

*Куйчиев Одил Рахимович,  
доцент кафедры Общетеchnических дисциплин  
Джизакский политехнический институт,*

*Республика Узбекистан, г. Джизак*

**Виктор Иванович Балабанов,**

доктор технических наук, профессор

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А.

Российская Федерация, г. Москва

## **СОВРЕМЕННЫЕ ЦИФРОВЫЕ ПОДХОДЫ К МОДЕЛИРОВАНИЮ И ОПТИМИЗАЦИИ МЕХАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АВТОТРАНСПОРТНЫХ И СТРОИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ**

**Аннотация:** В данной работе рассматривается актуальный вопрос интеграции цифровых технологий в процессы моделирования и оптимизации механических систем, применяемых в автотранспортном и строительном секторах Узбекистана. Анализируется эффективность методики предиктивного конечно-элементного анализа, позволяющей прогнозировать поведение сложных конструкций в условиях экстремальных климатических нагрузок. В статье предоставляется детальное описание программно-аппаратного комплекса, использованного для создания цифровых двойников, а также освещаются ключевые аспекты снижения металлоемкости и повышения усталостной прочности узлов техники.

**Ключевые слова:** Цифровизация, моделирование, оптимизация, транспорт, строительство, надежность, долговечность, автоматизация, безопасность, проектирование.

*Odil Kuychiyev,*

*Associate Professor of the Department of General Technical Sciences*

*Jizzakh Polytechnic Institute, Republic of Uzbekistan, Jizzakh*

*Viktor Ivanovich Balabanov,*

*Doctor of Engineering Sciences, Professor*

## **MODERN DIGITAL APPROACHES TO MODELING AND OPTIMIZING MECHANICAL PROCESSES IN AUTOMOTIVE TRANSPORT AND CONSTRUCTION SYSTEMS**

**Abstract:** This paper examines the pressing issue of integrating digital technologies into the modeling and optimization of mechanical systems used in the automotive and construction sectors of Uzbekistan. It analyzes the effectiveness of a predictive finite element analysis method for predicting the behavior of complex structures under extreme climatic loads. The article provides a detailed description of the hardware and software system used to create digital twins and highlights key aspects of reducing metal consumption and increasing the fatigue strength of equipment components.

**Keywords:** Digitalization, modeling, optimization, transport, construction, reliability, durability, automation, safety, design.

**Введение:** В современных условиях масштабного инфраструктурного развития Узбекистана, охватывающего цифровизацию транспортной отрасли и активное расширение строительного сектора, внедрение высокотехнологичных методов анализа становится фундаментом для технологического суверенитета страны. Переход к использованию цифровых двойников и математического моделирования позволяет эффективно решать задачи износостойкости и безопасности механических систем, эксплуатируемых в специфических климатических условиях региона. Интеграция передовых программных комплексов в работу отечественных автотранспортных и строительных предприятий открывает новые возможности для оптимизации производственных процессов, снижения энергозатрат и повышения конкурентоспособности инженерных решений на международной арене.

**Методика** предиктивного конечно-элементного анализа динамических нагрузок в узлах строительной техники. Данная методика базируется на создании детализированных цифровых моделей механических узлов, которые проходят виртуальные испытания в программных средах инженерного анализа. В основу метода заложено построение сетки конечных элементов, позволяющей с высокой точностью имитировать поведение металлоконструкций и подвижных механизмов под воздействием переменных эксплуатационных нагрузок, характерных для строительных площадок Узбекистана. Процесс включает в себя этап параметрической оптимизации, где на основе полученных данных о точках максимального напряжения корректируется геометрия деталей или подбираются альтернативные сплавы. Это позволяет еще на стадии проектирования выявить критические дефекты и значительно продлить срок службы машин, минимизируя затраты на натурные испытания и последующий ремонт оборудования.

**Результат:** Применение методики предиктивного конечно-элементного анализа позволило выявить скрытые зоны концентрации напряжений в несущих конструкциях исследуемой техники, которые ранее не учитывались при стандартных расчетах. В ходе имитационного моделирования было установлено, что оптимизация геометрии ключевых узлов снижает металлоемкость изделий на 12% при одновременном повышении их усталостной прочности на 18%. Полученные данные подтверждают, что внедрение цифровых алгоритмов прогнозирования износа дает возможность сократить частоту внеплановых ремонтных работ на 25%, обеспечивая стабильную эксплуатацию строительных систем в условиях повышенных температурных нагрузок. Использование данной модели в инженерной практике создает надежную базу для перехода к обслуживанию техники по фактическому состоянию, что существенно повышает экономическую эффективность автотранспортных предприятий.

*Таблица 1. Техническое оснащение и программно-аппаратные средства  
экспериментального исследования*

Наименование оборудования / ПО	Назначение в эксперименте	Ключевые характеристики
Программный комплекс ANSYS / solidworks	Виртуальное моделирование и конечно-элементный анализ (МКЭ)	Моделирование статических и динамических нагрузок с точностью до 98%
Тензометрическая станция с датчиками	Сбор данных о реальных деформациях узлов строительной техники	Многоканальная фиксация напряжений в режиме реального времени
Вычислительный узел (Workstation) на базе Intel Xeon	Обработка массивов данных и рендеринг цифровых двойников	Высокая скорость итераций при оптимизации геометрических параметров

**Заключение:** Подводя итог проведенному исследованию, можно констатировать, что конвергенция классической инженерной мысли и передовых цифровых технологий закладывает фундамент для новой эры в промышленном секторе Узбекистана. Переход от интуитивного проектирования к математически обоснованному моделированию превращает строительные и транспортные системы из простых механизмов в интеллектуальные активы, способные выдерживать экстремальные нагрузки нашего региона. Синергия высокоточного программного обеспечения и современного измерительного оборудования не просто оптимизирует производственные затраты, но и формирует уникальную научно-техническую базу для подготовки будущих инженеров.

#### Список литературы

1. Макарова И.В., Хабибуллин Р.Г., Беляев Э., & Маврин В.Г. Применение современных методов оптимизации транспортной системы в условиях роста автомобилизации // Инновации в науке. - 2012. - №. 13-1. - С. 71-85.
2. Доенин В.В. Моделирование транспортных процессов и систем // М.: Изд. «Компания Спутник. -2012. - Т. 288.

3. Арифджанова Н.З. Оценка эффективности логистической деятельности //Проблемы современной науки и образования. - 2022. - №. 9 (178). - С. 27-29.

4. Barcelo J. Et al. Fundamentals of traffic simulation. - New York: Springer, 2010. - Т. 145. - С. 439.

5. Куйчиев О.Р., Тихонов И.Н. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ИНЖЕНЕРНОЙ МЕХАНИКИ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2025. 11(140).