

УДК 66.023.2

Нарбеков Н.Н.

и.о. доцент,

*Джизакский политехнический институт,
Узбекистан, Джизакская область, г.Джизак*

Парманов Н.Н.

ассистент,

*Джизакский политехнический институт,
Узбекистан, Джизакская область, г.Джизак*

**ИССЛЕДОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ РАСЧЕТА
МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СТАТИЧЕСКИ
ОПРЕДЕЛИМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ**

***Аннотация:** В данной работе предоставляется анализ современных методов расчета статически определяемых элементов с использованием метода конечных элементов (МКЭ). Рассматриваются основные аспекты МКЭ, включая его преимущества и ограничения. В работе детально рассматриваются четыре основных метода: метод силовых элементов, метод скоростных элементов, метод перемещений и метод распределенной нагрузки.*

***Ключевые слова:** Метод конечных элементов, расчет, статически определяемые элементы, адаптивность, высокопроизводительные вычисления, интеграция, мультифизические модели, алгоритмы, неопределенность, вероятностный анализ.*

Narbekov N.N.

associate professor,

Jizzakh Polytechnic Institute,

*Uzbekistan, Jizzakh region, Jizzakh
Parmanov N.N.
assistant,
Jizzakh Polytechnic Institute,
Uzbekistan, Jizzakh region, Jizzakh city*

**Study of modern methods for calculating statically determinate
elements using the finite element method**

***Abstract:** This paper provides an analysis of modern methods for calculating statically determined elements using the finite element method (FEM). The main aspects of FEM are discussed, including its advantages and limitations. The work examines in detail four main methods: the force element method, the velocity element method, the displacement method and the distributed load method.*

***Keywords:** Finite element method, calculation, statically determined elements, adaptability, high-performance computing, integration, multiphysics models, algorithms, uncertainty, probabilistic analysis.*

Метод конечных элементов (МКЭ) является одним из наиболее мощных и распространенных численных методов для решения инженерных задач. Его применение в анализе и проектировании структур и конструкций позволяет эффективно моделировать и решать различные инженерные проблемы, включая статически определимые элементы. В данной статье проводится исследование различных методов расчета статически определимых элементов с использованием метода конечных элементов.

Давайте рассмотрим каждый из этих методов подробнее:

1. Метод силовых элементов (Method of Force Elements):

Этот метод основан на представлении структуры как системы из отдельных силовых элементов, каждый из которых обеспечивает сопротивление определенным внешним нагрузкам. Основная идея заключается в замене непрерывного распределения внешних нагрузок конечным числом точечных силовых элементов. Затем решается система уравнений равновесия для каждого элемента, что позволяет найти распределение внутренних усилий и перемещений в структуре.

2. Метод скоростных элементов (Method of Velocity Elements):

Этот метод базируется на использовании скоростей элементов в качестве основной переменной. В отличие от метода силовых элементов, где основными переменными являются силы, здесь мы рассматриваем скорости как основные параметры. Это позволяет моделировать динамическое поведение структуры и анализировать ее реакцию на внешние воздействия с точки зрения движения.

3. Метод перемещений (Displacement Method):

Этот метод основан на представлении структуры в терминах перемещений узлов. Основная идея заключается в том, что форма искомого решения определяется положением и перемещениями узлов структуры. Зная граничные условия и законы сохранения массы и энергии, можно выразить перемещения в узлах в виде линейной комбинации базисных функций (например, функций формы) и коэффициентов, которые необходимо определить.

4. Метод распределенной нагрузки (Distributed Load Method):

Этот метод используется для учета распределенных нагрузок на структуру. Вместо того, чтобы моделировать каждую нагрузку как отдельную точечную силу или момент, мы рассматриваем их как распределенные по длине, площади или объему. Метод распределенной нагрузки позволяет учитывать влияние нагрузок на структуру в

соответствии с их распределением, что особенно важно при анализе больших и сложных систем.

Каждый из этих методов имеет свои преимущества и ограничения, и выбор конкретного метода зависит от конкретной задачи, требований к точности и вычислительным ресурсам.

Развитие адаптивных методов и автоматизация: Современные исследования сосредотачиваются на разработке адаптивных методов МКЭ, которые могут автоматически реагировать на изменения в геометрии и нагрузках. Это позволяет повысить эффективность расчетов и точность результатов.

Использование высокопроизводительных вычислений (HPC): С ростом вычислительной мощности суперкомпьютеров и развитием параллельных вычислений, исследования в области МКЭ становятся более амбициозными и могут решать более сложные задачи.

Интеграция с машинным обучением и искусственным интеллектом: Современные исследования идут в направлении интеграции методов МКЭ с методами машинного обучения и искусственного интеллекта для автоматической оптимизации дизайна и прогнозирования поведения материалов и конструкций.

Мультифизические и мультишкальные модели: С увеличением потребностей в анализе взаимодействия различных физических явлений (например, механики, теплопередачи, электромагнетизма), современные исследования МКЭ становятся все более направленными на разработку мультифизических моделей.

Развитие алгоритмов и солверов: Важным направлением является разработка более эффективных и точных численных алгоритмов МКЭ, а также солверов, способных обрабатывать большие объемы данных и решать сложные задачи.

Учет неопределенности и вероятностный анализ: С ростом требований к безопасности и надежности, современные исследования МКЭ включают в себя учет неопределенности и проведение вероятностного анализа для оценки рисков и улучшения прогнозирования.

Эти тенденции и направления позволяют МКЭ оставаться актуальным и эффективным инструментом в инженерных и научных расчетах, исследованиях и разработках.

Литература

1. Нарбеков Н. Н. Модульно-компетентностный подход в современном высшем образовании //Universum: технические науки. – 2022. – №. 1-1 (94). – С. 10-12.
2. Нарбеков Н. Н. Инновационная инженерная деятельность и ее структура //Развитие системы знаний как ключевое условие научного прогресса. – 2022. – С. 174-178.
3. Нарбеков Н. Н. Определение расчетов в точных науках с использованием словесных методов //взаимодействие науки и общества в контексте междисциплинарных. – 2023. – С. 37.
4. Нарбеков Н. Н. Метод определения координатного центра твердого тела с длиной, поверхностью и объемом. – ооо" аэтерна" конференция: цифровые технологии в научном развитии: новые концептуальные подходы Иркутск, 25 декабря 2023 года
5. Narbekov N. N. Preparing students for innovative engineering activities as a pedagogical problem //прорывные научные исследования как двигатель науки: сборник статей Международной научно-практической конференции (12 февраля 2022 г, г. Калуга).-Уфа: OMEGA. – 2022. – С. 15.
6. Narmatovich N. N. Methodology Of Training Engineers For Professional Activity On The Basis Of Module-Competent Approach //湖南大学学报 (自然科学版). – 2021. – Т. 48. – №. 12.