

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИНЖИНИРИНГЕ: РОЛЬ РИС

В.П. Борисюк, А.Г. Давлюд, 3 курс

Научный руководитель – **Я.В. Богатко**, ассистент

Полесский государственный университет

В современном инжиниринге математическое моделирование (ММ), информационные технологии (ИТ) и распределённые информационные системы (РИС) образуют единую экосистему, обеспечивающую проектирование, анализ и оптимизацию сложных технических систем. Эти методы позволяют не только прогнозировать поведение объектов, но и формировать цифровые двойники (Digital Twin), интегрируемые в РИС. Данная статья рассматривает влияние ММ и ИТ на развитие инженерных дисциплин, а также роль распределённых систем в обеспечении эффективного управления и анализа сложных инженерных объектов.

Математическое моделирование представляет собой методологию исследования объектов и процессов с использованием формализованных математических описаний. В инженерной практике оно применяется для решения задач прочностного анализа, гидродинамического моделирования, тепломассообмена и электромагнитных расчётов.

Одним из ключевых направлений ММ является численное моделирование, реализуемое с применением таких методов, как метод конечных разностей (МКР), метод конечных элементов (МКЭ) и метод Монте-Карло. Использование данных методов позволяет исследовать сложные нелинейные системы, учитывать различные внешние воздействия и проводить оптимизационные расчёты [1].

Применение ММ в инжиниринге тесно связано с автоматизированными системами проектирования (САПР) и вычислительными комплексами, что способствует созданию цифровых прототипов изделий и технологических процессов.

Современные информационные технологии значительно расширяют возможности инжиниринга за счёт автоматизации процессов моделирования, анализа данных и управления инженерными объектами. Развитие облачных вычислений, искусственного интеллекта (ИИ) и больших данных (Big Data) привело к появлению интеллектуальных инженерных систем, обеспечивающих высокую степень адаптивности и предсказуемости работы технических объектов [2].

Помимо облачных технологий и ИИ, важную роль в развитии инженерного анализа играет использование компьютерных симуляций для прогнозирования и оптимизации процессов. Например, многомасштабное моделирование позволяет сочетать микроскопические и макроскопические модели, что особенно важно для материаловедения, аэродинамики и биомедицинской инженерии.

Кроме того, использование искусственного интеллекта в инженерном анализе способствует автоматической классификации дефектов, адаптивному управлению параметрами систем и разработке новых материалов с заданными свойствами.

С развитием облачных технологий и сетевой инфраструктуры ключевую роль в инжиниринге начали играть распределённые информационные системы. РИС представляют собой комплексы взаимосвязанных аппаратных и программных компонентов, обеспечивающих обработку, хранение и передачу данных в реальном времени.

В инженерной практике РИС находят применение в следующих областях:

- Индустриальный Интернет вещей (IIoT): сенсорные сети и интеллектуальные устройства позволяют собирать большие объёмы данных с инженерных объектов и передавать их в облачные системы для дальнейшего анализа.

- Облачные платформы для инженерного анализа: распределённые вычисления позволяют проводить сложные многопараметрические расчёты без необходимости в локальных мощных вычислительных ресурсах.

- Киберфизические системы (CPS): взаимодействие физических объектов с цифровыми моделями через РИС повышает точность прогнозирования отказов, оптимизирует производственные процессы и снижает эксплуатационные риски [3].

Одним из примеров успешного использования РИС является концепция «умного производства» (Smart Manufacturing), в которой информационные технологии интегрируются с автоматизированными производственными линиями. Это позволяет значительно сократить временные и материальные затраты, а также минимизировать вероятность ошибок при проектировании и эксплуатации инженерных объектов.

Интеграция математического моделирования, информационных технологий и распределённых информационных систем приводит к созданию новых подходов в инженерии, основанных на концепции цифровых двойников. Цифровые двойники обеспечивают детализированное моделирование технических объектов в реальном времени, что позволяет:

- оперативно выявлять потенциальные дефекты и прогнозировать их развитие;
- моделировать различные сценарии работы объекта в зависимости от внешних условий;
- синхронизировать работу инженерных систем на глобальном уровне за счёт интеграции с распределёнными вычислительными ресурсами.

Применение таких комплексных технологий способствует повышению точности инженерных расчетов, сокращению времени разработки новых изделий и снижению затрат на производство и эксплуатацию [4].

Математическое моделирование и информационные технологии играют ключевую роль в современном инжиниринге, обеспечивая возможность высокоточного анализа, прогнозирования и оптимизации технических объектов. Распределённые информационные системы, в свою очередь, создают основу для эффективного управления инженерными данными, повышая уровень автоматизации и интеллектуализации производственных процессов. Совместное использование ММ, ИТ и РИС не только повышает уровень автоматизации и интеллектуализации инженерных процессов, но и открывает новые горизонты для создания адаптивных и самонастраивающихся инженерных систем будущего.

Список использованных источников

1. Моделирование распределенной информационной системы [Электронный ресурс] // ResearchGate. – URL: https://www.researchgate.net/publication/337719681_MODELIROVANIE_RASPREDELENNOJ_INFORMACIIONNOJ_SISTEMY (дата обращения: 31.03.2025).
2. Электронная библиотека eLibrary [Электронный ресурс]. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=> (дата обращения: 31.03.2025).
3. Технологии информационного моделирования и инжиниринга. ВЕМ-моделирование как действенный инструмент снижения капитальных и операционных затрат [Электронный ресурс] // С.О.К. – URL: <https://www.c-o-k.ru/articles/timi2023-tehnologii-informacionnogo-modelirovaniya-i-inzhiniringa-10-bemmodelirovanie-kak-deystvennyy-instrument-snizheniya-kapitalnyh-i-operacionnyh-zatrat> (дата обращения: 31.03.2025).
4. Моделирование и цифровые двойники [Электронный ресурс] // КиберЛенинка. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-i-tsifrovye-dvoyniki> (дата обращения: 31.03.2025).