

**И.Н. Серпик**

**Решение статических и динамических  
задач механики стержневых систем  
с помощью метода конечных элементов**

**Учебное пособие**

Рекомендовано Учебно-методическим объединением вузов РФ  
по образованию в области строительства в качестве  
учебного пособия для студентов, обучающихся по направлению  
270100 «Строительство»

Издательство БГИТА  
Брянск 2008

УДК 539.3

Рецензенты: д.т.н., профессор кафедры «Сопротивление материалов» ГОУ ВПО «Московский государственный строительный университет» О.В. Мкртычев;  
кафедра «Прикладная механика» ГОУ ВПО «Брянский государственный технический университет»  
(заведующий кафедрой – д.т.н., профессор В.И. Сакало)

**Серпик И.Н.**

Решение статических и динамических задач механики стержневых систем с помощью метода конечных элементов: Учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению 270100 «Строительство». – Брянск: Изд-во БГИТА, 2008. – 99 с.

Приведены основные положения метода конечных элементов применительно к расчету стержневых несущих конструкций. Изложены процедуры статического анализа напряженно-деформированного состояния, определения собственных частот и форм колебаний и исследования переходных динамических процессов для объектов такого типа. Рассматриваемые теоретические положения иллюстрируются на примере решения конкретных задач. Отражены вопросы расчета стержневых систем с использованием свободно распространяемой версии программного комплекса MSC/NASTRAN for Windows.

Пособие подготовлено на кафедре «Сопротивление материалов и строительная механика» ГОУ ВПО «Брянская государственная инженерно-технологическая академия».

© ГОУ ВПО «Брянская государственная инженерно-технологическая академия»,  
2008

© И.Н. Серпик, 2008

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	5
1 РАСЧЕТ СТЕРЖНЕВЫХ КОНСТРУКЦИЙ В СТАТИЧЕСКОЙ ПОСТАНОВКЕ .....	6
1.1 Матричная формулировка задачи.....	6
1.2 Конечные элементы.....	10
1.3 Формирование глобальной матрицы жесткости системы конечных элементов.....	19
1.4 Учет внешних сил.....	27
1.5 Учет внешних связей.....	29
1.6 Решение системы уравнений .....	30
1.7 Определение внутренних усилий в стержнях.....	31
1.8 Пример решения задачи .....	31
2 ДИНАМИКА СТЕРЖНЕВЫХ СИСТЕМ .....	37
2.1 Система дифференциальных уравнений динамики конструкции при узловом сосредоточении масс и сил сопротивления .....	37
2.2 Матрицы масс конечных элементов.....	42
2.3 Собственные частоты и формы колебаний .....	47
2.4 Интегрирование системы дифференциальных уравнений методом Ньюмарка.....	52
3 РЕШЕНИЕ СТАТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ ДЛЯ ПЛОСКИХ РАМ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА MSC/NASTRAN FOR WINDOWS.....	59
3.1 Постановка задачи.....	59
3.2 Краткая характеристика интерфейса.....	60
3.3. Формирование геометрической модели.....	61
3.4 Задание характеристик материала .....	63
3.5 Свойства конечных элементов .....	63
3.6 Формирование сетки конечных элементов .....	65
3.7 Объединение совпадающих узлов.....	67
3.8 Задание внешних связей.....	68
3.9 Нагрузки.....	69
3.10 Счет и представление полученных результатов.....	70

4 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА MSC/NASTRAN FOR WINDOWS ДЛЯ АНАЛИЗА ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В СТЕРЖНЕВЫХ СИСТЕМАХ .....	77
4.1 Постановка задачи .....	77
4.2 Геометрическая модель .....	77
4.3 Характеристики материала стержней .....	78
4.4 Задание свойств конечных элементов .....	79
4.5 Построение системы конечных элементов .....	81
4.6 Задание внешних связей .....	83
4.7 Определение частот и форм собственных колебаний .....	84
4.8 Переходной динамический процесс .....	86
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ .....	95
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....	97