

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НОВЫХ МЕТОДОВ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ПРЕПОДАВАНИИ ТЕХНИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН

Мурадова Алевтина Александровна

*ТУИТ имени Мухаммада аль-Хорезми, PhD, доцент кафедры
«Телекоммуникационный инжиниринг», a.muradova1982@inbox.ru*

Абдужаппарова Мубарак Балтабаевна

*ТУИТ имени Мухаммада аль-Хорезми, PhD, доцент, заведующая кафедры
«Телекоммуникационный инжиниринг», mubarakabd846@gmail.com*

Каримова Говхар Абдухалик кизи

*ТУИТ имени Мухаммада аль-Хорезми, ассистент кафедры
«Инфокоммуникационный инжиниринг»*

АННОТАЦИЯ. В статье рассматриваются современные подходы к применению математического и компьютерного моделирования в процессе преподавания технических дисциплин. Актуальность исследования обусловлена необходимостью совершенствования инженерного образования в условиях цифровизации и широкого внедрения технологий искусственного интеллекта, машинного обучения и цифровых двойников. Рассмотрены возможности использования аналитического, вероятностно-статистического, имитационного, нечёткого, нейросетевого и гибридного моделирования при изучении телекоммуникационных сетей, Интернета вещей, систем управления, теории массового обслуживания и надёжности технических систем. Особое внимание уделено применению современных программных средств MATLAB/Simulink, Python, NS-3 и Cisco Packet Tracer.

Ключевые слова: математическое моделирование, техническое образование, компьютерное моделирование, искусственный интеллект, машинное обучение, MATLAB, Python, NS-3, телекоммуникационные сети, IoT, цифровые двойники, инженерные компетенции.

ВВЕДЕНИЕ. Современный этап развития высшего технического образования характеризуется активным внедрением цифровых технологий, методов искусственного интеллекта и компьютерного моделирования в учебный процесс. Усложнение технических систем, широкое распространение телекоммуникационных сетей, технологий Интернета вещей (IoT), облачных вычислений и интеллектуальных систем предъявляют новые требования к профессиональной подготовке специалистов технического профиля.

Одним из перспективных направлений совершенствования технического образования является использование математического моделирования. Математическая модель позволяет представить сложный технический объект или процесс в виде системы математических зависимостей, описывающих его основные характеристики и взаимосвязи. Использование таких моделей в образовательном процессе способствует формированию у студентов системного мышления, навыков постановки технических задач, выбора методов их решения, проведения вычислительных экспериментов и интерпретации полученных результатов.

В настоящее время наряду с классическими аналитическими методами получают широкое распространение новые подходы к математическому моделированию, включая имитационное моделирование, вероятностно-статистические методы, нечёткую логику, нейросетевое моделирование, методы машинного обучения, гибридные модели и технологии цифровых двойников. Их применение позволяет моделировать технические процессы, характеристики которых трудно или невозможно исследовать непосредственно в реальных условиях. Особенно актуально это для телекоммуникационных сетей, IoT-систем, систем управления, компьютерных сетей и других сложных технических объектов [1]. Большое значение имеет интеграция математического моделирования с современными программными средствами. Использование MATLAB/Simulink, Python, NS-3, Cisco Packet Tracer и других инструментов предоставляет студентам возможность не только выполнять математические расчёты, но и создавать компьютерные модели реальных технических систем, изменять их параметры, проводить виртуальные эксперименты и исследовать влияние различных факторов на качество функционирования системы. Такой подход

обеспечивает взаимосвязь между фундаментальными математическими знаниями и их практическим применением в профессиональной деятельности.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью разработки эффективных образовательных подходов, обеспечивающих подготовку специалистов, способных применять математические и компьютерные методы для решения сложных инженерных задач. Использование современных методов моделирования позволяет повысить наглядность обучения, активизировать самостоятельную работу студентов, приблизить учебные задачи к реальным производственным ситуациям и сформировать практические компетенции, востребованные современной цифровой экономикой [2].

1. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ТЕХНИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ.

Математическое моделирование является одним из важнейших инструментов исследования и изучения сложных технических систем. В образовательном процессе математическая модель позволяет представить реальный объект, процесс или систему в формализованном виде и исследовать её поведение без необходимости проведения дорогостоящих или сложных натурных экспериментов. Использование моделирования способствует развитию у студентов аналитического мышления, способности формулировать инженерные задачи и находить оптимальные решения на основе количественного анализа.

Традиционные математические модели, основанные на алгебраических, дифференциальных и вероятностно-статистических уравнениях, сохраняют важное значение при подготовке специалистов технического профиля. Однако развитие цифровых технологий привело к появлению новых методов моделирования, позволяющих учитывать большое количество взаимосвязанных параметров, неопределённость исходных данных и динамическое изменение состояния исследуемого объекта.

Одним из наиболее распространённых современных подходов является **имитационное моделирование**. Его применение позволяет воспроизводить работу технической системы во времени и исследовать различные сценарии её функционирования. Например, при изучении телекоммуникационных

сетей с помощью имитационного моделирования можно исследовать интенсивность трафика, задержку передачи пакетов, вероятность потерь, пропускную способность каналов и показатели качества обслуживания. В отличие от теоретического анализа, студент получает возможность экспериментально изменять параметры модели и наблюдать соответствующее изменение характеристик системы [3].

Важное место занимает **вероятностно-статистическое моделирование**, которое применяется при исследовании процессов, содержащих случайные величины и неопределённость. В телекоммуникациях данный подход используется для моделирования потоков вызовов и данных, вероятности отказов оборудования, распределения времени обслуживания, надёжности элементов сети и других показателей.

Перспективным направлением является **нечёткое математическое моделирование**, основанное на теории нечётких множеств и нечёткой логике. Такой подход особенно эффективен в ситуациях, когда параметры системы невозможно точно описать количественными значениями. Например, понятия «высокая нагрузка», «низкий уровень сигнала», «удовлетворительное качество связи» или «высокая вероятность отказа» могут быть представлены с использованием функций принадлежности. В учебном процессе нечёткое моделирование позволяет студентам изучать методы принятия решений в условиях неопределённости.

Современное техническое образование также активно использует **нейросетевое моделирование и методы машинного обучения**. Нейронные сети способны выявлять сложные нелинейные зависимости между входными и выходными параметрами системы на основе экспериментальных данных. Например, в телекоммуникационных и IoT-системах методы машинного обучения могут применяться для прогнозирования нагрузки сети, обнаружения аномалий, оценки состояния оборудования, прогнозирования отказов и определения показателей надёжности. При выполнении таких задач студенты приобретают практические навыки подготовки данных, обучения моделей и оценки качества полученных результатов [4].

Отдельное направление представляет **гибридное моделирование**, объединяющее несколько математических подходов. Например, математическая модель технической системы может включать

дифференциальные уравнения, вероятностные методы и алгоритмы машинного обучения. Такой подход позволяет учитывать как физические закономерности исследуемого объекта, так и закономерности, выявленные на основе экспериментальных данных. Гибридные модели особенно актуальны при исследовании сложных телекоммуникационных и информационных систем.

В последние годы всё большее значение приобретают **цифровые двойники (Digital Twins)**. Цифровой двойник представляет собой виртуальную модель реального объекта или системы, которая может обновляться на основе поступающих данных от физических устройств и датчиков. В образовательном процессе данная технология позволяет создать виртуальную копию технической системы и исследовать её поведение в различных условиях. Например, цифровой двойник телекоммуникационной сети может использоваться для анализа нагрузки, прогнозирования отказов и оценки эффективности различных вариантов модернизации [5].

Эффективность применения современных методов моделирования значительно повышается при использовании специализированных программных средств. Среда **MATLAB/Simulink** позволяет создавать математические и динамические модели, выполнять численные эксперименты и визуализировать результаты. Язык **Python** предоставляет широкий набор библиотек для математических вычислений, анализа данных и машинного обучения. Платформа **NS-3** применяется для моделирования компьютерных и телекоммуникационных сетей, а **Cisco Packet Tracer** позволяет студентам проектировать и исследовать сетевые структуры в виртуальной среде.

Таким образом, современные методы математического моделирования позволяют перейти от преимущественно теоретического изучения технических дисциплин к практико-ориентированному обучению. Студент получает возможность сформулировать инженерную задачу, построить математическую модель, реализовать её в программной среде, провести вычислительный эксперимент, проанализировать результаты и предложить оптимальное решение. Такая последовательность формирует комплекс профессиональных компетенций и повышает готовность выпускников к решению реальных инженерных задач [6]. В обобщённом виде современный

подход к обучению техническим дисциплинам на основе математического моделирования можно представить следующим образом:

Реальный технический объект → постановка задачи → математическая модель → компьютерная реализация → вычислительный эксперимент → анализ результатов → оптимизация → инженерное решение. Данный подход особенно эффективен при преподавании телекоммуникационных сетей, IoT, компьютерных сетей, теории массового обслуживания, систем управления, цифровой обработки сигналов и других дисциплин, в которых экспериментальное исследование реальных объектов является сложным или дорогостоящим [7].

2. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ТЕХНИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН. Одной из наиболее важных областей применения моделирования является **телекоммуникационная инженерия**. При изучении дисциплин, связанных с компьютерными и телекоммуникационными сетями, студенты могут создавать модели сетевой инфраструктуры, состоящей из маршрутизаторов, коммутаторов, серверов, абонентских устройств и каналов связи. Изменяя параметры сети, можно исследовать пропускную способность, задержку передачи данных, интенсивность трафика, вероятность потери пакетов и другие показатели качества обслуживания.

Например, при изучении **теории массового обслуживания** математическое моделирование позволяет исследовать процессы поступления и обслуживания заявок. Студенты могут рассматривать модели M/M/1, M/M/n и другие системы массового обслуживания, определять среднее время ожидания, коэффициент загрузки обслуживающего устройства и вероятность отказа. При этом изменение интенсивности входного потока позволяет наглядно продемонстрировать влияние нагрузки на производительность системы.

При изучении **телекоммуникационных сетей** особое значение имеет имитационное моделирование. С помощью программных средств можно сформировать виртуальную сеть и исследовать различные режимы её работы. Например, увеличение количества пользователей или интенсивности трафика может привести к росту задержки и потерь пакетов. Студент получает возможность не только рассчитать соответствующие показатели

аналитически, но и проверить полученные результаты посредством компьютерного эксперимента [8].

Большие возможности открывает моделирование при изучении **Интернета вещей (IoT)**. Виртуальная IoT-система может включать датчики температуры, влажности, освещённости, движения, энергопотребления и другие устройства. На основе модели можно исследовать передачу данных от сенсорных узлов к шлюзу и серверу, оценивать энергопотребление, надёжность передачи информации, вероятность потери пакетов и устойчивость системы к отказам отдельных элементов.

Особый интерес представляет использование математического моделирования для изучения **надёжности технических систем**. Студенты могут исследовать вероятность безотказной работы оборудования, интенсивность отказов, среднюю наработку до отказа (MTTF), среднее время восстановления (MTTR) и коэффициент готовности. Использование экспоненциального, нормального, Вейбулловского и других распределений позволяет сравнивать различные модели отказов и определять наиболее подходящую математическую модель для конкретной технической системы.

При изучении **систем передачи по оптическому волокну** моделирование позволяет исследовать влияние затухания, дисперсии, мощности оптического сигнала, длины линии и других параметров на качество передачи информации. Например, изменение длины оптического волокна позволяет студентам наблюдать изменение уровня сигнала и оценивать ограничения пропускной способности линии. Компьютерная визуализация результатов делает сложные физические процессы более понятными и наглядными [9].

Моделирование также эффективно используется при изучении **систем управления и автоматизации**. С помощью MATLAB/Simulink студенты могут создавать модели динамических объектов, исследовать переходные процессы, изменять параметры регуляторов и анализировать устойчивость системы. Такой подход позволяет безопасно проводить большое количество экспериментов без необходимости использования дорогостоящего физического оборудования.

В дисциплинах, связанных с **цифровой обработкой сигналов**, математическое моделирование позволяет исследовать формирование,

передачу и преобразование сигналов. Студенты могут моделировать различные виды сигналов, применять фильтрацию, дискретизацию, преобразование Фурье и оценивать влияние шумов на качество передачи информации. В результате формируется понимание взаимосвязи между математическими преобразованиями и физическими процессами передачи сигналов.

Важным преимуществом компьютерного моделирования является возможность проведения **виртуального эксперимента**. Студент может многократно изменять параметры исследуемой системы, сравнивать полученные результаты и определять оптимальные значения. Это позволяет сформировать исследовательские навыки и научить обучающихся не только получать результат, но и объяснять причины его изменения [10].

Практическая организация занятия на основе моделирования может включать следующую последовательность:

1. Постановка технической задачи → 2. Определение входных и выходных параметров → 3. Построение математической модели → 4. Реализация модели в программной среде → 5. Проведение вычислительного эксперимента → 6. Изменение параметров → 7. Анализ результатов → 8. Формулирование инженерного вывода.

Например, при изучении надёжности IoT-систем студенту может быть предложено определить вероятность безотказной работы группы сенсоров в течение заданного периода времени. На первом этапе формируется математическая модель надёжности, затем задаются параметры сенсоров и интенсивность отказов. После реализации модели в MATLAB или Python проводится вычислительный эксперимент. Полученные значения MTTF, вероятности безотказной работы и коэффициента готовности сравниваются для различных вариантов системы.

3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ. Эффективность применения математического моделирования в техническом образовании во многом определяется использованием современных программных средств. Компьютерные технологии позволяют реализовать математические модели, проводить вычислительные эксперименты, визуализировать полученные результаты и исследовать поведение технических систем при различных исходных условиях. В результате студент получает возможность перейти от

теоретического описания технического процесса к его практическому исследованию в виртуальной среде.

Одним из наиболее широко используемых средств является **MATLAB/Simulink**, предоставляющий возможности для математических расчётов, численного анализа, обработки экспериментальных данных и моделирования динамических систем. В учебном процессе MATLAB может применяться при изучении теории сигналов, систем управления, телекоммуникационных систем, цифровой обработки сигналов, теории надёжности и других технических дисциплин. Использование Simulink позволяет создавать структурные схемы технических систем и исследовать их поведение во времени.

Большое значение в современном техническом образовании имеет **Python**. Данный язык программирования позволяет объединить математическое моделирование, обработку данных, визуализацию и методы искусственного интеллекта. Библиотеки NumPy и SciPy используются для математических и научных вычислений, Pandas - для обработки табличных данных, Matplotlib - для визуализации результатов, а Scikit-learn и TensorFlow/PyTorch - для реализации алгоритмов машинного обучения и нейронных сетей [11]. Использование Python особенно эффективно при обучении современным интеллектуальным телекоммуникационным технологиям. Например, студенты могут сформировать набор данных о состоянии сетевых устройств, выполнить предварительную обработку данных, построить модель классификации и определить вероятность возникновения неисправности. Такой практический подход позволяет одновременно закрепить знания по математике, программированию, статистике и машинному обучению.

Для изучения **компьютерных и телекоммуникационных сетей** целесообразно использовать программные комплексы сетевого моделирования. Одним из таких инструментов является **NS-3**, который позволяет создавать модели сетей и исследовать параметры передачи данных. С его помощью можно анализировать задержку, пропускную способность, потери пакетов, загрузку каналов и другие характеристики сети.

При изучении сетевых технологий также эффективно применение **Cisco Packet Tracer**. В виртуальной среде студенты могут проектировать

топологию сети, конфигурировать маршрутизаторы и коммутаторы, задавать IP-адресацию, изучать протоколы маршрутизации и проверять передачу пакетов. Преимущество данного подхода заключается в возможности проводить практические эксперименты без использования большого количества физического сетевого оборудования.

Для исследования **теории массового обслуживания и телетрафика** программные средства позволяют моделировать потоки заявок и процессы их обслуживания. Например, студент может реализовать модель M/M/1, изменить интенсивность входного потока и интенсивность обслуживания, а затем исследовать изменение коэффициента загрузки. В результате можно наглядно показать, каким образом увеличение нагрузки влияет на время ожидания и производительность системы [12].

При изучении **IoT-систем** программные средства позволяют создавать виртуальные модели сенсорных сетей. В модели могут учитываться количество узлов, частота передачи данных, уровень энергопотребления, качество канала связи, вероятность потери пакетов и состояние сенсоров. Полученные данные могут затем передаваться в Python или MATLAB для статистического анализа и построения прогнозных моделей.

Перспективным направлением является объединение нескольких программных платформ в рамках одного учебного задания. Например, **NS-3** может использоваться для моделирования сетевого взаимодействия, **Python** - для обработки полученных данных и построения модели машинного обучения, а **MATLAB** - для математического анализа и визуализации результатов. Такой комплексный подход позволяет студентам увидеть взаимосвязь между различными этапами исследования технической системы.

Важным преимуществом программного моделирования является возможность проведения виртуальных экспериментов с большим количеством параметров. Студент может изменять скорость передачи данных, количество пользователей, интенсивность трафика, вероятность отказа оборудования, уровень шума или другие характеристики и наблюдать соответствующее изменение выходных параметров системы.

Для организации учебного процесса программные средства целесообразно использовать по принципу постепенного усложнения: теоретическая модель → простая компьютерная модель → изменение

параметров → анализ результатов → усложнение модели → применение интеллектуальных методов → решение реальной инженерной задачи. Такой подход позволяет сформировать у студентов не только навыки работы с конкретным программным продуктом, но и универсальную способность выбирать соответствующий инструмент в зависимости от поставленной технической задачи. В таблице представлены основные программные средства и направления их использования в техническом образовании [13].

Таблица 1

Основные программные средства и направления их использования в техническом образовании

Программное средство	Основное назначение	Применение в учебном процессе
MATLAB/Simulink	Математическое и динамическое моделирование	Системы управления, сигналы, телекоммуникации, надёжность
Python	Вычисления, анализ данных, ИИ	Машинное обучение, прогнозирование, статистический анализ
NS-3	Имитация компьютерных сетей	Трафик, QoS, задержки, потери пакетов
Cisco Packet Tracer	Моделирование сетевой инфраструктуры	Маршрутизация, коммутация, IP-сети
AnyLogic	Имитационное моделирование	Потоки, системы массового обслуживания, производственные процессы
Mathematica	Символьные и численные вычисления	Математические модели и исследование сложных

		зависимостей
--	--	--------------

Интеграция MATLAB/Simulink, Python, NS-3, Cisco Packet Tracer и других инструментов создаёт основу для формирования у будущих специалистов комплексных цифровых и инженерных компетенций.

4. МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ. Внедрение современных методов математического моделирования в преподавание технических дисциплин требует разработки соответствующей методики обучения, ориентированной не только на усвоение теоретических знаний, но и на формирование практических и исследовательских компетенций. Основной целью такой методики является формирование у студентов способности самостоятельно ставить технические задачи, разрабатывать математические модели, реализовывать их с использованием программных средств и интерпретировать полученные результаты. Предлагаемая методика основана на последовательном переходе от теоретического описания технического объекта к его математическому и компьютерному представлению. При этом преподаватель выступает не только источником информации, но и организатором исследовательской деятельности студентов [14].

Процесс обучения целесообразно организовать в несколько последовательных этапов. Этап 1. Постановка технической задачи. Этап 2. Определение параметров системы. Этап 3. Построение математической модели. Этап 4. Компьютерная реализация модели. Этап 5. Проведение вычислительного эксперимента. Этап 6. Анализ результатов. Этап 7. Оптимизация технической системы. Этап 8. Формулирование инженерного вывода.

Важным элементом предлагаемой методики является **проблемно-ориентированное обучение**. Вместо выполнения исключительно стандартных расчётных упражнений студентам предлагаются задачи, имеющие несколько возможных вариантов решения. Например, необходимо выбрать оптимальную архитектуру сети, определить наиболее эффективный алгоритм прогнозирования или подобрать параметры системы, обеспечивающие заданный уровень надёжности.

Для повышения эффективности обучения целесообразно использовать **проектный подход**. Студенты могут выполнять небольшие индивидуальные

или групповые проекты, связанные с моделированием реальных технических объектов. В рамках проекта они самостоятельно формулируют задачу, выбирают математический аппарат, создают компьютерную модель, проводят эксперимент и представляют результаты.

Особое значение имеет использование **методов машинного обучения** в качестве дополнительного инструмента. После освоения базовых математических моделей студентам можно предложить построить прогнозную модель на основе экспериментальных данных. Например, по данным о состоянии IoT-сенсоров можно прогнозировать вероятность возникновения неисправности. При этом качество модели оценивается с использованием Accuracy, Precision, Recall, F1-score, MAE или RMSE в зависимости от типа задачи [15].

Для оценки эффективности предлагаемой методики целесообразно использовать несколько групп показателей.

Таблица 2

Группы показателей для оценки эффективности предлагаемой методики

Группа показателей	Оцениваемые характеристики
Теоретические знания	Понимание математических методов и моделей
Практические навыки	Умение реализовать модель в программной среде
Исследовательские навыки	Умение проводить вычислительный эксперимент и анализировать результаты
Цифровые компетенции	Владение MATLAB, Python, NS-3 и другими инструментами
Инженерное мышление	Способность выбирать оптимальное

	техническое решение
Самостоятельность	Способность самостоятельно формулировать и решать техническую задачу

5. ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В МОДЕЛИРОВАНИИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ. Одним из перспективных направлений является **прогнозирование параметров технических систем**. На основе исторических данных алгоритмы машинного обучения могут прогнозировать изменение нагрузки сети, температуры оборудования, энергопотребления, качества канала связи и других параметров. Например, при изучении телекоммуникационных сетей студент может построить модель прогнозирования сетевого трафика и определить ожидаемую нагрузку на канал связи.

Другим направлением является **классификация состояния технического оборудования**. На основании измеряемых параметров оборудование может быть отнесено к определённом состоянию: нормальному, предупреждающему или аварийному. Для решения таких задач могут применяться методы логистической регрессии, деревьев решений, Random Forest, Support Vector Machine и нейронных сетей.

Важное значение имеет **обнаружение неисправностей и аномалий**. Используя данные от датчиков, студент может исследовать отклонения параметров от нормального состояния и определить признаки возможной неисправности. Такой подход особенно актуален для IoT-систем, в которых большое количество сенсорных устройств непрерывно передаёт информацию о состоянии объектов.

Методы искусственного интеллекта также могут использоваться для **оптимизации параметров технических систем**. Например, алгоритмы оптимизации позволяют подобрать такие значения параметров сети, при которых обеспечиваются требуемая пропускная способность, минимальная задержка и допустимый уровень потерь пакетов.

Отдельное направление представляет **прогнозирование надёжности технических систем**. На основе информации об отказах, времени

эксплуатации, температуре, нагрузке, энергопотреблении и других параметрах можно построить модель прогнозирования вероятности отказа оборудования. В учебном процессе это позволяет объединить методы теории надёжности, математической статистики и машинного обучения.

6. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ. Для оценки эффективности предлагаемой методики обучения был разработан учебный эксперимент, основанный на сравнении двух подходов к преподаванию технической дисциплины.

В эксперименте целесообразно сформировать две группы студентов: **контрольная группа (КГ)** - обучение с использованием традиционной методики; **экспериментальная группа (ЭГ)** - обучение с применением математического и компьютерного моделирования.

В контрольной группе основной акцент делается на изучении теоретического материала, выполнении расчётных заданий и использовании традиционных методов решения задач. В экспериментальной группе теоретический материал дополняется построением математических моделей, компьютерными экспериментами, визуализацией результатов и применением программных средств MATLAB, Python, NS-3 или Cisco Packet Tracer.

Для обеспечения сопоставимости результатов обе группы должны изучать одинаковый учебный материал и выполнять задания одинакового уровня сложности. Различие заключается преимущественно в используемой методике обучения. Для более объективной оценки рекомендуется проводить входное и итоговое тестирование. Входное тестирование позволяет определить начальный уровень подготовки студентов, а итоговое - установить изменения, произошедшие после применения соответствующей методики. Для оценки практических навыков студентам предлагается выполнить техническое задание, включающее построение математической модели, её программную реализацию, проведение эксперимента и интерпретацию полученных результатов. Например, в рамках дисциплины «Телекоммуникационные сети» студентам может быть предложено исследовать зависимость задержки и потерь пакетов от интенсивности сетевого трафика. Контрольная группа выполняет расчёты аналитическим способом, а экспериментальная группа дополнительно создаёт компьютерную модель и проводит серию виртуальных экспериментов.

7. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ. Предлагаемый подход позволяет ожидать положительную динамику по нескольким направлениям. Во-первых, использование компьютерного моделирования способствует лучшему пониманию взаимосвязи между математическими параметрами и физическими процессами технической системы. Во-вторых, возможность многократного проведения виртуального эксперимента позволяет студентам самостоятельно исследовать различные варианты функционирования объекта.

Особенно существенное значение имеет развитие практических навыков. При традиционном обучении студент преимущественно получает готовые исходные данные и применяет известную формулу. При моделировании он проходит полный цикл исследования: определяет параметры, формирует модель, выбирает программный инструмент, проводит вычислительный эксперимент и интерпретирует результат.

Применение искусственного интеллекта дополнительно расширяет возможности исследовательской деятельности. Студенты могут работать с реальными наборами данных, строить прогнозные модели, сравнивать различные алгоритмы и оценивать их точность. Это способствует формированию компетенций, необходимых современному инженеру в условиях цифровизации технических систем.

При наличии достаточного количества участников статистическую значимость различий можно проверить с использованием соответствующих статистических критериев. Это позволит определить, связано ли выявленное различие именно с применением новой методики, а не со случайными факторами. Ожидаемым результатом применения предложенного подхода является повышение качества решения технических задач, сокращение времени выполнения некоторых вычислительных операций, повышение самостоятельности студентов и развитие навыков работы с современными программными инструментами. При этом необходимо учитывать, что компьютерное моделирование не должно полностью заменять фундаментальную математическую подготовку. Напротив, программные средства должны использоваться как инструмент практического применения математических знаний. Студент должен понимать математическую основу

используемой модели и уметь критически оценивать достоверность полученных результатов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Современное развитие технических систем требует совершенствования подходов к подготовке специалистов инженерного профиля. Одним из эффективных направлений является интеграция математического моделирования, компьютерных технологий и методов искусственного интеллекта в образовательный процесс. Проведённый анализ показывает, что использование математического и компьютерного моделирования позволяет повысить практическую направленность преподавания технических дисциплин. Применение MATLAB/Simulink, Python, NS-3, Cisco Packet Tracer и других программных средств создаёт возможность моделировать реальные технические процессы, проводить виртуальные эксперименты и исследовать влияние различных параметров на функционирование системы.

Особую перспективу представляет объединение математического моделирования с методами машинного обучения. Такой подход позволяет решать задачи прогнозирования параметров технических систем, классификации состояний оборудования, обнаружения неисправностей, оптимизации и прогнозирования надёжности.

Предлагаемая методика обучения основана на последовательном прохождении студентом полного цикла инженерного исследования: от постановки технической задачи и построения математической модели до компьютерной реализации, проведения эксперимента, анализа результатов и формирования инженерного решения. Сравнение традиционного и моделирующего подходов к обучению позволяет оценивать эффективность методики по таким показателям, как уровень теоретических знаний, качество решения технических задач, практические навыки, время выполнения заданий и самостоятельность студентов. Таким образом, внедрение современных методов математического моделирования и искусственного интеллекта в преподавание технических дисциплин способствует формированию у студентов системного, аналитического и инженерного мышления, а также развитию цифровых компетенций. Дальнейшие исследования целесообразно направить на разработку комплексных образовательных моделей, объединяющих математическое моделирование,

машинное обучение, цифровые двойники и интеллектуальные системы для подготовки специалистов в области телекоммуникаций, IoT и других цифровых технологий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Wang, S., Wang, F., Zhu, Z., Wang, J., Tran, T., Du, Z. Artificial intelligence in education: A systematic literature review // Expert Systems with Applications. 2024. Vol. 252. DOI: 10.1016/j.eswa.2024.124167.
2. Castillo-Martínez, I. M., Flores-Bueno, D., Gómez-Puente, S. M., Vite-León, V. O. AI in higher education: a systematic literature review // Frontiers in Education. 2024. Vol. 9. DOI: 10.3389/feduc.2024.1391485.
3. Almasri, F. Exploring the Impact of Artificial Intelligence in Teaching and Learning of Science: A Systematic Review of Empirical Research // Research in Science Education. 2024. Vol. 54. P. 977–997. DOI: 10.1007/s11165-024-10176-3.
4. Mustafa, M. Y., Tlili, A., Lampropoulos, G. et al. A systematic review of literature reviews on artificial intelligence in education (AIED): a roadmap to a future research agenda // Smart Learning Environments. 2024. Vol. 11. DOI: 10.1186/s40561-024-00350-5.
5. Bond, M., Khosravi, H., De Laat, M., Bergdahl, N. et al. A meta systematic review of artificial intelligence in higher education: a call for increased ethics, collaboration, and rigour // International Journal of Educational Technology in Higher Education. 2024. Vol. 21. DOI: 10.1186/s41239-023-00436-z.
6. Almasri, F. Artificial intelligence and engineering education: emerging approaches, opportunities and challenges // Research in engineering and STEM education. 2024.
7. Shaikh, M. K. Digital Twins and Engineering Education: Current Status // International Journal of Innovations in Science & Technology. 2024. Vol. 6, No. 2. P. 459–490. DOI: 10.33411/ijas/202462459490.
8. Yang, Y., Qian, F., Xu, Y. The Effectiveness of a Digital Twin Learning System in Assisting Engineering Education Courses: A Case of Landscape Architecture // Applied Sciences. 2024. Vol. 14, No. 15. DOI: 10.3390/app14156484.

9. Bienz, K. M., Bountry, D., Liu, C. R., Ghalamchi, B. Impact of Digital Twins in Engineering Education: Enhancing Learning Motivation and Accessibility - A Review Study with a Proposed New Solution // 2024 ASEE Annual Conference & Exposition. 2024. DOI: 10.18260/1-2-47555.
10. Galeazzi, A., Marengi, P., Duò, L. et al. Virtual Reality and Digital Twins for Enhanced Learning in Chemical Engineering // Computer Aided Chemical Engineering. 2024. Vol. 53. P. 3535–3540. DOI: 10.1016/B978-0-443-28824-1.50590-1.
11. Liu, C., Wang, G.-C., Wang, H.-F. The Application of Artificial Intelligence in Engineering Education: A Systematic Review // IEEE Access. 2025. Vol. 13. P. 17895–17910. DOI: 10.1109/ACCESS.2025.3532595
12. Lara Muñoz, E. M., Viveros Torres, I., Galindo Cobos, J. A. Project-Based Learning with digital twins in engineering education: a quasi-experimental study // RELIEVE. 2026. DOI: 10.30827/relieve.v32i1.36282.
13. Liu, X., Zhong, B. A systematic review on how educators teach AI in K-12 education // Educational Research Review. 2024. Vol. 45. DOI: 10.1016/j.edurev.2024.100642.
14. Li, L., Yu, F., Zhang, E. A systematic review of learning task design for K-12 AI education: Trends, challenges, and opportunities // Computers and Education: Artificial Intelligence. 2024. Vol. 6. DOI: 10.1016/j.caeai.2024.100217.
15. Blackwell, C., Rocke, S. WIP: A Review of Digital Twin Technology in Undergraduate Control Engineering Education: Applications, Challenges, and Future Directions // 2024 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE). Washington, DC, USA, 13–16 October 2024. P. 1–5. DOI: 10.1109/FIE61694.2024.10893435.