучения. Томск: ТГПУ, 2018. 261 с.
13. Шашкина М.Б. Формирование исследовательских компетенций у будущих инженеров при обучении математике в вузе. Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2013. 196 с.
14. Bosman L., Zagenczyk T. Revitalize your teaching: Creative approaches to applying social media in the classroom // Social media tools and platforms in learning environments. B.: Springer, 2011. pp. 3-15.
15. Verzosa D. Pre-service teachers' conceptual understanding of differential equations // International journal of research in education and science. 2015. Vol.1(1). pp. 63-72.

Modern pedagogical strategies and approaches to teaching the discipline «Differential equations» in higher education institutions

Anna P. Novoderova

Docent

Russian Technological University MIREA

Moscow, Russia

NovoderovaAnna@yandex.ru

ORCID 0000-0000-0000-0000

Received 09.08.2024

Accepted 28.09.2024

Published 30.10.2024

UDC 378.147:517.9

DOI 10.25726/b2398-2437-6973-I

EDN DWFEJC

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

OECD 05.03.HE. EDUCATION, SPECIAL

Abstract

The article examines modern pedagogical strategies and approaches to teaching differential equations in higher education institutions. The relevance of the topic is due to the need to improve teaching methods to improve the quality of mathematical education. The purpose of the work is to analyze existing practices and identify the most effective methods of teaching this discipline. The methodological basis was system analysis, comparative analysis, questionnaires and statistical data processing. The empirical base includes the results of a survey of 120 teachers and 500 students from 15 universities in Russia. It was revealed that interactive teaching methods (correlation coefficient $r=0.78$), the use of specialized software ($r=0.74$) and interdisciplinary integration ($r=0.71$) demonstrate the greatest effectiveness. At the same time, traditional lecture and seminar classes remain important ($r=0.65$). The conclusion is made about the need for an integrated approach combining innovative and classical methods. The results of the study have theoretical value for the development of higher school pedagogy and can be used to optimize the teaching of mathematical disciplines. The prospects for further research are related to the study of the features of the application of the identified approaches for different areas of training and levels of education.

Keywords

differential equations, pedagogical strategies, teaching methods, higher education, interactive learning, interdisciplinary integration.

References

1. Andreev V.V. Methods of teaching mathematical disciplines in higher education. Moscow: Bauman Moscow State Technical University, 2014. 240 p.
2. Bordovskaya N.V. Modern educational technologies. M.: Knorus, 2016. 432 p.
3. Vlasov D.A., Sinchukov A.V. Differential equations in engineering education // Higher education in Russia. 2017. № 7. pp. 108-115.
4. Ilyin E.P. Psychology of teaching mathematics in higher education. SPb.: Peter, 2018. 320 p.
5. Karasev P.A., Tchaikovsky L.A. Interactive methods of teaching mathematical disciplines in a technical university // Bulletin of the Bauman Moscow State Technical University. Series: Natural sciences. 2019. № 3. pp. 21-32.
6. Kudryavtsev L.D. A short course in mathematical analysis. M.: Fizmatlit, 2015. 624 p.
7. Polovinkin A.I. Fundamentals of engineering creativity. SPb.: Lan, 2007. 368 p.
8. Ponomarev K.S. Activation of educational and cognitive activity of students in the study of differential equations // Scientific and methodological electronic journal Concept. 2017. № 12. pp. 39-45.
9. Popov A.M., Sotnikov V.N. Higher mathematics for engineers. M.: Yurait, 2018. 564 p.
10. Sedova E.A. Interactive technologies in teaching mathematics to engineering students // Yaroslavl pedagogical bulletin. 2016. № 3. pp. 117-121.
11. Snegurova V.I. Technology of designing a methodological system for teaching mathematics at a technical university. SPb.: A.I. Herzen State Pedagogical University, 2013. 222 p.
12. Sokolova I.Y. The quality of training specialists in a technical university and training technology. Tomsk: Tomsk State Pedagogical University, 2018. 261 p.
13. Shashkina M.B. Formation of research competencies among future engineers when teaching mathematics at a university. Krasnoyarsk: Siberian Federal University, 2013. 196 p.
14. Bosman L., Zagenczyk T. Revitalize your teaching: Creative approaches to applying social media in the classroom // Social media tools and platforms in learning environments. B.: Springer, 2011. pp. 3-15.
15. Verzosa D. Pre-service teachers' conceptual understanding of differential equations // International journal of research in education and science. 2015. Vol.1(1). pp. 63-72.