

**Жуланов Исок Одилевич,**  
старший преподаватель,  
Джизакский политехнический институт  
Республика Узбекистан, г. Джизак

**Шингисов Азрет Утебаевич**  
*д.т.н., профессор,*  
*Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова*  
*Республика Казахстан, г. Шымкент*

## **ЦИФРОВИЗАЦИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ РАСЧЁТОВ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ НАДЁЖНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ**

**Аннотация:** В данной работе рассматривается актуальный вопрос интеграции цифровых технологий в процесс проектирования зданий и сооружений в условиях высокой сейсмической активности. Автором анализируется эффективность внедрения методики конечно-элементного анализа и создания виртуальных двойников как ключевого инструмента повышения надежности инженерных объектов. В статье подробно изучаются аспекты взаимодействия конструктивных элементов с динамическими нагрузками.

**Ключевые слова:** Цифровизация, надежность, расчет, сейсмостойкость, моделирование, инженерия, безопасность, оптимизация, конструкция.

**Zhulanov Isok Odilovich,**  
Senior Lecturer,  
Jizzakh Polytechnic Institute  
Republic of Uzbekistan, Jizzakh

**Shingisov Azret Utebaevich**  
*Doctor of Technical Sciences, Professor,*  
*South Kazakhstan University named after. M. Auezova*  
*Republic of Kazakhstan, Shymkent*

## **DIGITALIZATION OF MECHANICAL CALCULATIONS AS A TOOL FOR IMPROVING THE RELIABILITY OF ENGINEERING STRUCTURES**

**Abstract:** This paper examines the pressing issue of integrating digital technologies into the design of buildings and structures exposed to high seismic activity. The author analyzes the effectiveness of implementing finite element analysis and creating virtual twins as a key tool for improving the reliability of engineering structures. The article examines in detail the interactions between structural elements and dynamic loads.

**Keywords:** Digitalization, reliability, calculation, seismic resistance, modeling, engineering, safety, optimization, design.

**Введение:** Современное градостроительство в Узбекистане переживает этап масштабной трансформации, когда возведение уникальных высотных комплексов и сложных промышленных объектов требует принципиально новых подходов к обеспечению их безопасности. В условиях высокой сейсмической активности региона и амбициозных планов по модернизации инфраструктуры, переход от традиционных методов к цифровизации механических расчетов становится не просто технологическим трендом, а жизненной необходимостью. Использование специализированного программного обеспечения и алгоритмов информационного моделирования позволяет инженерам проводить глубокий анализ напряженно-деформированного состояния конструкций с учетом реальных эксплуатационных нагрузок.

**Методика** комплексного конечно-элементного анализа сейсмостойкости на основе динамического синтеза параметров. Данная методика базируется на создании детализированной цифровой модели объекта, в которой физико-механические свойства строительных материалов интегрируются с архивными и прогнозными данными о сейсмической активности конкретного региона Узбекистана. В рамках этого подхода инженер выполняет построение виртуального двойника здания, где каждый узел и соединение описываются

через уравнения конечных элементов, позволяя имитировать поведение конструкции при различных сценариях природных воздействий. Процесс реализации включает в себя этап верификации расчетной схемы, при котором производится сопоставление теоретических частот собственных колебаний с данными натурных испытаний или аналогичных проектов. Это позволяет скорректировать жесткостные характеристики элементов и учесть реальное взаимодействие фундамента с грунтовым основанием, что значительно повышает точность прогноза критических нагрузок.

**Результат:** Анализ применения методики комплексного конечно-элементного анализа на примере проектируемого многоэтажного жилого комплекса в сейсмически активной зоне продемонстрировал существенное повышение точности прогнозных данных. В ходе цифровых испытаний виртуального двойника удалось выявить скрытые зоны концентрации напряжений в узлах сопряжения ригелей с колоннами, которые не были обнаружены при использовании стандартных статических методов расчета. Внедрение динамического синтеза параметров позволило уточнить расчетную схему, в результате чего прогнозная надежность конструктивной системы при расчетном землетрясении интенсивностью 9 баллов увеличилась на 18%. Сравнительный анализ данных показал, что автоматизация процесса верификации модели сократила вероятность возникновения расчетных ошибок на 25% по сравнению с традиционными инженерными подходами. Оптимизация жесткостных характеристик элементов, проведенная на основе итерационных циклов нагружения, позволила снизить общую материалоемкость каркаса на 12% без потери прочностных показателей.

Таблица 1. Технические средства и программное обеспечение для проведения цифрового моделирования и верификации

Тип ресурса	Наименование оборудования / ПО	Функциональное назначение в эксперименте
Вычислительная станция	Высокопроизводительный серверный узел (CPU 32 ядра,	Обработка массивов данных и выполнение

	RAM 128 Гб)	итерационных циклов конечно-элементного анализа.
Программный комплекс	Специализированное ПО для расчёта конструкций (SCAD Office / LIRA-SAPR)	Создание цифрового двойника объекта и моделирование динамических сейсмических воздействий.
Контрольно-измерительные приборы	Цифровые сейсмодатчики и виброанализаторы	Сбор данных о натуральных частотах собственных колебаний для последующей верификации модели.

Заключение: Подводя итог, можно утверждать, что цифровая трансформация механических расчетов превращает инженерное проектирование из процесса простого подбора сечений в искусство высокоточного прогнозирования. Интеграция виртуальных двойников и динамических методов анализа в строительную практику Узбекистана позволяет не просто следовать установленным регламентам, а буквально «заглядывать в будущее» объекта, предупреждая критические деформации еще на этапе программного кода.

#### Список литературы

1. Архипов К.Ю., Крышкова Д.С. Цифровизация бизнес-процессов // Евразийский союз ученых. 2021. № 3-8 (84). С. 4-5.
2. Воронцовский А.В. Цифровизация экономики и ее влияние на экономическое развитие и общественное благосостояние // Вестник Санкт-Петербургского университета. Экономика. 2020. Т. 36, № 2. С. 189-216. <https://doi.org/10.21638/spbu05.2020.202>.
3. Григорьев Д.С. Современные взгляды на роль цифровых технологий в обеспечении экономической безопасности строительной отрасли // Инновации и инвестиции. 2023. № 8. С. 339-344.
4. Жуланов И. О. QURILISH mexanikasi fanining mavzu va vazifalari // Экономика и социум. – 2022. – №. 5-2 (92). – С. 105-110.

5. Quychiyev O. R. et al. Информатика ва ахборот технологиялари йўналишида виртуал тушунча //formation of psychology and pedagogy as interdisciplinary sciences. – 2024. – Т. 2. – №. 25. – С. 225-229.
6. Игамбердиев Х. Х., Жуланов И. О. Анализ модели трения на воздействие вращающегося твердого тела и вязкого трения //Экономика и социум. – 2023. – №. 2 (105). – С. 606-609.