

Министерство образования и науки
Донецкой Народной Республики
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Донецкий национальный университет»

На правах рукописи

Королёв Марк Евгеньевич

**ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОБУЧЕНИЯ
МАТЕМАТИЧЕСКОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ СТУДЕНТОВ
В КОНТЕКСТЕ ЦИФРОВИЗАЦИИ
ВЫСШЕГО ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания
(по областям и уровням образования: математика)

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
доктора педагогических наук

Донецк – 2022

Работа выполнена в Государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Донецкий национальный университет», г. Донецк.

Научный консультант: доктор педагогических наук, профессор
Скафа Елена Ивановна

Официальные
оппоненты:

Ведущая организация:

Защита состоится в часов на заседании диссертационного совета Д 01.017.04 при ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет» по адресу: г. Донецк, ул. Университетская, 24, (Главный корпус ДонНУ, аудитория 309). Тел., факс: (062)302-07-22, (062)302-07-49, e-mail: donnu.vm@mail.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке организации по адресу: г. Донецк-01, ул. Университетская, 24,
<http://science.donnu.ru/dissertatsionnyj-sovet-d-01-017-04/>

Автореферат разослан «___» _____ 2022 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета Д 01.017.04

Е. В. Тимошенко

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Трансформации, происходящие в современном инженерном образовании, связаны с междисциплинарностью, новыми стандартами и технологиями, цифровой образовательной средой и онлайн-технологиями, взаимодействием его с высокотехнологичными бизнесом и промышленностью, созданием моделей цифровых компетенций, профессиональным образованием в системе «школа – вуз – предприятие» и многими другими актуальными аспектами. С каждым годом характер инженерной деятельности усложняется. Она все больше переплетается с социальными, экономическими, экологическими процессами, описание которых осуществляется математическими методами при решении инженерных задач. При анализе современной профессиональной деятельности инженеров специалисты говорят о четвёртой промышленной революции и среди её отличительных особенностей отмечают переход на полностью автоматизированное цифровое производство, управляемое интеллектуальными системами в режиме реального времени, в постоянном взаимодействии с внешней средой, выходящее за границы одного предприятия, с перспективой объединения в глобальную промышленную сеть.

В 2017 г. в Российской Федерации была разработана Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации. В ней определены главные приоритеты инженерной деятельности в условиях нового технологического уклада. Прогнозируется массовое внедрение в производство киберфизических систем, что предполагает применение искусственного интеллекта, больших данных, Интернета вещей, 3D-печати, виртуальной и дополненной реальности, использование роботов, действующих в автономном режиме. Подобные революционные изменения должны привести к замещению человека в значительном объёме производственных функций и к необходимости выполнения инженером принципиально новых задач, основанных на умении исследовать сложные технические процессы с использованием математического и компьютерного моделирования.

В связи с этим возникает вопрос о необходимости формирования у будущих инженеров профессиональной компетентности, структурным компонентом которой является математическая цифровая компетентность на основе овладения студентами методами математического и компьютерного моделирования.

Роль моделирования в науке, инженерных исследованиях, анализе организационных, экономических объектов и систем и, вообще, в жизни человека весьма велика. При исследовании различных сложных объектов, явлений, процессов, при создании, организации и оптимизации сложных систем моделирование является одним из самых мощных методов. Так, перед изготовлением любого технического устройства или сооружения разрабатывается его модель-проект, человек, прежде чем совершить что-либо, обдумывает возможную последовательность действий, создает некоторые модели.

То есть процесс развития науки и техники, основанный на моделировании, требует усовершенствования математических основ, позволяющих: моделировать, разрабатывать алгоритмы, использовать аппарат вычислительной техники, оценивать достоверность моделей при количественной оценке, анализе и оптимизации. А это означает, что обучение математическому моделированию, основанное на интеграции математической и прикладной науки в сочетании с цифровыми технологиями, является актуальным направлением развития современного инженерного образования.

В фундаментальном математическом образовании современного инженера математическое моделирование имеет особое значение. Обучение методам математического моделирования сочетает общую университетскую математическую подготовку с изучением и глубоким освоением современных пакетов прикладных программ. В связи с этим, в технических университетах большое внимание должно уделяться совершенствованию форм и методов преподавания дисциплин, связанных с математическим и компьютерным моделированием.

К таким дисциплинам должны быть отнесены: высшая математика как средство фундаментализации базовых знаний будущего инженера; прикладная математика как реализация высшей математики в построении технических моделей; исследование операций, методы оптимизации, многомерный статистический и факторный анализ как разновидности профессиональных дисциплин, отражающих практическую направленность инженерной подготовки.

Кроме того, электронное обучение и дистанционные образовательные технологии являются современными направлениями развития отечественной педагогики. Это подтверждается Указом Президента РФ «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы». Основными трендами электронного обучения становятся персонализированное обучение, адаптивные технологии обучения в электронной среде, а также предиктивная аналитика образовательных данных. Все это позволяет производить качественную замену традиционных форм обучения новыми, основанными на технологиях смешанного обучения, а также информационно-коммуникационных технологиях (ИКТ). При этом зачастую в дидактике хорошо исследованы способы представления знаниевого компонента обучения в электронной среде, тогда как формирование практических навыков у студентов с помощью электронной среды недостаточно представлено в отечественной педагогике. Обсуждаются проблемы сочетания традиционной и цифровой дидактики в учебном процессе вузов, разрабатываются пути их разрешения. Кроме того, актуальной является проблема сближения содержания и формы учебного процесса в электронной среде с содержанием и формой профессиональной деятельности будущих инженеров. То есть одним из возможных путей решения этих проблем является создание электронных тренажеров, разработка систем цифрового моделирования, способствующих более эффективному обучению математическому моделированию, позволяющих формировать математическую компетентность и цифровые

навыки, необходимые в дальнейшей профессиональной деятельности инженера. Такой подход актуализирует проблему создания в технических университетах виртуальных лабораторий, которые в авторской трактовке рассматриваются как информационно-образовательная среда управления процессом обучения будущих инженеров математическому и компьютерному моделированию различных технических и инженерных процессов.

Таким образом, обеспечить решение проблемы развития современного инженерного образования на основе построения системы обучения математическому моделированию путем внедрения информационно-образовательной среды технического университета является одной из ключевых задач высшего образования.

Степень разработанности темы исследования. Проблемы, связанные с повышением эффективности обучения будущих инженеров, рассматривались многими исследователями, среди них: М.Ф. Галифанов, А.И. Горнов, О.П. Жигалова, В.Г. Иванов, О.Г. Каверина, Ю.М. Казаков, М.В. Носков, Т.Ю. Полякова, Ю.П. Похолков, В.М. Приходько, М.А. Родионов, З.С. Сазонова, Е.В. Сергеева и др. В работах ученых внимание сосредоточено на фундаментализации, дифференциации, интенсификации, компьютеризации и профессиональной направленности обучения, на разработке методических систем и технологий формирования профессиональной компетентности будущих инженеров.

В обучении математике студентов инженерных направлений подготовки учеными подчеркивается необходимость обеспечения метапредметных результатов для формирования общекультурных компетенций согласно федеральным государственным образовательным стандартам высшего образования (ФГОС ВО), а также междисциплинарной интеграции. Например, в работах О.С. Билык, Н.В. Бровки, О.И. Булейко, Л.С. Васиной, О.Н. Гончаровой, Е.Г. Евсеевой, О.Е. Кириченко, Е.В. Левчук, Г.М. Семеновой, В.А. Шершневой и др. отмечается, что в системе математического инженерного образования наиболее существенной является интеграция базовой фундаментальной и вариативной специальной подготовки.

Исследуя процессы математической подготовки будущих инженеров, вопросы обучения математическому моделированию многими авторами рассматриваются с позиции профессионально направленного обучения, то есть предлагается интерпретация математического аппарата через внедрение прикладных технических задач. Однако роль математики в образовании инженеров можно рассматривать, по крайней мере, в двух аспектах: с одной стороны, инженеры должны уметь пользоваться методами математического моделирования и современной вычислительной техникой для решения практических задач, с другой стороны – обучение математике имеет большое значение для развития интеллекта, формирования математической компетентности в структуре профессиональной компетентности. К выводу о необходимости обучения методам математического моделирования для формирования профессиональной компетентности студентов в своих исследованиях приходят и зарубежные ученые, такие, как С. Bergsten, D. Berlin,

R. Broder, R. Drerher, J. Engelbrecht, P. Frejd, O. Kagesten, G. Kammasch, T. Rüttnann и др.

Учитывая тенденции интеграции системы образования Донецкой Народной Республики (ДНР) в российское образовательное пространство, важнейшей задачей высшего инженерного образования в ДНР также является подготовка высококвалифицированных инженерных кадров, способных к профессиональному росту, готовых создавать и осваивать наукоемкие технологии. Обучение будущего инженера в рамках формирования его профессиональной компетентности должно быть направлено на овладение как математическим, так и компьютерным моделированием на основе информационно-образовательной среды (ИОС) технического университета.

В настоящее время проблема развития ИОС вуза активно обсуждается научной общественностью (В.Г. Ваганова, Н.В. Днепровская, О.П. Жигалова, А.А. Зиненко, А.П. Иванов, В.А. Немтинов, Е.И. Сорокина и др.).

Внедрение ИОС в виде виртуальной лаборатории как организационно-технической системы, предназначенной для управления процессом обучения математическому моделированию при проведении различных видов учебных занятий и реализованной в виде человеко-машинного комплекса, будет способствовать овладению студентами – будущими инженерами приемами математического моделирования, приобретению ими опыта компьютерного моделирования при исследовании технических процессов и систем. Как результат, у обучающихся должно произойти формирование математической цифровой компетентности, что соответствует представлению об инженере нового технологического уклада.

Поэтому вопросы, связанные с разработкой методических основ обучения математическому моделированию будущих инженеров на основе внедрения информационно-образовательной среды технического университета, являются весьма актуальными.

Актуальность работы определена также ее направленностью на ***разрешение ряда противоречий:***

- между требованиями общества к подготовке инженерных кадров, владеющих методами математического и компьютерного моделирования для выполнения ими профессиональных задач в условиях цифровизации экономики, и невозможностью удовлетворять этим требованиям из-за недостаточного внимания педагогического сообщества к проблемам обучения математическому моделированию студентов в ракурсе стратегии развития современного инженерного образования;

- между необходимостью формирования математической цифровой компетентности у будущих инженеров и отсутствием научно-обоснованной концепции обучения математическому моделированию будущих инженеров в контексте цифровизации высшего технического образования, определяющей условия овладения такой компетентностью;

- между возможностью реализации методической системы обучения математическому моделированию будущих инженеров в контексте цифровой дидактики и неразработанностью ее компонентов;

– между необходимостью выбора, создания и внедрения специальной системы цифровых технологий и компьютерных средств учебного назначения, обеспечивающих функционирование информационно-образовательной среды технического вуза, направленной на формирование у будущих инженеров математической цифровой компетентности, и недостаточностью разработки таких средств.

Указанные противоречия и поиск путей их решения **определили проблему исследования**, суть которой заключается в теоретическом и методическом обосновании обучения математическому моделированию студентов инженерных направлений подготовки.

Путь решения проблемы мы видим в построении обоснованной концепции обучения математическому моделированию студентов в контексте цифровизации высшего инженерного образования и в разработке методической системы такого обучения, обеспечивающей ее реализацию.

Связь работы с научными программами, планами, темами. Диссертационное исследование осуществлялось в соответствии с законами об образовании ДНР и РФ, о национальных целях и стратегических задачах Российской Федерации, Программой развития цифровой экономики в РФ до 2035 года, Стратегией научно-технологического развития Российской Федерации, Стратегией развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы.

В диссертации использовались результаты, полученные автором при участии в разработке научно-исследовательских работ по темам: № Н72-05 «Разработка рабочего места «Преподаватель – студент» кафедры «Прикладная математика и информатика», Автомобильно-дорожного института ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет» (2000–2005 гг.), Г–10/41 «Конструирование эвристико-дидактических систем как средство управления обучением математике» (2016–2020 гг.) и Ф–21/40 «Организация проектно-эвристической деятельности обучающихся по математическим дисциплинам в высшей и средней школе» (с 2021 г.) кафедры высшей математики и методики преподавания математики Донецкого национального университета.

Таким образом, актуальность исследуемой проблемы, важность и необходимость повышения профессионализма будущих инженеров, а также их уровня математической цифровой компетентности обусловили выбор темы диссертационной работы *«Теоретико-методические основы обучения математическому моделированию студентов в контексте цифровизации высшего инженерного образования»*.

Цель исследования состоит в создании научно обоснованной методической системы обучения математическому моделированию будущих инженеров в контексте цифровой дидактики, направленной на формирование их математической цифровой компетентности.

Задачи исследования:

1. Определить место математического моделирования в научном познании и инженерном конструировании на основе анализа психолого-педагогической и научно-методической литературы по проблеме исследования,

выявить основные проблемы обучения математическому моделированию студентов в ракурсе стратегии развития современного инженерного образования на теоретическом уровне и рассмотреть особенности его реализации на практическом уровне.

2. Обосновать и разработать концепцию обучения математическому моделированию студентов в контексте цифровизации высшего инженерного образования на основе современных методологических подходов инженерной педагогики, с учетом принципов цифровой дидактики и внедрения информационно-образовательной среды вуза.

3. Осуществить проектирование и разработку методической системы обучения математическому моделированию студентов, способной обеспечить эффективность формирования математической цифровой компетентности для осуществления инновационной инженерной деятельности.

4. Разработать учебно-методический инструментарий системы обучения математическому моделированию студентов – будущих инженеров, направленный на освоение математического и компьютерного моделирования; определить целесообразность и перспективу его включения в информационно-образовательную среду технического университета.

5. Обосновать условия представления ИОС в виде виртуальной лаборатории как организационно-технической системы, предназначенной для управления процессом обучения математическому моделированию при проведении различных видов учебных занятий и реализованной в виде человеко-машинного комплекса, основным режимом которого является адаптивный диалог между обучающимися и пакетом прикладных программ.

6. Осуществить опытно-экспериментальную проверку эффективности авторской методической системы обучения математическому моделированию студентов и внедрить ее в учебный процесс.

Объект исследования – математическая подготовка студентов инженерных направлений в высшей технической школе.

Предмет исследования – процесс обучения математическому моделированию будущих инженеров в контексте цифровизации высшего технического образования.

Научная новизна работы состоит в том, что *впервые*:

– *предложен* технологический подход к обучению математическому моделированию студентов инженерных направлений подготовки, основанный на интеграции высшей и прикладной математики в контексте цифровизации высшего инженерного образования и технологиях «перевернутый класс», смешанного, гибридного обучения;

- *введены понятия*:

математическая цифровая компетентность специалиста в области инженерии как компетентность, которая характеризуется знанием, пониманием математического языка и цифровых инструментов для использования их в инженерной деятельности, владением как математических, так и цифровых компетенций, определяющих готовность и способность решать проблемы инженерии средствами математического и компьютерного моделирования;

обучение математическому моделированию будущих инженеров в условиях цифровизации высшего технического образования представлено как обучение студентов, направленное на овладение приемами математического и компьютерного моделирования в предметных областях математических дисциплин, построенное на основе технологий смешанного и гибридного обучения, которое является частью фундаментальной подготовки в системе современного инженерного образования;

виртуальная лаборатория по математическому и компьютерному моделированию как организационно-техническая система управления процессом обучения будущих инженеров математическому и компьютерному моделированию различных технических и инженерных процессов;

интерактивный метод обучения будущих инженеров математическому моделированию рассматривается как метод, основанный на активном взаимодействии трех составляющих: «преподаватель – студент, студент – преподаватель, студент – студент», с обязательным включением электронных образовательных ресурсов, обеспечивающих осмысленное овладение процессом математического моделирования при решении инженерных задач;

система профессионально ориентированных задач по овладению приемами математического моделирования студентами технических направлений подготовки как сочетание и последовательность задач профессионального содержания в дисциплинах высшей и прикладной математики, которые способствуют развитию математической цифровой компетентности будущих инженеров;

– *разработаны:*

научная концепция обучения математическому моделированию студентов в условиях цифровизации высшего инженерного образования, базисом которой являются современные методологические подходы инженерной педагогики, принципы цифровой дидактики и информационно-образовательная среда вуза в виде организационно-технической системы, представленной виртуальной лабораторией, которая показала свою состоятельность и эффективность;

методическая система обучения математическому моделированию (цели, содержание, методы, организационные формы и средства обучения);

– *определены:*

критерии эффективности методической системы обучения математическому моделированию, выражающиеся системой показателей достигнутых результатов сформированности математической цифровой компетентности будущих инженеров;

– *уточнены:*

принципы цифровой дидактики, к которым относятся: персонализации, целесообразности, гибкости и адаптивности, успешности, обучения в сотрудничестве и взаимодействии, практико-ориентированности, нарастания сложности, насыщенности образовательной среды, полимодальности (мультимедийности), включенного оценивания;

основные психологические и педагогические предпосылки, на основе которых разработана система обучения математическому моделированию;

требования к будущему инженеру, проявляющиеся через профессионально важные качества, готовность к выполнению профессиональной деятельности, психофизиологические свойства личности, профессиональную культуру, профессиональные способности, а также через сформированность математической цифровой компетентности;

– *дальнейшее развитие получили:* система целей обучения математическому моделированию на основе выделения субкомпетенций; образовательные технологии, построенные на основе сочетания традиционных и цифровых подходов к процессу обучения математическому моделированию в виде технологий смешанного, перевернутого и гибридного обучения.

Теоретическая и практическая значимость исследования

Теоретическая значимость исследования заключается в том, что:

– определено место математического моделирования в научном познании и инженерном конструировании;

– обобщены теоретико-методологические основы и методические рекомендации по повышению теоретического уровня преподавания дисциплин математического блока в той ее части, которая относится к организации системы обучения математическому моделированию по использованию инновационных методов цифровой дидактики, проектных и эвристических технологий и приемов самоорганизации студентов;

– обоснованы условия представления информационно-образовательной среды технического университета в виде виртуальной лаборатории;

– обоснована эффективность методики обучения математическому моделированию будущих инженеров, сочетающей в себе основы математического и цифрового знаний.

Практическое значение полученных результатов заключается:

– в создании системы компьютерного назначения «Автоматизированное рабочее место “Преподаватель – студент”» (АРМ) как средства обучения математическому и компьютерному моделированию студентов технических направлений подготовки;

– в *разработке и внедрении виртуального лабораторного комплекса*, средствами которого являются: мультимедийные тренажеры и компьютерные программы, обеспечивающие проведение интегрированных лабораторных работ по математике; игровые модели, встроенные в АРМ для обучения студентов выполнению действий по созданию математических моделей и проверки результатов их решения; компьютерные симуляторы специального назначения для использования их на практических занятиях по прикладной математике и проведению виртуальных лабораторных работ по моделированию действий, происходящих в реальных производственных и технологических процессах;

– в *разработке авторских учебных и учебно-методических пособий* профессиональной направленности для обучения студентов – будущих инженеров математическому и компьютерному моделированию:

«Прикладные аспекты математики», «Практикум для практических и лабораторных работ, учебных практик по теме «Электронная таблица MS

Excel», «Практикум для выполнения работ по «Прикладному программированию», «Использование вычислительной техники и пакета прикладной программы Mathcad в отрасли», «Выполнение расчетно-графических работ по дисциплине “Прикладная математика”», «Дослідження операцій і методи оптимізації» и др.;

- в *разработке методических рекомендаций* по выполнению курсовой работы по дисциплине «Информатика»;

- в *апробации методики обучения математическому моделированию*, целью которой было формирование у студентов математической цифровой компетентности.

На основе комплекса авторских опросников разработаны и внедрены в практику обучения в высшей технической школе материалы, направленные на мониторинг выявления и развитости у студентов и выпускников математической цифровой компетентности, включающие: определение уровня сформированности внутренней мотивации к изучению математики студентов инженерных направлений подготовки; выявление отношения студентов инженерных направлений подготовки к необходимости изучения математического моделирования для использования его в будущей профессиональной деятельности; диагностика самооценки уровня овладения методами математического и компьютерного моделирования выпускниками технических университетов.

Методология и методы исследования. Методологическую основу исследования составляют теоретические положения: инженерной педагогики (Е.В. Богомоллова, А.О. Горнов, В.Г. Иванов, Ю.М. Казаков, А.И. Рудской, В.М. Приходько, З.С. Сазонова и др.); организации учебного процесса в высшей школе (В.Г. Ваганова, С.М. Вишнякова, Н.В. Бровка, О.Н. Гончарова, Е.Г. Евсеева, О.А. Малыгина, М.В. Носков, Б.А. Сазонов и др.); компьютеризации высшего образования (Н.В. Бровка, В.В. Казаченок, М.В. Носков, И.В. Роберт, П.Д. Рабинович, А.А. Русаков и др.); компетентностного подхода к обучению и воспитанию (Э.Ф. Зеер, И.А. Зимняя, Г.К. Селевко, Е.И. Скафа, В.А. Сластенин, А.В. Хуторской и др.); деятельностного подхода к обучению в высшей школе (Г.А. Атанов, Е.Г. Евсеева, З.А. Решетова, Н.Ф. Талызина и др.); личностно-ориентированного подхода (И.О. Ваганова, А.К. Дашкова, М.П. Данилкова, С.И. Маслов, В.В. Сериков и др.); теории эвристического и проблемного обучения в высшей школе (А.Д. Король, Е.И. Скафа, А.В. Хуторской и др.); комплексного, системного, интегративного, синергетического подходов (Е.В. Богомоллова, Н.В. Бровка, Е.Г. Евсеева, Н.А. Тарасов, К.А. Татаринов, А.В. Хуторской и др.); формирования адаптации будущих инженеров к учебно-профессиональной деятельности в вузе (А.К. Дашкова, Н.В. Мормужева, Е.И. Муратова, Е.И. Скафа, И.В. Федоров и др.).

При выполнении поставленных задач в работе использовались такие *исследовательские методы*: *теоретические* – изучение и анализ педагогической, психологической, методической, специальной литературы по инженерной педагогике, в которой освещались проблемы профессиональной

подготовки будущих инженеров, обобщения и систематизации теоретических положений с целью разработки концепции исследования; изучение и обобщение опыта процесса обучения математическим дисциплинам для выявления преимуществ и недостатков процесса проектирования системы обучения математическому моделированию; анализ ФГОС ВО РФ и основных образовательных программ по инженерным направлениям подготовки студентов Российской Федерации и Донецкой Народной Республики; учебных и учебно-методических пособий по математическому моделированию с целью обоснования новых подходов для совершенствования процесса обучения математическому и компьютерному моделированию; прогнозирование и обобщение результатов исследования для раскрытия научных аспектов обозначенной проблемы; методы вычислительной педагогики для выбора наиболее продуктивных форм организации обучения; *эмпирические* – наблюдение, анкетирование, интервьюирование, тестирование, метод экспертных оценок для определения уровня сформированности математической цифровой компетентности студентов и выпускников образовательных учреждений инженерной направленности; педагогический эксперимент с целью проверки эффективности спроектированной методической системы обучения математическому моделированию; методы математической статистики для проведения качественного и количественного анализа результатов эксперимента (М.И. Грабарь, М.Г. Коляда, К.А. Краснянская, Д.А. Новиков и др.).

Положения, выносимые на защиту

1. Методологическую основу цифровой трансформации обучения математическому моделированию составляют деятельностный, профессионально-ориентированный, компетентностный, проектно-эвристический, синергетический, личностно-ориентированный подходы, фундаментализация и цифровизация высшего инженерного образования. Педагогической основой такого обучения являются принципы цифровой дидактики: доминирования, персонализации, целесообразности, гибкости и адаптивности, успешности, обучения в сотрудничестве и взаимодействии, практико-ориентированности, нарастания сложности, насыщенности образовательной среды, полимодальности (мультимедийности), включенного оценивания. Данные положения являются базисом построения концепции обучения математическому моделированию будущих инженеров в условиях цифровизации высшего технического образования.

2. Формирование математической цифровой компетентности будущих инженеров осуществляется при условии внедрения в образовательный процесс методической системы обучения математическому моделированию, разработанной на принципах единства цели, содержания, методов, организационных форм и средств обучения. *Цели обучения* математическому моделированию строятся на основе компетентностного, деятельностного и проектного подходов; *содержание обучения* включает расширение содержательных линий по математике, интегрирующихся в прикладную математику и дополненную системой профессионально ориентированных

заданий; *организационные формы* реализуются в виде смешанной, гибридной моделей обучения с использованием различных видов лекций, интегрированных и виртуальных лабораторных работ, самостоятельной работы, организованной в виде сочетания математического и компьютерного моделирования, что приводит к формированию математической цифровой компетентности; активные и интерактивные *методы обучения*, в том числе и эвристические дополняют традиционные методы обучения математическим дисциплинам в высшей технической школе; *средства обучения*, включающие цифровые ресурсы, позволяющие активизировать процесс овладения будущими инженерами приемами математического и компьютерного моделирования, вводятся в структуре информационно-образовательной среды вуза.

3. Обучение математическому моделированию будущих инженеров в условиях цифровизации высшего технического образования организуется на основе технологий смешанного, перевернутого и гибридного обучения. Технологии смешанного обучения, основанные на компьютерном моделировании, снижают логистическую нагрузку, необходимую как в аудитории на лекциях, так и в лаборатории при сложных когнитивных процессах. Основными свойствами гибридного обучения, выделяющими его среди других моделей обучения, являются сочетания: коллективного и индивидуального обучения, синхронного и асинхронного обучения, самостоятельного и группового обучения. Использование данных технологий направлено на овладение методами математического и компьютерного моделирования в предметных областях математических и профессиональных дисциплин, а также способствует формированию у студентов математической цифровой компетентности.

4. Информационно-образовательной средой, создающей условия для обучения студентов математическому и компьютерному моделированию реальных технических процессов, служит организационно-техническая система в виде виртуальной лаборатории, содержащей: компьютерные симуляторы, позволяющие взаимодействовать с обучающимся, посредством встроенных элементов управления (button, check box, combo box, link label, radio button, text box, numeric up-down и др.); игровые модели обучения прикладной математике, встроенные в систему компьютерного назначения «Автоматизированное рабочее место «Преподаватель – студент»». Данные средства используются при разработке интегрированных лабораторных работ по математике для обучения студентов конструированию математических моделей реальных процессов, а также виртуальных лабораторных работ для моделирования действий, происходящих в реальных производственных и технологических процессах.

5. Для определения уровня сформированности математической цифровой компетентности будущих инженеров используются показатели, которые отображают значительное влияние технологий смешанного и гибридного обучения, компьютерных и цифровых ресурсов обучения математическому моделированию на результат формирования математических и цифровых компетенций будущего инженера. Авторские анкеты, опросники, контрольные задания обеспечивают корректную диагностику количественных и качественных

характеристик ценностно-ориентационного, математически-цифрового и практико-деятельностного критериев эффективности реализации методической системы обучения математическому моделированию студентов и сформированности их математической цифровой компетентности.

Степень достоверности и апробации результатов. Достоверность полученных результатов обеспечивается опорой на теоретико-методологические основы проектирования и организации профессионального математического образования, на фундаментальные психолого-педагогические концепции обучения, воспитания и развития студентов, проверкой научной строгости и непротиворечивости исследования, его реалистичностью и направленностью на достижение поставленной цели; количественной и качественной статистической обработкой данных через апробацию методической системы обучения математическому моделированию, обсуждением теоретических и методических результатов работы на научных симпозиумах, конференциях, семинарах.

Результаты исследования внедрены в учебный процесс ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет» (справка о внедрении № 7223/01-27/11 от 06.12.2021г.), Автомобильно-дорожного института ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет» (справка о внедрении № 581/01-27/11 от 09.12.2021 г.).

Основные результаты диссертационного исследования были представлены и обсуждены на научных форумах, конгрессах и конференциях различного уровня.

На Международных: Наука і освіта 2004 (Дніпропетровськ, 2004); Наукові нотатки (Луцьк, 2011); Актуальные направления научных исследований XXI века (Воронеж, 2015); Инновационные перспективы Донбасса (Донецк, 2015); Актуальные проблемы экономики и управления (Горловка, 2016); Научно-технические аспекты развития автотранспортного комплекса (Горловка, 2016, 2017, 2019); Научно-технические аспекты развития автотранспортного комплекса (Донецк, 2017); Актуальные проблемы автотранспортного комплекса (Самара, 2019); Актуальные вопросы экономики и управления (Горловка, 2019); Конкурентоспособность субъектов хозяйствования в условиях новых вызовов внешней среды (Екатеринбург, 2019); Географические и экономические исследования в контексте устойчивого развития государства и региона (Донецк, 2019); Экономические, экологические и социальные проблемы промышленных регионов (Краснодон, 2019); Молодежная наука: вызовы и перспективы (Макеевка, 2020); Форум молодых ученых: мир без границ (Донецк, 2020); Информатизация образования и методика электронного обучения: цифровые технологии в образовании (Красноярск, 2020, 2021); Непрерывная система образования «Школа – Университет». Инновации и перспективы (Минск, 2020); Теоретико-методологические аспекты преподавания математики в современных условиях (Луганск, 2021); Интернет-технологии в образовании (Чебоксары, 2021); Актуальные проблемы государственного и муниципального управления: теоретико-методологические и прикладные аспекты (Донецк, 2021); Донецкие

чтения 2021: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности (Донецк, 2021);

На всероссийских: Инновационные подходы к обучению математике в вузе (Омск, 2021); Педагогический дизайн в высшем и среднем профессиональном образовании (Брянск, 2021);

На республиканских: Проблемы и пути совершенствования учебной, учебно-методической и воспитательной работы (Донецк, 2016, 2019); Качество естественно-математического образования (Донецк, 2018).

Публикации. Результаты исследования опубликованы в 76 работах общим объемом 160,89 п.л., из которых автору лично принадлежит 132,36 п.л. Из них: 1 единоличная монография объемом 19,53 п.л.; 20 статей в рецензируемых научных изданиях из перечня ВАК ДНР общим объемом 18,59 п.л., из которых лично автору принадлежит 11,5 п.л.; 38 работ в других научных изданиях общим объемом 21,46 п.л., из которых автору лично принадлежит 10,18 п.л.; 17 учебных и учебно-методических пособий общим объемом 101,31 п.л., из которых автору лично принадлежит 91,15 п.л.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, пяти разделов, заключения, списка используемых источников из 435 наименований, среди которых 32 на иностранном языке, 15 приложений, одно из которых на CD-диске, 35 таблиц и 108 рисунков. Основной текст изложен на 348 страницах (без учета списка использованных источников и приложений).

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обосновывается актуальность выбранной темы исследования, формулируются объект, предмет, цель и задачи исследования; раскрывается научная новизна, теоретическая и практическая значимость полученных результатов; характеризуются методы научного исследования; излагаются положения, выносимые на защиту; приводятся сведения о достоверности, апробации и внедрении результатов исследования в педагогическую практику; приводится количество и объем публикаций по теме диссертации; описывается структура и объем диссертации.

В первом разделе «**Математическое моделирование как научно-педагогическая проблема в высшей технической школе**» данный феномен исследован в ракурсе научно-педагогической проблемы в высшей технической школе, рассмотрено понятие модели и математического моделирования в научном познании и как инструмент инженерного конструирования, выявлены основные проблемы обучения математическому моделированию студентов в ракурсе стратегии развития современного инженерного образования.

Математическое моделирование – это специальный способ приближенного описания какого-либо процесса или явления, который позволяет при анализе использовать формально-логический аппарат математики. Математическое моделирование является основополагающей фундаментальной основой в прикладных исследованиях системной инженерии, основным путем передачи технологий математических наук. Методы Математического моделирования используются во многих приложениях, являясь технологической базой

современного производственного процесса; приложения прикладной математики возникают из самых разных областей математических наук, они зависят от активности исследований в области математических наук и используют полученные результаты в качестве технологической базы современной инженерии, поэтому обучение студентов математическому и компьютерному моделированию должно стать комплексной системой подготовки будущих инженеров.

Проблемами обучения математическому моделированию студентов в ракурсе стратегии развития современного инженерного образования выступают: интеграция образования и быстро развивающейся инженерной науки, направленная на обеспечение связи в рамках системы «образование – наука – производство»; интеграция математического и компьютерного моделирования; формирование цифровых компетенций у будущих инженеров; подбор научно-педагогических кадров, обеспечивающих процесс обучения математическому моделированию. Для решения данных проблем необходимо увеличение доли междисциплинарных курсов с применением методов математического моделирования в практическом обучении, а также установление приоритета обучения математике, прикладной математике, методам математического моделирования с автоматизацией процессов реализации моделей. Обучение математическому моделированию студентов технических университетов должно быть нацелено на сокращение разрыва между академической математикой и промышленным использованием математики, на расширение интеллектуального кругозора, математической цифровой компетентности студентов, а значит, и на повышение их потенциальной успешности в будущей профессиональной деятельности.

Процесс обучения математическому моделированию будущих инженеров необходимо начинать с профориентационной работы технических вузов через внедрение в систему дополнительного образования школьников математических кружков, направленных на усвоение сути математического моделирования на основе ИКТ. Рассматривать такую деятельность необходимо как фактор преемственности системы общего среднего и высшего технического образования.

Во втором разделе **«Психолого-педагогические и методологические основы обучения математическому моделированию будущих инженеров в условиях цифровизации образования»** осуществлен теоретический анализ монографий, диссертаций, статей и материалов научно-методических конференций по проблеме обучения математическому моделированию студентов инженерных направлений подготовки, анализ результатов их обучения и опыта работы преподавателей, целенаправленные педагогические наблюдения, анкетирование, обобщение собственного опыта по внедрению цифровых технологий обучения в практику преподавания математики, прикладной математики, что позволило выбрать теоретико-методологические положения, теории и подходы, которые стали предпосылками обучения математическому моделированию студентов инженерных направлений подготовки.

Без базовой математической подготовки современный выпускник технического вуза не всегда способен решать и анализировать возникающие научно-технические и профессиональные задачи в своей трудовой деятельности. Элементарные ошибки в расчетах, неумение анализировать и корректно интерпретировать результаты инженерных расчетов, полученных с использованием пакетов прикладных математических программ, могут привести к техногенным катастрофам. Таким образом, сформировать у будущих инженеров математическую компетентность, связанную с цифровыми навыками, возможно только в условиях повышения качества фундаментального и профессионального образования на всех его уровнях. Для этого необходимо: создание открытых образовательных ресурсов и цифровой среды обучения; интеллектуализация интерактивного взаимодействия обучающегося и обучающего со средствами информатизации в информационно-образовательном пространстве; наличие постоянно обновляющегося банка новых (в том числе цифровых) методик и технологий обучения математике, прикладной математике и дисциплин профессионального блока; развитие цифровых компетенций как у преподавателей, так и студентов.

Ориентируясь на то, что математика занимает особое место в системе инженерных знаний, выполняет роль универсального и мощного метода современной науки, в процессе обучения математике в техническом университете особенно важно формировать математические компетенции. Овладеть математическими и цифровыми компетенциями будущему инженеру возможно в процессе смешанного и гибридного обучения математическим дисциплинам в высшей технической школе с применением ИКТ.

Данная проблема носит международный характер, и от ее решения зависит развитие математического образования в высшей технической школе.

Наша позиция такова: эффективность процесса обучения математическому моделированию студентов инженерных направлений подготовки будет определяться тем, насколько сформирована математическая цифровая компетентность выпускника технического вуза. Под **математической цифровой компетентностью специалиста в области инженерии** мы понимаем компетентность, которая характеризуется знанием, пониманием математического языка и цифровых инструментов для использования их в инженерной деятельности, владением как математическими, так и цифровыми компетенциями, определяющими готовность и способность решать проблемы инженерии средствами математического и компьютерного моделирования.

Компьютерное моделирование позволяет определить проектные параметры, которые значительно улучшат производительность систем или даже определить, будет ли эта система работать. Моделирование предоставляет такую информацию быстрее и дешевле, чем классическое конструирование и эксперименты. Сложные технические процессы характеризуются множеством взаимодействующих подсистем. Они должны быть эффективно спроектированы, построены, модифицированы и поддерживаться с достаточной гибкостью, чтобы быть жизнеспособными в новых производственных средах. В

этом направлении в высшем техническом образовании актуальным стало понятие виртуальной реальности, когда многие технические системы рассматриваются студентами – будущими инженерами с позиции их представления в виде учебного эксперимента в виртуальной лаборатории – смоделированном объекте реального мира в форме электронной образовательной среды, называемой также виртуальной образовательной средой. Нами *виртуальная лаборатория* рассматривается как организационно-техническая система управления процессом обучения будущих инженеров математическому и компьютерному моделированию различных технических и инженерных процессов. Ее цель – приобщить студентов – будущих инженеров к исследовательской деятельности по моделированию инженерных процессов и систем на основе технологий виртуальной реальности.

В лабораторный комплекс входят:

- система интегрированных лабораторных работ по математике для обучения студентов конструированию математических моделей реальных процессов;

- практические работы с применением авторских игровых моделей «Автоматизированное рабочее место “Преподаватель – студент”» (АРМ) в дисциплинах «Прикладная математика», «Линейное программирование», «Методы обработки статистических данных», способствующих обучению математическому и компьютерному моделированию и организации самостоятельной работы студентов;

- учебно-методические комплексы профессиональных дисциплин, включающие компьютерные симуляторы, позволяющие взаимодействовать с обучающимся посредством встроенных цифровых элементов управления;

- виртуальные лабораторные работы, обеспечивающие решение математических моделей, и на их основе моделирование действий, происходящих в реальных производственных и технологических процессах.

Процесс формирования профессиональной компетентности будущего инженера и овладение математической цифровой компетентностью должен быть основан на методологических подходах, являющихся фундаментом для разработки концепции обучения математическому моделированию студентов в условиях цифровизации образования. Цифровая дидактика как отрасль педагогики, нацеленная на организацию образовательного процесса в условиях цифровизации общества, является основой для построения современных методик и технологий обучения в высшей технической школе; ее принципы были положены нами в основу построения авторской концепции. Такие принципы, как персонализации, целесообразности, гибкости и адаптивности, успешности, обучения в сотрудничестве и взаимодействии, практико-ориентированности, нарастания сложности, насыщенности образовательной среды, полимодальности (мультимедийности), включенного оценивания, служат основой и педагогическими предпосылками для системной трансформации высшего профессионального образования, в частности инженерного, в направлении формирования новой генерации специалистов, работающих в условиях цифровизации экономики и общества.

В диссертации выделен ряд концептуальных положений обучения студентов математическому моделированию в контексте цифровизации высшего инженерного образования.

Основными концептуальными положениями являются следующие утверждения:

1. Приоритетным направлением развития высшего инженерного образования в условиях перехода к цифровой экономике является *внедрение системы обучения математическому моделированию на основе его цифровизации, направленной на формирование у будущего инженера математической цифровой компетентности.*

2. Методологическую основу цифровой трансформации обучения математическому моделированию составляют деятельностный, компетентностный, профессионально-ориентированный, проектно-эвристический, синергетический, личностно-ориентированный подходы, фундаментализация и цифровизация высшего инженерного образования. Цифровизация процесса обучения математическому моделированию представляет собой трансформацию обучения, формирующегося под современные условия на основе принципов цифровой дидактики.

3. Обучение математическому моделированию будущих инженеров в условиях цифровизации высшего технического образования – это обучение студентов, построенное на основе смешанных и гибридных технологий, направленное на овладение приемами математического и цифрового моделирования в предметных областях математических и профессиональных дисциплин, которое способствует формированию у студентов математической цифровой компетентности.

Цели обучения математическому моделированию студентов каждого конкретного инженерного направления подготовки регламентированы государственным образовательными стандартами, разработанными на основе профессиональных стандартов, в виде учебных действий, которые должны быть освоены студентом в учебной деятельности по математике, прикладной математике и другим дисциплинам профессиональной направленности. Эти действия будут формировать трудовые действия инженера. Выстраивать их важно в виде субкомпетенций по овладению студентами приемами математического моделирования по алгоритму: *понимание – упрощение – математизация – математическая работа – устный перевод – проверка ресурсов сервера – интерпретация результата.*

По каждой дисциплине математического и профессионального блока выстраивается таксономия целей, которая позволяет представить место дисциплины в системе профессиональной подготовки студентов – будущих инженеров по овладению приемами математического моделирования. Для студентов таксономия целей дает возможность спроектировать конечные результаты своей деятельности, которые могут привести к формированию общепрофессиональных компетенций, таких, как способность применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического

анализа и моделирования в профессиональной деятельности, общеинженерные компетенции.

4. Содержание обучения математическому моделированию в условиях цифровизации высшего технического образования строится на системе требований к его отбору, проектированию и организации:

- проектирование содержания осуществляется на основе актуальных и ожидаемых в перспективе потребностей общества, заказчиков и непосредственных потребителей образовательных услуг;

- содержание учебной деятельности обеспечивает студентов «критической массой» знаний, навыков и умений и т.п.;

- структурирование учебного материала выполнена в контексте расширения содержательных линий по математическим дисциплинам, необходимым для успешного овладения методологией моделирования как метода научного исследования и как метода обучения компьютерному моделированию;

- согласованность содержания профессиональных и профессионально ориентированных дисциплин.

Главной целью содержания обучения математическому моделированию должно быть целесообразное развитие содержательных линий математики в дисциплинах прикладной математики путем разработки и внедрения системы профессионально ориентированных задач, направленных на овладение приемами математического и компьютерного моделирования.

5. *Организационные формы*, основанные на использовании цифровых технологий и ИКТ для персонализации, виртуализации, сетевой координации образовательного процесса, строятся на основе технологий смешанного и гибридного обучения.

6. Информационно-образовательной средой, создающей условия для обучения студентов математическому и компьютерному моделированию реальных технических процессов, служит организационно-техническая система в виде виртуальной лаборатории. Организация такой образовательной среды не только позволяет выстроить иерархию изучения дисциплин и практической подготовки, но и создает предпосылки для использования интегративного, исследовательского и практико-ориентированного подходов к обучению студентов, что соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов нового поколения. Такой подход будет способствовать удовлетворению требований реальных технологических процессов, формировать у студентов умения проводить исследовательскую деятельность, овладевать математической цифровой компетентностью.

Представленная концепция обучения математическому моделированию будущих инженеров в условиях цифровизации высшего технического образования была положена в основу при разработке методической системы обучения математическому моделированию студентов инженерных направлений подготовки.

В разделе 3 **«Методическая система обучения математическому моделированию будущих инженеров в контексте цифровой дидактики»** определены основные компоненты системы, к которым мы отнесли: цели обучения, содержание, организационные формы, методы и средства обучения математическому моделированию студентов.

Цели обучения математическому моделированию. Нами определено понятие целей обучения математическому моделированию будущих инженеров, построена система целей (таксономия), выделены ее категории и уровни на основе анализа государственных образовательных стандартов нового поколения и профессиональных стандартов.

Основываясь на роли, которую играет математическое моделирование в науке, технике, производстве, отмечено, что в рамках инженерного образования *цели обучения математическому моделированию должны быть обусловлены:*

- ценностями инженерного образования в новых вызовах современности;
- общими целями высшего инженерного образования, основанными на профессиональных стандартах;
- концепцией обучения математическому моделированию будущих инженеров в условиях цифровизации высшего технического образования;
- принятыми методологическими подходами (деятельностный, системный, комплексный, личностно-ориентированный, компетентностный и др.).

Обучение математическому моделированию сложный процесс, нуждающийся в постепенном освоении математических моделей (от умения их распознавать, анализировать, строить до овладения навыками применять их в техническом и инженерном конструировании), поэтому важно при построении системы целей (таксономии) учитывать следующие шесть уровней: запоминание; понимание; применение; анализ; синтез; оценка. Описание действий на каждом уровне, которые студент должен научиться выполнять по каждой из дисциплин, обеспечивающих обучение методам математического моделирования, позволит преподавателям, построив таксономию целей, представить место дисциплины в системе профессиональной подготовки студентов – будущих инженеров по овладению методами математического моделирования. Только овладев ими, студент будет полностью подготовлен к профессиональной деятельности в направлении использования математического и компьютерного моделирования.

Трансформация целей в действия позволяет осуществить диагностику и управление процессом усвоения знаний и умений студентов по применению методов математического моделирования, а также их развития. Поскольку усвоение знаний происходит в процессе освоения действий, поэтому необходимо, чтобы цели фиксировали не только сумму знаний, необходимых для овладения содержанием, но и описывали умения, которыми должен овладеть студент в процессе изучения конкретной темы. Дополнение описания умений системой конкретных задач, которые отражают эти умения, позволит определить уровень (низкий, средний, высокий) сформированности умений по математическому моделированию каждого студента и осуществить развитие математической цифровой компетентности.

Содержание обучения математическому моделированию является базисной категорией методики, представляет собой совокупность того, что студент должен освоить в процессе обучения (систему научных знаний, способов деятельности и отношений, связанных с ней), историческая категория, изменяющаяся в зависимости от целей обучения.

Рассматривая математическое моделирование как неотъемлемый компонент математического образования будущих инженеров и как составляющую математической подготовки по таким дисциплинам, как «Математика», «Теория вероятностей», «Прикладная математика», «Математическое программирование», «Исследование операций» и др., предлагаем осуществлять расширение содержательных линий математики в дисциплинах прикладной математики, в которых происходит развитие математического аппарата при создании компьютерных моделей. Например, интегральное и дифференциальное исчисление в процессе обучения математике находит своё место в моделировании стохастических систем (моделях управления запасами); уравнения, неравенства, системы рассматриваются в моделях линейного программирования (симплекс метод), получая свое дальнейшее развитие в игровых моделях произвольных размерностей; теория вероятностей и математическая статистика продолжают свое развитие при рассмотрении моделирования многофакторных процессов (многофакторный анализ), дисциплин эконометрики и методов обработки статистических данных, в прикладной математике путем исследования Марковских процессов и рассмотрения математического описания процессов с дискретными состояниями и непрерывным временем; кривые второго порядка и поверхности исследуются в дисциплине «Математика» и расширяются при изучении геометрического компьютерного моделирования, с возможностью исследования неклассических кривых и поверхностей, что дает возможность воспроизводить технические элементы сложной формы; функциональная линия получает развитие при изучении всех вышеперечисленных приёмов математического моделирования (построение моделей дискретной оптимизации, трансцендентных уравнений и пр.).

Анализ содержательных линий показывает не только их связь с дисциплинами математического и компьютерного назначения, но и помогает преподавателям вышеперечисленных дисциплин увидеть интегративные связи между ними. Это дает основание для вывода о том, что математическое моделирование является как источником развития математических содержательных линий, так и основой для развития приемов компьютерного моделирования.

Еще одной важной проблемой является формирование у студентов инженерных направлений подготовки творческого мышления, математического стиля мышления, открытия ими новых для себя закономерностей, развития интереса к исследованию математических моделей. Перечисленные качества, главным образом, развиваются в процессе решения профессионально ориентированных задач (ПОЗ).

Под системой профессионально ориентированных задач по овладению приемами математического моделирования студентами технических направлений подготовки понимаем сочетание и последовательность задач профессионального содержания в дисциплинах высшей и прикладной математики, которые способствуют развитию математической цифровой компетентности будущих инженеров. Такие системы задач направлены на формирование компонентов математической деятельности будущего инженера:

- 1) фактических знаний, умений, установленных программой обучения;
- 2) мыслительных операций и методов, присущих математической деятельности;
- 3) математического стиля мышления;
- 4) моделирования реальных процессов, в том числе и методами компьютерного моделирования.

Таким образом, главной целью содержания обучения математическому моделированию должно быть целесообразное развитие содержательных линий математики в дисциплинах прикладной математики путем разработки и внедрения системы профессионально ориентированных задач, направленных на овладение приемами математического и компьютерного моделирования.

Организационные формы обучения. В высшей школе традиционно принята лекционно-практическая система обучения. Для организации деятельности студентов-инженеров по обучению математическому моделированию, на наш взгляд, наиболее предпочтительными являются следующие лекции: проблемные, лекции-визуализации, бинарные, интегрированные, лекции-провокации, лекции-конференции, эвристические лекции. В диссертации описаны примеры проведения вышеперечисленных лекций по дисциплинам математики и прикладной математики.

Семинарские занятия обеспечивают развитие творческого профессионального мышления, познавательной мотивации и профессионального использования знаний в учебных условиях. Мы используем в своей методической системе следующие виды семинаров: эвристические беседы, семинары доклады, семинар-диспут, вводный семинар, семинар с применением ИКТ и др. Важно в систему вопросов семинарского занятия включать задачи эвристического характера, которые побуждают к дискуссии, активному их обсуждению.

Лабораторная работа – одна из форм организации педагогом учебной деятельности обучаемых, в которой доминирует их практическая деятельность, осуществляемая на основе специально разработанных заданий. Основная дидактическая цель лабораторной работы по математике – овладение техникой эксперимента, выработки умений решать прикладные технические задачи путем построения математической модели и ее реализации. Ценность лабораторных работ в том, что они являются объединяющим звеном теории и практики, учат студентов выдвигать различные гипотезы, предположения, делать выводы. По дисциплине математики нами разработаны лабораторные работы демонстрационного и фронтального типов с применением современных средств ИКТ, а также интегрированные лабораторные. Выбраны разделы:

линейная алгебра, векторная алгебра, аналитическая геометрия на плоскости и в пространстве, введение в математический анализ, дифференциальное и интегральное исчисления функции одной и нескольких переменных, обыкновенные дифференциальные уравнения. Лабораторные работы по построению математических моделей и формам их представления проводятся и в таких дисциплинах, как «Прикладная математика», «Методы обработки статистических данных», «Системная инженерия» и др. Особое значение в процессе обучения математическому и компьютерному моделированию имеют виртуальные лабораторные работы, которые описаны нами в разделе 4.

К организационным формам обучения относится и самостоятельная работа студентов (СРС). Мы выделили самостоятельные работы различных уровней: СРС по образцу – низкий уровень самостоятельности; СРС реконструктивно-вариативного типа – пороговый уровень самостоятельности; эвристические СРС – продвинутый уровень самостоятельности; внутри-предметные и межпредметные исследовательские СРС – высокий уровень самостоятельности.

Цифровая трансформация образования происходит от изменения средств к развитию деятельности студентов. В этом смысле и в процессе выполнения СРС при использовании цифровых технологий происходит более осознанная деятельность студентов, она характеризуется сосредоточенностью, скоростью и точностью, полнотой и осмысленностью процессов восприятия математических моделей. Нами, кроме традиционных видов СРС, предлагается самопроверку построенных моделей осуществлять с помощью использования авторской системы компьютерного назначения «Автоматизированное рабочее место «Преподаватель – студент»», о чем речь пойдет в разделе 4.

Методы обучения математическому моделированию студентов инженерных направлений подготовки. К профессиональной поддержке занятий по обучению математическому моделированию можно отнести использование таких методов обучения студентов, как анализ конкретных ситуаций, использование кейс-проектов, дидактические игры, метод гипотез, метод проб и ошибок и др. Источниками данных методов являются методы технического конструирования.

Говоря об интерактивных методах обучения, необходимо их определять не только как систему «преподаватель – студент, студент – преподаватель, студент – студент», а обязательно в нее нужно включить цифровые ресурсы, с помощью которых осуществляются такие взаимодействия. Обучая математике, например, разработав электронные лекции для смешанного или перевернутого обучения, в аудитории управление учебным процессом по созданию математических моделей обеспечиваем с помощью интерактивного метода. Реализацию принципа внутренней дифференциации при обучении математическому моделированию в условиях дистанционного обучения в инженерном вузе, организуем на основе электронного тестирования как эффективного метода педагогического контроля. Разработав эвристические мультимедийные средства обучения, применяем интерактивные методы

«Задача-метод», «Задача-софизм», отрабатывая умения у студентов находить математические модели заданных инженерно-технических ситуаций.

В процессе обучения профессиональным дисциплинам происходит дальнейшее построение моделей и их численная реализация. В таких дисциплинах применение интерактивных методов особенно актуально. Мы используем метод эвристических проектов. Студентам предлагаются для ознакомления и собственной разработки конструктивные и поисковые проекты, связанные с моделированием технических задач. Они выбирают проект, либо предлагают свою тему для разработки. После выбора математической модели для исследования, студентам предлагается следующий алгоритм: разработка плана модели (проекта); оценка рисков модели (проекта); контроль реализации модели (проекта). Заметим, что если для первого пункта достаточно знать и уметь использовать элементы «математического моделирования», то для выполнения второго и третьего пунктов необходимы фундаментальные знания таких дисциплин, как «Эффективность информационных систем», «Экономическая эффективность информационных проектов» и др.

На первом этапе определяются цели проекта, разработан перечень моделей (задач), которые необходимо выполнить. Составленный на первом этапе план может претерпевать определенные изменения в процессе работы над проектом как с точки зрения сроков, так и самих исходных целей и задач.

На втором этапе оцениваются возможные непредвиденные обстоятельства, определяются возможные ошибки и возможные способы реагирования (отступления) в случае провала проекта.

На третьем этапе отслеживается и корректируется реализация плана проекта, после завершения проекта проводится его тестирование.

В завершение работы рекомендуется представить модель на студенческой конференции, участие в которой является мощным средством осмысления собственной проектной деятельности.

Практика показывает, что в результате применения данного метода обучения математическому моделированию с использованием прикладного программирования и пакетов программ, предполагающего создание образовательного продукта, студенты приобретают не только знания, но и навыки самостоятельного поиска информации и самообразования.

Таким образом, *интерактивный метод обучения математическому моделированию* рассматриваем как метод, основанный на активном взаимодействии трех составляющих: «преподаватель – студент, студент – преподаватель, студент – студент», с обязательным включением электронных образовательных ресурсов, обеспечивающих осмысленное овладение процессом математического моделирования при решении инженерных задач.

Средства обучения математическому моделированию. Анализируя практику обучения студентов – будущих инженеров, нужно отметить, что в основном в процессе изучения таких дисциплин, как «Математика», «Теория вероятностей», «Прикладная математика», «Математическое программирование», «Исследование операций» и др., принято использовать математические пакеты (Mathematica, Maxima, Maple, Derive, MathCad, Matlab),

которые относят к инженерным программам автоматизированного проектирования. Они позволяют выполнять такие рутинные операции, как преобразование выражений, нахождение корней уравнений, производных и неопределенных интегралов и др., причем практически без вмешательства пользователя. Однако этого недостаточно для исследования процесса моделирования, так как многие математические модели не могут быть решены в силу их сложности и неразрешимости в аналитическом виде. Поэтому универсальным инструментом в инженерном образовании становится имитационное моделирование. Появились среды имитационного моделирования (Arena, Extend, MicroSaint, Enterprise Dynamics и пр.), которые не требуют программирования в виде последовательности команд. Вместо составления программы пользователь компоует модель, перенося готовые блоки из библиотеки на рабочее поле и устанавливая связи между ними. Таким образом, современное математическое образование будущих инженеров должно строиться на основе интеграции математического и компьютерного имитационного моделирования.

Кроме того, нами предлагается авторская система компьютерного назначения, которая позволяет более рационально организовать процесс обучения математическому моделированию будущих инженеров. Она служит для ознакомления студентов с методами и моделями наиболее эффективного управления системами с использованием математического аппарата, экономико-математического моделирования, методов проведения многофакторного анализа, теоретических основ программирования. Данная система названа «Автоматизированное рабочее место “Преподаватель – студент”» (АРМ). Она обеспечивает дисциплины «Многомерный статистический анализ», «Исследование операций» и «Информатика, компьютерная техника и программирование». При ее разработке использовалась среда программирования C# пакета Visual Studio10-17, VBA, который расширяет функциональные возможности дополнений MS Office. Главной целью такой системы является подведение обучающихся к самостоятельным, аналитическим и эвристическим поискам решения поставленных задач.

АРМ представляет собой пакет программ, в который вошли тесты на распознавание моделей, изучающихся в вышеперечисленных дисциплинах, демонстрационные программы по всем задачам лабораторных и курсовых работ, режим составления модели, ее решения и проверки полученных результатов, итоговые диагностические тесты по теоретическому материалу.

При использовании АРМ у студентов формируются умения, которые в дальнейшем они могут применить при постановке и решении сложных задач с помощью профессиональных математических пакетов. Например, АРМ позволяет строить игровые модели 2×2 , решаемые аналитически и графически, с последующим сравнением. После этого, увеличивая количество стратегий у одного из игроков до n , студент получает игровую модель $2 \times n$.

Продолжая процесс исследования, студент ставит перед собой задачу реализовать игровую модель произвольной размерности $m \times n$, которую решает на основе линейного программирования с помощью симплекс метода.

То есть АРМ представляет собой средство учебного назначения, с помощью которого студенты овладевают методами математического и компьютерного моделирования.

В разделе 4 **«Методические приемы и технологии обучения математическому моделированию на основе информационно-коммуникационных технологий»** презентуется методика обучения математическому и компьютерному моделированию абитуриентов и студентов на основе технологий перевернутого, смешанного и гибридного обучения.

Представляя методику организации математического кружка для абитуриентов «Математическое моделирование в технических задачах» мы исходим из того, что занятия кружка должны быть посвящены не повторению определенных тем школьного курса математики и их углублению, а рассмотрению всевозможных инженерных, технических, физических заданий, для решения которых необходимо построение несложных математических моделей, в рамках математического аппарата решение задачи, в том числе и с применением ИКТ, а затем интерпретация полученного решения с целью получения требуемого в задании результата. Такой подход позволяет подготовить абитуриентов к восприятию сложного математического аппарата в высшей технической школе.

В разделе описаны основные методические приемы обучения студентов – будущих инженеров математическим моделям в курсе математики. К ним отнесены:

организация деятельности по формированию мотивации на лекциях средствами инженерно-производственных задач;

организация профессионально ориентированной деятельности по построению и решению математических моделей на практических занятиях (1 этап: только построение математической модели; 2 этап: составление опорных схем применения математического аппарата для решения прикладных задач текущей темы; 3 этап: решение тестовых заданий на соответствие: даны прикладные задачи и математические модели, необходимо к каждой задаче подобрать модель, которая этой задаче соответствует; 4 этап: использование схем ориентировочной деятельности; 5 этап: самостоятельное полное решение математической модели);

организация деятельности студентов на интегрированных лабораторных работах (интеграция математики, информатики и профессиональных дисциплин);

управление самостоятельной работой студентов (процесс развития задачи). Например, дана задача: «Тяжелую балку длиной L спускают на землю так, что ее нижний конец закреплен, а верхний – держится канатом, который намотан на ручку вагонетки. Какую линию описывает при этом произвольная внутренняя точка $M(x, y)$ балки?» При этом в качестве исследования студентам предлагается «развить задачу»: найти решение для различных положений точки M (когда она находится на середине балки), выяснить соответствует ли результат общей формуле.

Процесс обучения математическому моделированию студентов продолжается в дисциплинах прикладной математики, построенных в соответствии с технологиями смешанного и гибридного обучения. Технологическая цепочка смешанного обучения состоит из шести этапов, включающих лекции, лабораторную работу с использованием компьютерных симуляторов, позволяющих взаимодействовать с обучающимся посредством встроенных элементов управления, а также исследовательскую виртуальную лабораторную работу по моделированию процессов и действий, происходящих в реальных производственных и технологических процессах. В отличие от смешанного, сценарий гибридного обучения предполагает преимущественное взаимодействие обучающегося с образовательным онлайн-ресурсом, тогда как общение с преподавателем, в значительной степени, выполняет консультативную либо вспомогательную функцию. Основными свойствами гибридного обучения выбраны: сочетание коллективного и индивидуального обучения; сочетание синхронного и асинхронного обучения; сочетание самостоятельного и группового обучения. При гибридном обучении нами построены следующие цепочки взаимодействия студентов и преподавателей: обучающиеся получают информацию, работают с ней самостоятельно или в группах, обсуждают ее с преподавателем; преподаватель получает возможность оценить реакцию обучающихся, понять их потребности, правильно прореагировать на них, соответственно отвечая на вопросы, подбирая темп, удобный для группы, отслеживая вовлеченность студентов в процесс обучения. Студентам предлагаются вопросы для самопроверки, задания для их решения или тесты, на которые обучающиеся должны ответить. Данная работа организуется с помощью АРМ и других средств, входящих в организационно-техническую систему в виде виртуальной лаборатории.

В диссертации представлена методика разработки и применения АРМ в процессе обучения математическому моделированию в дисциплинах «Линейное программирование», «Прикладная математика», в разделе «Методы обработки статистических данных». Описано использование элементов блокового программирования среды Mathcad в эвристическом обучении студентов технических специальностей. Представлена методика обучения прикладной математике средствами игровых моделей на основе эвристического подхода, а также технология смешанного обучения математическому и компьютерному моделированию будущих инженеров через виртуальные лабораторные работы.

Обосновывается необходимость применения такой системы смешанного обучения, так как она позволяет на удобном и доступном уровне для понимания подавляющего большинства обучающихся сформировать представления о методах математического моделирования, решения их и применения при моделировании технических процессов. У студентов развиваются компетенции математического мышления, рассуждения, обобщения, символизации и формализации, а также коммуникативная, инструментальная компетенция, компетенция моделирования, компетенция оформления решения проблемы. Возможность участвовать в технико-математическом представлении каждой

дисциплины математического блока позволяет студентам на основе математических компетенций сформировать и цифровые навыки, а возможность использовать цифровые технологии предполагает осознать цель использования цифровых инструментов, служащих для решения математических моделей.

Таким образом, овладеть математической цифровой компетентностью будущему инженеру возможно в процессе смешанного, перевернутого и гибридного обучения математическим дисциплинам в высшей технической школе с применением ИКТ и на основе методики обучения математическому моделированию.

В разделе 5 **«Экспериментальная проверка эффективности реализации методической системы обучения математическому моделированию студентов в контексте цифровизации высшего инженерного образования»** определены организационные и содержательные аспекты педагогического эксперимента. Его основная цель заключалась в подтверждении концепции исследования, проверке эффективности разработанной методической системы обучения математическому моделированию будущих инженеров путем определения уровня сформированности их математической цифровой компетентности.

Эксперимент осуществлялся в три этапа: констатирующий (2010–2013 гг.); поисковый (2014–2016 гг.); формирующий (2016–2021 гг.).

Основными критериями эффективности реализации методической системы обучения математическому моделированию студентов выступили:

- 1) ценностно-ориентационный критерий (ЦО);
- 2) математически-цифровой критерий (МЦ);
- 3) практико-деятельностный критерий (ПД).

Для оценки эффективности методической системы обучения математическому моделированию студентов – будущих инженеров были выделены показатели, представленные в таблице 1.

Для каждого показателя разработаны измерители, которые определяли уровень эффективности авторской методической системы обучения будущих инженеров математическому моделированию, а также уровень сформированности их математической цифровой компетентности (табл. 1). Все показатели оценивались по одинаковой шкале, имеющей три уровня: высокий, средний, низкий.

Задачами *констатирующего этапа педагогического эксперимента* (2010–2013 гг.) были: 1) проведение диагностики расположенности абитуриентов, поступающих на технические направления подготовки, к инженерным специальностям; 2) организация первого диагностического среза знаний студентов по математике (нулевая контрольная работа) для определения их базовых знаний и начального уровня владения методами математического моделирования; 3) выявление отношения студентов – будущих инженеров к новым формам работы по обучению их методам математического моделирования.

Таблица 1 – Выбор измерителей для определения эффективности методической системы обучения математическому моделированию и сформированности математической цифровой компетентности

<i>Кр.</i>	<i>Показатели</i>	<i>Измерители</i>
Ценностно-ориентационный	Осознание значимости своей профессии, мотивированность на осуществление деятельности в области инженерии, готовность и потребность пользоваться методами математического моделирования в профессиональной деятельности	Анкета на выявление отношения студентов инженерных направлений подготовки к необходимости изучения математического моделирования для использования его в будущей профессиональной деятельности
	Наличие у студентов выраженной внутренней мотивации к изучению математики и математического моделирования.	Тест-опросник определения уровня сформированности внутренней мотивации к изучению математики студентов инженерных направлений подготовки (по методике Т. Д. Дубовицкой)
	Уровень овладения методами математического и компьютерного моделирования, полученный как результат использования разработанной методической системы.	Тест (диагностика самооценки уровня овладения методами математического моделирования студентами технических университетов после изучения математики)
Математически-цифровой	Уровень сформированности математической цифровой компетентности по дисциплине «Математика».	1. Нулевая контрольная работа по математике для студентов инженерных направлений подготовки. 2. Итоговая контрольная работа по математике (определение уровня владения математическим моделированием).
	Владение приемами математического и компьютерного моделирования в дисциплине «Прикладная математика».	Контрольная работа на определение уровня владения элементами прикладной математики
Практико-деятельностный	Освоение способов деятельности по математическому и компьютерному моделированию инженерных процессов в дисциплинах профессионального блока.	Комплексная творческая работа по созданию трех проектов после изучения в бакалавриате дисциплин профессионального блока
	Наличие освоенных способов деятельности и опыта выполнения конкретных профессиональных действий по математическому и компьютерному моделированию.	Тест (диагностика самооценки уровня овладения методами математического и компьютерного моделирования выпускниками технических университетов)

По результатам исследований выявлено, что большинство первокурсников в начале обучения имеют низкий уровень развития начальных математических компетенций и практических технических навыков. В начале эксперимента со студентами первого курса была проведена нулевая контрольная работа по математике. Подсчитывался средний балл каждого студента в процентном соотношении. Результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты первого диагностического среза (нулевая контрольная работа по математике) студентов технических направлений подготовки

Кол-во студентов, чел.	Уровень сформированности базовых умений по математике					
	Низкий		Средний		Высокий	
	Распределение студентов по уровням					
	кол-во студ., чел.	доля студ., %	кол-во студ., чел.	доля студ., %	кол-во студ., чел.	доля студ., %
812	501	61,7	267	32,9	44	5,4

Результаты нулевой контрольной работы показали низкий уровень подготовленности к изучению математики в техническом университете у основной массы студентов. Только отдельные студенты показали высокий уровень сформированности базовых умений по математике.

Так как планировалось проведение трех срезов знаний студентов в процессе их обучения математическому моделированию, то все они разбивались на экспериментальные (ЭГ) и контрольные группы (КГ) с целью изучения влияния авторской системы обучения студентов на формирование их математической цифровой компетентности. Полученные результаты обрабатывались статистическими методами (Вилкоксона-Манна-Уитни, критерий χ^2 , критерий Фишера).

Результаты констатирующего этапа эксперимента подтвердили необходимость разработки и внедрения концепции обучения математическому моделированию будущих инженеров в условиях цифровизации высшего технического образования. Были выделены теоретические положения, сформулированы цели и задачи исследования.

Начиная **поисковый этап педагогического эксперимента** (2014–2016 гг.), мы сосредоточились на следующих задачах: 1) выявить и проанализировать особенности обучения математическому моделированию студентов – будущих инженеров; 2) разработать концепцию обучения математическому моделированию будущих инженеров в условиях цифровизации высшего технического образования, направленную на развитие их математической цифровой компетентности; 3) создать методическую систему обучения студентов методам математического моделирования в дисциплинах математики, прикладной математики; 4) спроектировать

интеграцию математических дисциплин и профессиональных с целью освоения студентами способов деятельности по математическому и компьютерному моделированию инженерных процессов в дисциплинах профессионального блока; 5) определить уровни сформированности математической цифровой компетентности в процессе обучения математическому и компьютерному моделированию и средства их диагностирования.

На основании анализа научной литературы, понимания специфики профессиональной деятельности современного инженера и требований к сформированности у него приемов математического и компьютерного моделирования поисковый эксперимент позволил выделить три уровня сформированности математической цифровой компетентности (высокий, средний и низкий).

Формирующий этап педагогического эксперимента (2016–2021 гг.) был направлен на апробацию, уточнение и внедрение разработанной методической системы. На этом этапе внимание сосредоточено на внедрении элементов методической системы обучения студентов – будущих инженеров математическому моделированию. Собраны и проанализированы экспериментальные данные. Проводилось измерение уровня овладения будущими инженерами математической цифровой компетентностью.

Основная задача этого этапа состояла в определении эффективности авторской методической системы обучения студентов математическому моделированию в контексте цифровизации высшего инженерного образования, которая проходила в три этапа.

1. *Проверка уровня усвоения математического аппарата и сформированности умений применять его при построении математических моделей в дисциплине «Математика»* (методика обучения математике в экспериментальных группах строилась на основе требований, выдвинутых при разработке методической системы обучения математическому моделированию). В конце изучения курса математики в контрольной и экспериментальной группах проведена итоговая контрольная работа. В ней кроме математических заданий были представлены и прикладные задачи с вопросами: какими математическими действиями необходимо владеть, чтобы решить данную задачу? Составить математическую модель к данной задаче, используя схему ориентирования. Составить математическую модель к данной задаче в виде дифференциального уравнения. Решить задачу.

Результаты итоговой контрольной работы на определение уровня учебных достижений по математике и владения методами математического моделирования были обработаны с помощью критерия Вилкоксона-Манна-Уитни, они показали, что достоверность различий характеристик данного этапа между группами ЭГ и КГ составляет 95%.

Студентам был предложен тест-опросник определения уровня сформированности внутренней мотивации к изучению математики студентов инженерных направлений подготовки по методике Т.Д. Дубовицкой. Было выявлено, что в экспериментальной группе процент студентов с высоким и

средним уровнями учебной мотивации значительно выше по сравнению с контрольной группой.

Таким образом, полученные результаты эксперимента, связанного с изучением студентами технических направлений подготовки дисциплины «Математика» по авторской методике, показали, что она эффективна, студенты знакомятся с методами математического моделирования, понимают важность овладения математическим аппаратом для решения профессиональных задач, учатся строить математические модели и приобретают цифровые навыки, необходимые для решения заданий, связанных с моделированием инженерных процессов.

2. *Проверка уровня сформированности математической цифровой компетентности в дисциплине «Прикладная математика».*

В экспериментальных группах в процессе организации учебной деятельности студентов по прикладной математике использовались интерактивные методы цифровой дидактики (эвристические методы, игровые, методы проблемного обучения), традиционные организационные формы обучения прикладной математике совмещались с гибридной и смешанной формами обучения, в процесс обучения математическому и компьютерному моделированию были введены виртуальные лабораторные работы, средствами которых стал виртуальный лабораторный комплекс. В конце изучения курса «Прикладная математика» нами в ЭГ и КГ проведена контрольная работа на определение уровня владения студентами математическими и цифровыми компетенциями. При выполнении заданий контрольной работы студенты использовали авторский программный продукт «Автоматизированное рабочее место “Преподаватель – студент”». Проверялся уровень учебных достижений студентов по прикладной математике, который соответствует приобретенным студентами математическим компетенциям и цифровым компетенциям.

Обработка результатов данного этапа эксперимента была проведена с помощью критерия однородности χ^2 и сделан вывод о том, что достоверность различий характеристик экспериментальной и контрольной групп после окончания эксперимента статистически значима.

Для контрольной и экспериментальной групп была предложена анкета на выявление отношения студентов инженерных направлений подготовки к необходимости изучения математического моделирования для использования его в будущей профессиональной деятельности. Анкетирование показало, что эффект изменений произошедших в ЭГ обусловлен именно применением экспериментальной методики обучения.

В процессе данного этапа эксперимента большинство студентов, обучающихся *прикладной математике* по экспериментальной методике, по сравнению со студентами контрольной группы: широко применяли методы математического моделирования; успешно использовали математический аппарат в инженерных задачах; пользовались пакетами прикладных программ, благодаря чему подошли к проблеме с разных сторон; предлагали интересные интерпретации обоснования значимости полученных результатов в

инженерных направлениях; пытались найти наиболее рациональное решение. Таким образом, был сделан вывод о том, что эффективность методической системы обучения математическому моделированию студентов инженерных направлений подготовки подтверждена по математически-цифровому критерию.

3. Диагностика уровня овладения методами математического и компьютерного моделирования в дисциплинах профессионального блока.

Проверялась у студентов магистратуры освоенность способов деятельности по математическому и компьютерному моделированию инженерных процессов, изученных в бакалавриате в дисциплинах профессионального блока.

Каждому студенту предлагалось выполнить три творческих проекта, в которых необходимо создать: а) математическую модель с пояснениями; б) аналог цифровой модели с использованием прикладных программ; в) провести тестирование результатов исследования полученной цифровой модели.

При оценивании проектов рассматривались следующие показатели: творческая самостоятельность студента по математическому и компьютерному моделированию; умение решать математическую модель и обосновывать ее; на основе математической строить цифровую модель с использованием прикладных программ; овладение способами тестирования полученной цифровой модели. Данные показатели отражают сформированные у будущего инженера математические и цифровые компетенции, которые и были диагностированы у выпускников инженерных направлений подготовки.

Обработка полученных результатов эксперимента осуществлялась с применением статистического критерия χ^2 , на основании которого сделан вывод о том, что достоверность различий характеристик экспериментальной и контрольной групп статистически значима.

Кроме того, была проведена диагностика самооценки уровня овладения методами математического и компьютерного моделирования выпускниками технических университетов (вопросник составлен работодателями – руководителями предприятий ДНР). Результаты показали, что студенты, обучающиеся по экспериментальной методике обучения математическому моделированию, более уверенны в выборе своей будущей профессиональной деятельности, они считают, что для реализации инженерных задач у них достаточно сформирована математическая цифровая компетентность, они смогут самостоятельно проработать необходимую литературу, связанную с необходимостью решения технической проблемы, такая работа им привлекательна, что подтверждает успех экспериментального обучения студентов математическому и компьютерному моделированию по практико-деятельностному и ценностно-ориентационному критериям.

В процессе всей экспериментальной работы нами получены средние (в долях от единицы) значения показателей критериев эффективности методической системы в КГ и ЭГ (ценностно-ориентационному (ЦО), математически-цифровому (МЦ), практико-деятельностному (ПД)) в начале и в конце подготовки для всех участников эксперимента (таблица 3).

Таблица 3 – Средние значения показателей критериев (в долях от единицы)

Кол-во испытуемых	Группа	Срез в начале подготовки				Группа	Срез в конце подготовки			
		Критерии			Средние по критериям		Критерии			Средние по критериям
		ЦО	МЦ	ПД			ЦО	МЦ	ПД	
403	КГ	0,46	0,38	0,28	0,373	КГ	0,5	0,41	0,31	0,407
409	ЭГ	0,44	0,39	0,31	0,380	ЭГ	0,57	0,56	0,43	0,520
	$\varphi_{эмп}$	0,57	0,29	0,94		$\varphi_{эмп}$	2,00	4,29	3,55	

Наибольший рост среднего по уровням значения показателя в ЭГ по сравнению с КГ наблюдался по МЦ критерию (43,59 %) и по ПД критерию (38,71 %), а наименьшее возрастание зафиксировано по ЦО критерию (29,55%). Визуализация результатов предоставлена на рисунке 1.

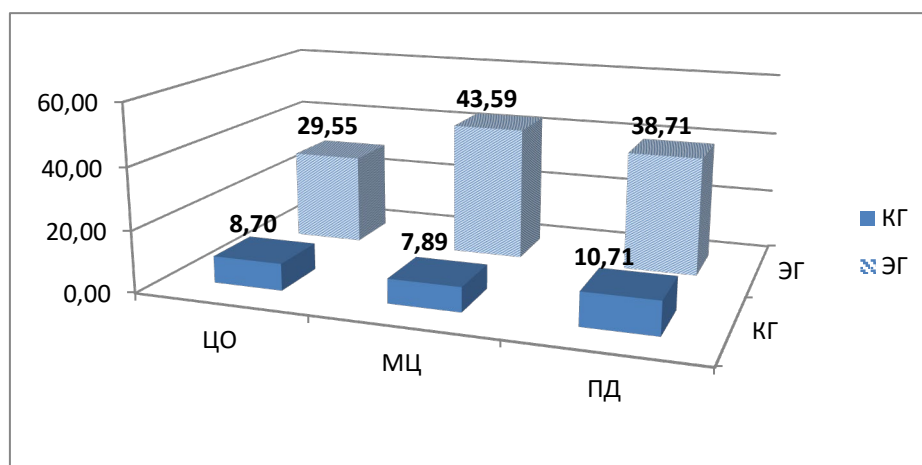


Рисунок 1 – Визуализация итоговых результатов исследования по критериям эффективности методической системы обучения математическому моделированию (в %)

Такую ситуацию можно объяснить эффективностью внедрения методической системы обучения математическому моделированию будущих инженеров в контексте цифровизации высшего инженерного образования путем сформированности математической цифровой компетентности у студентов экспериментальных групп на более высоком уровне, чем у студентов контрольных групп.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертационной работе предложено новое направление в теории и методике обучения и воспитания (по областям и уровням образования: математика) – технологический подход к обучению математическому

моделированию студентов инженерных направлений подготовки, основанный на интеграции высшей и прикладной математики в контексте цифровизации высшего инженерного образования, формирующий у будущих инженеров математическую цифровую компетентность. Разработана концепция обучения математическому моделированию в условиях цифровизации высшего технического образования и создана методическая система обучения студентов математическому моделированию в контексте цифровой дидактики, реализующая ее. Полученные результаты позволили заключить следующее.

1. Математическое моделирование – это специальный способ приближенного описания какого-либо явления или процесса, который позволяет при его анализе использовать формально-логический аппарат математики. Математическое моделирование является основополагающим компонентом в прикладных исследованиях системной инженерии, основным путем передачи методологии математических наук. Приложения математического моделирования используются во многих аспектах производственного цикла, являясь технологической базой современного инженера. Однако из-за недостаточного владения инженерными работниками методами математического моделирования в условиях цифровизации промышленности возникает проблема поиска современных технологических цифровых подходов к обучению математическому моделированию студентов инженерных направлений подготовки. В связи с этим важной задачей подготовки будущих инженеров является обучение студентов математическому моделированию и формирование у них математической цифровой компетентности.

2. Теоретическим базисом обучения будущих инженеров является концепция обучения математическому моделированию студентов в контексте цифровизации высшего инженерного образования. Эта концепция строится на основе современных методологических подходов инженерной педагогики, с учетом принципов цифровой дидактики и информационно-образовательной среды вуза.

Цифровая трансформация образовательной деятельности современного технического университета влияет на выбор основных методологических подходов к обучению в высшей школе, на организацию образовательного процесса, связанного с обучением студентов – будущих инженеров математическому моделированию.

3. Для реализации концепции важно создать методическую систему обучения математическому моделированию студентов, которая обеспечит эффективность формирования математической цифровой компетентности для осуществления инновационной инженерной деятельности.

Методическая система разрабатывается исходя из требований к построению такой системы, в нее закладываются требования к целям, содержанию, организационным формам, методам и средствам обучения, с учетом информатизации современного инженерного образования.

Обучение математическому моделированию студентов технических университетов с применением построенной методической системы нацелено на

сокращение разрыва между академической математикой и промышленным использованием математики, на расширение интеллектуального кругозора, на овладение математической цифровой компетентностью, а значит, и на повышение потенциальной полезности студентов в будущей профессиональной деятельности.

4. Процесс обучения математическому моделированию будущих инженеров необходимо начинать с профориентационной работы технических вузов через внедрение в систему дополнительного образования школьников математических кружков, направленных на понимание сути математического моделирования на основе ИКТ. Рассматривать такую деятельность необходимо как фактор преемственности системы общего среднего и высшего технического образования.

Усвоение студентами фундаментальных математических знаний, необходимых в инженерии для математического описания технических объектов и процессов, происходит в рамках обучения математике и прикладной математике, построенных на основе освоения студентами действий по математическому моделированию с применением ИКТ, технологий смешанного, гибридного обучения, технологии «перевернутый класс», которые позволяют будущим инженерам активно погружаться в изучаемый материал на основе компьютерного моделирования.

Эффективность обучения математическому и компьютерному моделированию достигается путем включения в образовательный процесс приемов имитационного моделирования, позволяющих исследовать сложные процессы и явления в реальном времени, они направлены на овладение цифровыми компетенциями по использованию при решении задач пакетов прикладных программ для проведения инженерных расчетов, позволяют освоить дисциплины прикладной математики и сформировать у студентов математическую цифровую компетентность. Такие виртуальные модели должны входить в информационно-образовательную среду технического университета.

5. Виртуальная лаборатория как организационно-техническая система, являющаяся составляющей информационно-образовательной среды инженерного вуза, предназначена для управления процессом обучения математическому моделированию при проведении различных видов учебных занятий по математике, прикладной математике, дисциплинам профессионального блока, реализована в виде человеко-машинного комплекса, основным режимом которого является адаптивный диалог между обучающимися и пакетом прикладных программ.

6. Эффективность методической системы обучения студентов математическому моделированию в контексте цифровизации высшего инженерного образования зависит от уровня усвоения математического аппарата и сформированных умений применять его при построении математических моделей в дисциплине «Математика», уровня сформированности компонентов математической цифровой компетентности в дисциплине «Прикладная математика», уровня овладения методами математи-

ческого и компьютерного моделирования в дисциплинах профессионального блока. Опытнo-экспериментальная проверка эффективности авторской методической системы обучения математическому моделированию студентов показала свою состоятельность по трем критериям (ценностно-ориентационному, математически-цифровому, практико-деятельностному).

Таким образом, задачи, поставленные в исследовании, полностью выполнены, что подтверждено теоретико-методическим обоснованием и результатами педагогического эксперимента.

Дальнейшего решения требуют вопросы, тесно связанные с проведенным исследованием, в частности: разработка системы обучения математическому и компьютерному моделированию обучающихся среднего профессионального образования; обобщение опыта внедрения методической системы обучения математическому моделированию на основе ИКТ в практику работы магистратуры при подготовке будущего учителя математики и информатики; формирование у преподавателей математики в высшей технической школе методической компетентности по созданию технологий смешанного и гибридного обучения студентов математике и математическому моделированию на основе внедрения ИКТ, что будет обеспечивать развитие цифровизации образования. Развитие заложенных в диссертации идей по обучению студентов методам математического моделирования на основе внедрения системы компьютерного моделирования при изучении математики и прикладной математики можно экстраполировать в плоскость обучения специальным дисциплинам в высшей технической школе, а также в систему обучения математике в школе на основе изучения математических моделей реальных процессов.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Монографии:

1. Королев, М.Е. Теоретико-методические основы обучения будущих инженеров математическому моделированию в системе высшего технического образования. Монография / М.Е. Королев. – Донецк : изд-во ДонНУ, 2021. – 336 с. (19,53 п.л.)

Статьи в рецензируемых научных изданиях

2. Корольов, М.Є. Створення автоматизованого робочого місця з дисципліни «Багатовимірний статистичний аналіз» / М.Є. Корольов, Є.О. Корольов, В.І. Павленко // Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво. – Луцьк, 2012. – № 10. – С. 35–51. (1,99 п.л./0,33 п.л.)

Личный вклад: разработка листингов исходных кодов АРМ.

3. Павленко, В.І. Методологія пошуку факторних напрямлень / В.І. Павленко, М.Є. Корольов, Є.О. Корольов // Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво. – Луцьк, 2013. – № 12. – С. 41–45. (0,29 п.л./0,33 п.л.)

Личный вклад: математическое обоснование системного подхода факторных направлений.

4. Королев, М.Е. Моделирование транспортных технологий в междисциплинарном аспекте интегративности / М.Е. Королев, Е.А. Королев // Научная сокровищница образования Донетчины. Научно-метод. журнал. – 2016. – № 1. – С. 28–33. (0,7 п.л./0,35 п.л.)

Личный вклад: обоснование интеграции математики и транспортных технологий.

5. Королев, М.Е. Линеаризация экспериментальных данных средствами методо-ориентированного прикладного программного пакета MATHCAD в управлении транспортных систем / М.Е. Королёв, Е.А. Королёв, С.А. Чубучный // Инновационные технологии в машиностроении, образовании и экономике. [Электронный ресурс]. – 2016. – № 2. – С. 67–71. Режим доступа: <https://atidstu.ru/sites/default/files/%D0%98%D0%A2-2016-2.pdf>. (0,58 п.л./ 0,19 п.л.)

Личный вклад: разработка листов Mathcad.

6. Королев, М.Е. Современные подходы к изучению особенностей автомобильной отрасли / М.Е. Королев, Н.Н. Дудникова // Инновационные технологии в машиностроении, образовании и экономике. [Электронный ресурс]. – 2017. – Т. 5. – № 2(4). – С. 6–19. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29095492> (1,63 п.л./0,81 п.л.)

Личный вклад: построение математической модели.

7. Королёв, М.Е. Неметрические методы оценки в сфере развития автомобильного транспорта / М.Е. Королев, Е.А. Королев, Н.В. Юшков // Инновационные технологии в машиностроении, образовании и экономике. [Электронный ресурс]. – 2018. – Т. 19. – № 4-1(10). – С. 14–24. Режим доступа: <https://atidstu.ru/sites/default/files/IT-2018-19.pdf>. (1,28 п.л./0,48 п.л.)

Личный вклад: разработка неметрических методов шкалирования.

8. Королев, М.Е. Создание автоматического рабочего места тестирования компетенций персонала дорожно-транспортной отрасли / М.Е. Королёв, Е.А. Королёв, В.А. Дрямин // Инновационные технологии в машиностроении, образовании и экономике. [Электронный ресурс]. – 2018. – Т. 20. – № 4-2(10). – С. 24–30. Режим доступа: https://atidstu.ru/sites/default/files/IT-2018%20%2820%29_compressed.pdf. (0,81 п.л./0,27 п.л.)

Личный вклад: разработка авторской системы компьютерного назначения АРМ.

9. Королев, М.Е. Эффективность методики обучения прикладной математике студентов технических специальностей средствами игровых моделей на основе эвристического подхода / М.Е. Королев // Дидактика математики: проблемы и исследования: Междунар. сборн. науч. работ. – 2020. – Вып. 51. – С. 53–60. (0,81 п.л.)

Личный вклад: эвристический подход в игровых моделях.

10. Королев, М.Е. Интернет технологии эвристического обучения построения математических моделей в высшей технической школе / М.Е. Королев, Е.А. Королев, В.А. Дрямин // Научные вести: Междунар. научный журнал. – 2020. – № 12(29). – С. 87–95. (0,52 п.л./0,17 п.л.)

Личный вклад: разработка моделей на основе ИКТ и их обоснование.

11. Королев, М.Е. Математическое моделирование как инструмент инженерного конструирования / М.Е. Королев // Дидактика математики: проблемы и исследования : Междунар. сборн. науч. работ. – 2020. – Вып. 52. – С. 71–77. (0,81 п.л.)

12. Королев, М.Е. Методы обучения математическому моделированию в высшей технической школе на основе информационно-коммуникационных технологий / М.Е. Королев // Вестник Донецкого национального университета. Серия Б. Гуманитарные науки. – 2020. – № 4. – С. 145–150. (0,70 п.л.)

13. Королёв, М.Е. Педагогический дизайн и эффективность электронного обучения от школы к университету / М.Е. Королев // Научные горизонты : Междунар. научный журнал. – 2021. – № 2(42). – С. 23–36. (0,81 п.л.)

14. Королёв, М.Е. Методика организации математического кружка для абитуриентов «Математическое моделирование в технических задачах» / М.Е. Королев, Е.И. Скафа, А.С. Черкез // Научные вести : Междунар. научный журнал. – 2021. – № 3(32). – С. 50–69. (1,16 п.л./0,39 п.л.)

Личный вклад: создание программы математического кружка.

15. Королёв, М.Е. Организационные формы обучения математическому моделированию в высшей технической школе / М.Е. Королев, Е.И. Скафа // Вестник Донецкого национального университета. Серия Б. Гуманитарные науки. – 2021. – № 1. – С. 168–175. (0,93 п.л./0,47 п.л.)

Личный вклад: обоснование выбора организационных форм при обучении математическому моделированию.

16. Королев, М.Е. Психолого-педагогические основы цифровой трансформации обучения студентов современного университета / М.Е. Королев, И.А. Дерий // Вестник Академии гражданской защиты : научный журнал. – Донецк : ГОУ ВПО «Академия гражданской защиты» МЧС ДНР, 2021. – Вып. 2(26). – С. 115–121. (0,81 п.л./0,4 п.л.)

Личный вклад: теоретический анализ цифровой дидактики.

17. Королев, М.Е. Управление самостоятельной работой будущих инженеров в процессе обучения математическому моделированию / М.Е. Королев // Вестник Донецкого национального университета. Серия Б. Гуманитарные науки. – 2021. – № 2. – С. 170–177. (0,93 п.л.)

18. Королев, М.Е. Компьютерная симуляция на уроках информатики как фактор преемственности школьного образования при обучении математическому моделированию / М.Е. Королев // Информатика и образование. – 2021. – № 5. – С. 52–58. (0,81 п.л.)

19. Скафа, Е.И. Технология смешанного обучения математическому и компьютерному моделированию будущих инженеров / Е.И. Скафа, М.Е. Королев // Педагогическая информатика. – 2021. – № 2. – С. 95–104. (1,16 п.л. /0,58 п.л.)

Личный вклад: теоретический анализ возможности внедрения смешанного обучения математическому и компьютерному моделированию.

20. Королев, М.Е. Целеполагание в обучении математическому моделированию будущих инженеров / М.Е. Королев // Дидактика математики:

проблемы и исследования : Междунар. сборн. науч. работ. – 2021. – Вып. 53. – С. 40–48. (1,05 п.л.)

21. Королев, М.Е. Основные содержательные линии изучения методов математического моделирования студентами технических университетов / М.Е. Королев // Дидактика математики: проблемы и исследования : Междунар. сборн. науч. работ. – 2021. – Вып. 54. – С. 97–103. (0,81 п.л.)

Статьи в других научных изданиях:

22. Королёв, М.Е. Минимальные затраты / М.Е. Королёв, А.В. Савина, А.С. Глотова // Наука і освіта 2004 : матеріали VII Міжнар. науково-практ. конф. (м. Дніпропетровськ, 10–15 лютого 2004 р.). – Дніпропетровськ : Наука і освіта, 2004. – С. 36–38. (0,17 п.л./0,06 п.л.)

Личный вклад: теоретическое обоснование моделей динамического программирования.

23. Павленко, В.И. Использование классической модели многомерного шкалирования Торгерсона для оценки предложений поставщиков / В.И. Павленко, М.Е. Королев, Е.А. Королев // Наукові нотатки. – Луцьк. – 2011. – №32. – С. 291–294. (0,47 п.л./0,16 п.л.)

Личный вклад: теоретическое обоснование алгоритма Торгерсона.

24. Павленко, В.И. Выбор факторных направлений в производственно-экономических процессах алгоритмом Хоттелинга / В.И. Павленко, М.Е. Королев, Е.А. Королев // Вісник університету «Україна». Серія: Інформатика, обчислювальна техніка та кібернетика. – 2011. – №2. – С. 18–23. (0,7 п.л./0,23 п.л.)

Личный вклад: теоретическое обоснование алгоритма Хоттелинга.

25. Кирноз, И.А. Минимальные поверхности / И.А. Кирноз, Е.А. Королёв, М.Е. Королёв // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2013. – 2/4 (62).. – С. 20–26. (0,81 п.л./0,27 п.л.)

Личный вклад: идентификация минимальных поверхностей в математических моделях.

26. Василенко, Т.Е. Подання та первинна обробка статистичних даних у багатовимірному школюванні. Класична модель багатовимірного шкалювання Торгерсона / Т.Е. Василенко, М.Е. Королев, А.И. Мельник // Вісті Автомобільно-дорожнього інституту. – 2013. – №1(16). – С. 67–73. (0,81 п.л./0,2 п.л.)

Личный вклад: обобщение статистических методов в шкалировании.

27. Королев, М.Е. Применение неметрических методов многомерного шкалирования при выборе модели управления автотранспортным предприятием / М.Е. Королев, Е.А. Королев, В.Л. Гетьманская // Вісті Автомобільно-дорожнього інституту. – 2013. – № 2(17). – С. 20–33. (1,62 п.л./0,54 п.л.)

Личный вклад: обобщение неметрических методов в области транспорта.

28. Ветрова, Т.А. Автоматизация модели «Бродячий торговец» / Т.А. Ветрова, М.Е. Королёв // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – Воронеж, 2015. – № 7 часть 3 (18-3). – С. 437–440. (0,23 п.л./0,12 п.л.)

Личный вклад: обоснование и построение метода ветвей и границ.

29. Чубучный, С.А. Неметрические методы статистики / С.А. Чубучный, М.Е. Королёв // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – Воронеж, 2015. – № 8 часть 1 (19-1). – С. 405–408. (0,47 п.л./0,23 п.л.)

Личный вклад: теоретический анализ неметрических методов обработки статистических данных.

30. Королев, М.Е. Компьютерные технологии прикладной математики в управлении предприятием / М.Е. Королев, Е.А. Королев, В.Л. Гетьманская // Инновационные перспективы Донбасса : Материалы международной научно-практической конференции (Донецк, 20-22 мая 2015 г.). – Донецк, 2015. – С. 182–186. (0,58 п.л./0,19 п.л.)

Личный вклад: разработка математической модели на основе ИКТ.

31. Королев, М.Е. Технология и методика внедрения автоматизированного рабочего места дисциплины «Исследование операций» в учебный процесс / М.Е.Королев, Е.А.Королев, Т.А.Ветрова // Проблемы и пути совершенствования учебной, учебно-методической и воспитательной работы: материалы VI науч.-метод. конф. (Донецк, 4 февраля 2016 г.). – Донецк: ДонНТУ, 2016. – С. 271–275. (0,58 п.л./0,19 п.л.)

Личный вклад: дидактический анализ методологии внедрения исследования операций в учебный процесс.

32. Королев, М.Е. Использование многомерных статистических методов факторного анализа в исследовании автомобильных рынков / М.Е. Королев, Н.Н. Дудникова, О.Н. Куктенко // Вести Автомобильно-дорожного института.– 2016. – №1(18). – С. 37–45. (1,04 п.л./0,26 п.л.)

Личный вклад: теоретический анализ методов факторного анализа.

33. Королев, М.Е. Управление предприятием на основе метода экспертных оценок / М.Е. Королев, Н.Н. Дудникова, С.А. Чубучный // Актуальные проблемы экономики и управления: теоретические и прикладные аспекты : Материалы I междунар. научно-практич. конф. (Горловка, 17-18 мая, 2016 г.) / отв. ред. Е.П. Мельникова. – АДИ ДонНТУ, 2016. – С. 570–573. (0,47 п.л./0,16 п.л.)

Личный вклад: теоретический анализ метода экспертных оценок.

34. Королёв, М.Е. Моделирование маневренности и устойчивости автомобиля / М.Е. Королёв, Е.А. Королёв, С.А. Чубучный // Научно-технические аспекты развития автотранспортного комплекса: материалы второй Междунар. науч.-практ. конф., (г. Горловка, 26 мая 2016 г.). – Горловка: АДИ ГОУ ВПО ДонНТУ, 2016. – С. 49-54. (0,7 п.л./0,23 п.л.)

Личный вклад: обобщение процесса математического моделирования в транспортных технологиях.

35. Королев, М.Е. Принятие решений в условиях неопределенности в интеллектуальных транспортных системах / М.Е. Королев, Е.А. Королев, Д.С. Никульшин // Научно-технические аспекты развития автотранспортного комплекса : материалы III Междунар. научно-практ. конф. в рамках третьего Международного научного форума Донецкой Народной Республики

«Инновационные перспективы Донбасса: Инфраструктурное и социально-экономическое развитие». – Донецк: ДонНТУ, 2017. – С.188–193. (0,69 п.л./0,23 п.л.)

Личный вклад: моделирование систем в условиях неопределенности.

36. Королев, М.Е. Применение метода экспертной оценки при изучении особенностей движения автомобиля / М.Е. Королев, Н.Н. Дудникова // Вести Автомобильно-дорожного института. – 2017. – № 2(21). – С. 25–34. (1,16 п.л./0,58 п.л.)

Личный вклад: обоснование возможности применения математического моделирования в инженерии.

37. Королёв, М.Е. Использование метода многомерного статистического анализа в оценке аграрного развития / М.Е. Королев, Е.А. Королев, Н.В. Юшков // Научные горизонты : Междунар. научный журнал. – 2018. – №11(15). – Ч. 2. – С. 23–28. (0,35 п.л./0,12 п.л.)

Личный вклад: математическое моделирование методов многомерного статистического анализа.

38. Королев, М.Е. Управленческие решения в конфликтных ситуациях транспортных систем / М.Е. Королев, Е.А. Королев, Д.С. Никульшин // Вести Автомобильно-дорожного института. – 2018. – №2(25). – С. 12–18. (0,81 п.л./0,27 п.л.)

Личный вклад: обобщение теории конфликтов на транспорте.

39. Королёв, М.Е. Автоматизированное рабочее место студент-преподаватель общенаучных дисциплин / М.Е. Королёв, Е.А. Королёв, М.А.Осадчая // Качество естественно-математического образования: проблемы, реалии, перспективы : Материалы IV Республиканской электронной научно-практич. конф. (Донецк, 25 – 27 апреля 2018 г.) / Донецк: ГОУ ДПО «ДонРИДПО», 2018. – Т. 1 – С. 152–156. (0,58 п.л./0,19 п.л.)

Личный вклад: разработка АРМ общенаучных дисциплин.

40. Королёв, М.Е. Автоматизация проверки компетенций специалистов в области транспорта / М.Е. Королёв, Е.А. Королёв, В.А. Дрямин // Актуальные проблемы автотранспортного комплекса : Межвузовский сборник научных статей (с международным участием) / Самара: Самар. гос. техн. ун-т., 2019. – С. 250-253. (0,35 п.л./0,12 п.л.)

Личный вклад: разработка алгоритма построения автоматизации проверки компетенций.

41. Королев, М.Е. Автоматизированное рабочее место студент – преподаватель раздела “Методы обработки статистических данных” / М.Е. Королёв, Е.А. Королев, М.С. Яворенко // Проблемы и пути совершенствования учебной, учебно-методической и воспитательной работы: Материалы VII научно-метод. конф. (Донецк, 31 января 2019 г.). – Донецк, ГОУ ВПО “ДОННТУ”, 2019. – С. 113–119. (0,81 п.л./0,27 п.л.)

Личный вклад: разработка математической модели автоматизированного рабочего места методов обработки статистических данных.

42. Королев, М.Е. Применение информационных технологий при тестировании компетенций персонала транспортно-технологических систем и

комплексов / М.Е. Королёв, Е.А. Королёв, В.А. Дрямин // Научно-технические аспекты развития автотранспортного комплекса 2019 : Материалы V междунар. научно-практ. конф. (Горловка, 22 мая 2019 г.). – Горловка, АДИ ГОУ ВПО “ДОННТУ”, 2019. – С. 356–358. (0,35 п.л./0,12 п.л.)

Личный вклад: применение ИКТ в транспортно-технологических системах.

43. Королев, М.Е. Математическое моделирование в инвестиционной деятельности в оптимальном распределении средств между смежными отраслями / М.Е. Королев, Е.А. Королев, В.А. Дрямин // Актуальные вопросы экономики и управления: теоретические и прикладные аспекты : материалы IV междунар. научно-практич. конф. (Горловка, 29 марта 2019 г.). – Горловка, АДИ ГОУ ВПО “ДОННТУ”, 2019. – С. 580-585. (0,7 п.л./0,23 п.л.)

Личный вклад: разработка и теоретическое обоснование математических моделей динамического программирования.

44. Королев, М.Е. Построение моделей финансово-кредитных отношений в условиях конкуренции / М.Е. Королев, Е.А. Королев, В.А. Дрямин // Конкурентоспособность субъектов хозяйствования в условиях новых вызовов внешней среды : проблемы и пути их решения : сборник материалов Междунар. научно-практ. конф. / под общей ред. Н.В. Мальцева. (Екатеринбург, 3 апреля 2019 г.). – Екатеринбург : Изд-во Уральский государственный горный университет, 2019. – С. 191–194. (0,47 п.л./0,16 п.л.)

Личный вклад: разработка и теоретический анализ математических моделей в условиях конкуренции.

45. Королев, М.Е. Экономические проблемы конкурентоспособности региона / М.Е. Королев, Е.А. Королев, Ф.В. Молозин // Географические и экономические исследования в контексте устойчивого развития государства и региона : Материалы междунар. научно-практич. конф. (Донецк, 31 октября – 1 ноября 2019 г.) / под общей ред. Е.Г. Кошелевой. – Донецк : Изд-во ДонНУ, 2019. – С. 119–121. (0,35 п.л./0,12 п.л.)

Личный вклад: разработка математической модели.

46. Королёв, М.Е. Динамическое программирование оптимального распределения инвестиций между смежными отраслями / М.Е. Королёв, Е.А. Королёв, В.А. Дрямин // Экономические, экологические и социальные проблемы промышленных регионов: сборник материалов X международной научно-практической конференции (Краснодон, 22-23 мая 2019 г.). – Краснодон, 2019. – С. 55–56. (0,23 п.л./0,08 п.л.)

Личный вклад: обоснование и применение оптимизационного метода динамического программирования.

47. Королев, М.Е. Размещение на сайте графиков функций в полярных координатах с использованием технологии asp.net среды Visual Studio – C# / М.Е. Королев, А.Д. Ковалёв // Молодежная наука вызовы и перспективы: материалы III международной научно-практич. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых в 3-х томах. Т. 3 (Макеевка, 6 апреля 2020 г.). – Макеевка: ДОНАГРА, 2020. – С. 89–93. (0,58 п.л./0,29 п.л.)

Личный вклад: разработка проекта на основе технологии asp.net.

48. Королев, М.Е. Эффективность информационных систем при эвристическом обучении студентов технических специальностей с использованием элементов блокового программирования среды Mathcad / М.Е. Королев // Научные горизонты : Междунар. научный журнал. – 2020. – 8(36). – С. 65–71. (0,4 п.л.)

49. Королёв, М.Е. Блоковое программирование метода половинного деления решения трансцендентных уравнений / М.Е. Королёв, Е.Д. Запорожец // Форум молодых ученых : мир без границ : сборник материалов V Междунар. заочной научной конф. в рамках междунар. научного форума Донецкой Народной Республики «Инновационные перспективы Донбасса» (г. Донецк, 6 апреля–10 июня 2020 г.) : В 5 ч. Ч.1. – Донецк : «ДОНМАН», 2020. – С. 82–84. (0,35 п.л./0,17 п.л.)

Личный вклад: разработка и теоретический анализ метода дихотомии.

50. Королев, М.Е. Создание обучающего интерактивного пособия эвристического обучения интернет технологиям / М.Е. Королёв, А.Д. Ковалёв // Форум молодых ученых: мир без границ : материалы VI Междунар. заочной научной конф., приуроченной ко Дню народного единства (Донецк, 15 октября – 25 декабря 2020 г.) : в 8 ч. Ч.2.– Донецк: «ДОНМАН», 2020. – С.45–47. (0,35 п.л./0,17 п.л.)

Личный вклад: дидактическая разработка среды интерактивного пособия.

51. Королев, М.Е. Применение технологий эвристического обучения математическим методам студентов технического университета / М.Е. Королев // Информатизация образования и методика электронного обучения: цифровые технологии в образовании : материалы IV Междунар. науч. конф. (Красноярск, 6–9 октября 2020 г.) : в 2 ч. Ч. 1 / под общ. ред. М. В. Носкова. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2020. – С.196–200. (0,58 п.л.)

52. Скафа, Е.И. Математическое моделирование как фактор преемственности в системе общего среднего и высшего технического образования / Е.И. Скафа, М.Е. Королев // Непрерывная система образования «Школа – Университет». Инновации и перспективы : сборник статей IV Междунар. научно-практ. конф., посвященной 100-летию БНТУ (Минск, 29-30 октября 2020 г.). – Минск : БНТУ, 2020. – С. 345–348. (0,23 п.л./0,12 п.л.)

Личный вклад: теоретический анализ процесса преемственности.

53. Королев, М.Е. Цифровизация образования в педагогических экспериментах / М.Е. Королев // Педагогический дизайн в высшем и среднем профессиональном образовании : материалы региональной научно-практ. online-конф. (Брянск, 25 февраля 2021 г.). – Брянск : изд-во БГТУ, 2021. – С. 96–102. (0,81 п.л.)

54. Королев, М.Е. Методические приемы обучения созданию математических моделей будущих инженеров при изучении высшей математики / М.Е. Королев // Инновационные подходы к обучению математике в вузе: материалы Всероссийской научно-практич. конф. (Омск, 1–3 марта 2021 г.) / под ред. М. В. Дербуш, С. Н. Скарбич. – Омск : Изд-во ОмГПУ, 2021. – С. 145–149. (0,29 п.л.)

55. Королев, М.Е. Перевернутое обучение математическому моделированию как организационная форма подготовки будущих инженеров / М.Е. Королев // Теоретико-методологические аспекты преподавания математики в современных условиях : сборник материалов IV Междунар. научно-практ. конф. (Луганск, 4–5 мая 2021 г.) / Под общ. ред. С.В. Темниковой, О.В. Давыскибы; ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный педагогический университет». – Луганск : Книта, 2021. – С. 210–215. (0,69 п.л.)

56. Скафа, Е.И. Интегрированные лабораторные работы по математике как форма цифрового обучения в высшей школе / Е.И. Скафа, М.Е. Королев // Интернет-технологии в образовании : материалы междунар. научно-практ. конф. (Чебоксары, 17 мая – 21 мая 2021 г.). – Чебоксары : Чуваш. гос. пед. ун-т, 2021. – С. 452–459. (0,46 п.л./0,23 п.л.)

Личный вклад: дидактическая разработка среды интегрированной лабораторной на основе ИКТ.

57. Королев, М.Е. Теоретико-методологические основы повышения эффективности образовательного процесса / М.Е. Королев // Актуальные проблемы государственного и муниципального управления: теоретико-методологические и прикладные аспекты: Материалы Международного круглого стола (Донецк, 18 мая 2021 г.) / под общей ред. д-ра физ.-мат. наук, проф. С. В. Беспаловой. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2021 – С. 91–93. (0,35 п.л.)

58. Королев, М.Е. Принципы цифрового обучения математическому моделированию в высшей технической школе / М.Е. Королев // Информатизация образования и методика электронного обучения: цифровые технологии в образовании : материалы V Междунар. науч. конф. (Красноярск, 21–24 сентября 2021 г.) : в 2 ч. Ч. 2 / под общ. ред. М. В. Носкова. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2021. – С. 162–167. (0,7 п.л.)

59. Королев, М. Е. О формировании математической цифровой компетентности будущих инженеров / М.Е. Королев // Донецкие чтения 2021: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности : Материалы VI Междунар. научной конф. (Донецк, 26–28 октября 2021 г.). – Том 6: Педагогические науки. Часть 3 / под общ. ред. проф. С.В.Беспаловой. – Донецк : Изд-во ДонНУ, 2021. – С. 58–60. (0,17 п.л.)

60. Учебные и учебно-методические пособия:

61. Дослідження операцій і методи оптимізації : навчальний посібник / М.Є. Корольов, І.В. Павленко, О.В. Савіна, А.Г. Тимошенко. – Київ : Університет «Україна», 2007. – 177 с. (10,29 п.л./2,57 п.л.)

Личный вклад: теоретическое обоснование методов исследования операций и методов оптимизации.

62. Королев, М.Е. Система управления базами данных MS Access : практикум для практических и лабораторных работ, учебных практик / М.Е. Королев – Горловка : ГОУ ВПО «ДонНТУ» АДИ, 2017. – 135 с. (7,58 п.л.)

63. Королев, М.Е. Информатика : учебно-методическое пособие / М.Е. Королев. – Горловка : ГОУ ВПО «ДонНТУ» АДИ, 2017. – 80 с. (4,65 п.л.)

64. Королев, М.Е. Практические занятия по дисциплине «Прикладное программирование» : учебно-методическое пособие / М.Е. Королев. – Горловка : ГОУ ВПО «ДонНТУ» АДИ, 2017. – 55 с. (3,19 п.л.)

65. Королев, М.Е. Сборник индивидуальных заданий по дисциплинам «Информатика», «Прикладное программирование», «Прикладное программирование и пакеты программ» / М.Е. Королев. – Горловка : ГОУ ВПО «ДонНТУ» АДИ, 2017. – 109 с. (6,33 п.л.)

66. Королев, М.Е. Практические работы по дисциплине «Компьютерные технологии в науке» : учебно-методическое пособие / М.Е. Королев. – Горловка : ГОУ ВПО «ДонНТУ» АДИ, 2017. – 79 с. (4,59 п.л.)

67. Королев, М.Е. Практикум для практических и лабораторных работ, учебных практик по теме «Электронная таблица MS Excel» / М.Е. Королев. – Горловка : ГОУ ВПО «ДонНТУ» АДИ, 2017. – 81 с. (4,7 п.л.)

68. Королев, М.Е. Использование вычислительной техники и пакета прикладной программы Mathcad в отрасли : учебно-методическое пособие для студентов направления подготовки 23.03.01 «Технология транспортных процессов» всех форм обучения) / М.Е. Королев. – Горловка : ГОУ ВПО «ДонНТУ» АДИ, 2017. – 76 с. (4,42 п.л.)

69. Королев, М.Е. Выполнение расчетно-графических работ по дисциплине «Прикладная математика» : учебно-методическое пособие / М.Е. Королев. – Горловка : ГОУ ВПО «ДонНТУ» АДИ, 2017. – 212 с. (12,32 п.л.)

70. Королев, М.Е. Практикум для выполнения работ по «Прикладному программированию» / М.Е. Королев. – Горловка : ГОУ ВПО «ДонНТУ» АДИ, 2017. – 101 с. (5,87 п.л.)

71. Королев, М.Е. Требования к выполнению курсовой работы по дисциплине «Информатика» : учебно-методическое пособие / М.Е. Королев. – Горловка : ГОУ ВПО «ДонНТУ» АДИ, 2017. – 102 с. (5,93 п.л.)

72. Королев, М.Е. Требования к выполнению практических работ по дисциплинам «Эконометрика», «Методы обработки статистических данных» : учебно-методическое пособие / М.Е. Королев. – Горловка : ГОУ ВПО «ДонНТУ» АДИ, 2018. – 74 с. (4,3 п.л.)

73. Королев, М.Е. Исследование операций : учебно-методическое пособие / М.Е. Королев. – Горловка : ГОУ ВПО «ДОННТУ» АДИ, 2020. – 114 с. (6,63 п.л.)

74. Королев, М.Е. Эвристическое обучение дисциплине «Информатика» : учебно-методическое пособие для студентов инженерных специальностей (всех форм обучения) / М.Е. Королев; Автомобильно-дорожный институт ГОУ ВПО «Донецкого национального технического университета». – Горловка : АДИ ГОУ ВПО «ДОННТУ», 2020. – 54 с. (3,14 п.л.)

75. Королев, М.Е. Эвристическое обучение дисциплине «Общая теория систем» : учебно-методическое пособие / М.Е. Королев, Е.А. Королев; Автомобильно-дорожный институт ГОУ ВПО «Донецкого национального технического университета». – Горловка : АДИ ГОУ ВПО «ДОННТУ», 2020. – 44 с. (2,56 п.л./1,28 п.л.)

Личный вклад: теоретический материал по общей теории систем.

76. Королев, М.Е. Практические задания по дисциплине «Математическая логика и теория алгоритмов» : учебно-методическое пособие / М.Е. Королев, Е.А. Королев; Автомобильно-дорожный институт ГОУ ВПО «Донецкого национального технического университета». – Горловка : АДИ ГОУ ВПО «ДОННТУ», 2020. – 40 с. (2,32 п.л./1,16 п.л.)

Личный вклад: теоретический и дидактический материал по математической логике и теории алгоритмов.

77. Королев, М.Е. Прикладные аспекты математики: учебное пособие для студентов образовательных учреждений высшего профессионального образования / М.Е. Королев. – Донецк: Изд-во «Фолиант», 2021. – 215 с. (12,49 п.л.)

АННОТАЦИЯ

Королёв М.Е. Теоретико-методические основы обучения математическому моделированию студентов в контексте цифровизации высшего инженерного образования. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени доктора педагогических наук по специальности 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (по областям и уровням образования: математика). Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Донецкий национальный университет». Донецк, 2022.

Актуальность проблемы организации обучения математическому моделированию студентов инженерных направлений подготовки в условиях цифровизации образования связана с недостаточностью теоретического и методического обоснования концепции обучения математическому моделированию студентов в контексте цифровизации высшего инженерного образования. На основе современных методологических подходов инженерной педагогики, с учетом принципов цифровой дидактики и авторского виртуального лабораторного комплекса создана методическая система обучения математическому моделированию студентов. Управление процессом обучения будущих инженеров происходит путем интеграции математического и компьютерного моделирования в дисциплинах математики, прикладной математики и дисциплинах профессионального блока, обеспечивающих овладение студентами математической цифровой компетентности.

Такая система обеспечивает эффективность формирования математической цифровой компетентности студентов для осуществления инновационной инженерной деятельности.

Ключевые слова: математическое моделирование, методическая система обучения математическому моделированию, высшее техническое образование, математическая цифровая компетентность инженера, технологии смешанного обучения.

ABSTRACT

Korolyov M.E. Theoretical-methodical basis for mathematical modeling teaching of students in the context of the higher engineering education digitalization. – Manuscript.

The dissertation for scientific degree of doctor of pedagogical sciences under specialty 13.00.02 – theory and methodology of education and upbringing (by areas and levels of education: mathematics). State educational institution of higher professional education “Donetsk National University”. Donetsk, 2022.

The actuality of the problem of mathematical modeling teaching organization of students of the engineering professional training in the conditions of education digitalization is connected with the insufficiency of theoretical and methodical justification of the mathematical modeling teaching conception of students in the context of the higher engineering education. The methodical system of mathematical modeling teaching of students has been established basing upon the modern methodological approaches for the engineering pedagogics, taking into account the digital didactic principles and the author's virtual laboratory complex. The teaching process management occurs while integrating the mathematical and computer modeling in the mathematical disciplines, in applied mathematics and professional block disciplines, ensuring the obtaining the mathematical digital competence by students.

Such a system provides the effective formation of mathematical digital competence of a student for fulfilling the innovational engineering professional activity.

Key words: mathematical modeling, methodical system of mathematical modeling teaching, the higher technical education, a mathematical digital competence of an engineer, the technology of blended learning.