

The background of the book cover is a collage of office-related images. It includes a person's hands holding a document, a close-up of hands typing on a computer keyboard, and a person in a dark suit and checkered tie looking at a document. The images are overlaid with a white grid pattern. A dark blue rectangular box with a white border is positioned in the upper right quadrant, containing the authors' names.

А.Ф. Дащенко,
Л.В. Коломиец,
В.Ф. Оробей,
Н.Г. Сурьянинов

**ЧИСЛЕННО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ
МЕТОД ГРАНИЧНЫХ
ЭЛЕМЕНТОВ**

Том 2

А. Ф. Дашенко, Л .В. Коломиец, В. Ф. Оробей, Н. Г. Сурьянинов

ЧИСЛЕННО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД ГРАНИЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Том 2

Одесса-2010
ВМВ

ББК38. 112я73
Б163
УДК 531/534:624(075.8)

Дашенко А. Ф., Коломиец Л. В., Оробей В. Ф., Сурьянинов Н. Г. /Численно-аналитический метод граничных элементов / В 2-х томах. Т.2. — Одесса. — ВМВ, 2010. — 510 с.

ISBN 978-966-413-179-4

В монографии представлено наиболее полное руководство по теории и применению численно-аналитического варианта метода граничных элементов для расчета различных линейных систем одномерных модулей. В качестве технического приложения рассмотрены линейно-упругие стержневые, пластинчатые и оболочечные конструкции, испытывающие статические, динамические и бифуркационные воздействия.

Подробно изложен алгоритм МГЭ, основанный на использовании фундаментальных ортонормированных функций и аппарата обобщенных функций. Приведены новые решения дифференциальных уравнений линейных задач и примеры, иллюстрирующие эффективность разработанного метода. Много внимания уделено решению обыкновенных дифференциальных уравнений с переменными коэффициентами. Широко используется среда программирования MATLAB. Материал монографии разбит на два тома и отражает 25-летний период работы авторов по развитию метода.

Для студентов, аспирантов и преподавателей высших технических учебных заведений, специалистов в области механики деформируемого твердого тела и строительной механики.

Рецензенты:

Д.т.н., проф., зав. каф. высшей математики и моделирования систем Одесского национального политехнического университета **Усов Анатолий Васильевич**.

Д.т.н., проф., зав. каф. теоретической и прикладной механики Одесского национального морского университета **Гришин Владимир Александрович**.

Д.т.н., проф., зав. каф. строительной механики Одесской государственной академии строительства и архитектуры **Яременко Александр Федорович**.

ISBN 978-966-413-179-4

© Дашенко А. Ф., Коломиец Л. В.,
Оробей В. Ф., Сурьянинов Н. Г., 2010.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
ГЛАВА 6. ПРИМЕНЕНИЕ СРЕДЫ MATLAB.....	10
6.1. Основы языка программирования и визуализации результатов расчетов.....	12
6.2. Задачи вычислительной математики.....	32
6.2.1. Табулирование функций.....	32
6.2.2. Решение систем линейных алгебраических уравнений методом исключения Гаусса.....	36
6.2.3. Аппроксимация функций.....	40
6.2.4. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений.....	46
6.2.5. Приближенное вычисление определенных интегралов.....	50
6.2.6. Численное решение нелинейных уравнений.....	53
6.2.7. Численное решение оптимизационных задач.....	55
6.2.8. Поиск минимума функций нескольких переменных.....	58
6.3. Расчет статически определимой балки.....	61
6.3.1. Использование диалогового режима.....	74
6.4. Расчет неразрезной балки.....	82
6.5. Решение задач динамики неразрезной балки.....	91
6.6. Устойчивость неразрезной балки.....	106
6.7. Расчет плоской рамы на статическую нагрузку.....	111
6.8. Динамика плоской рамы.....	124
6.9. Устойчивость плоской рамы.....	145
6.10. Балки на упругом основании.....	151
ГЛАВА 7. ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ АЛГОРИТМА МГЭ В ЗАДАЧАХ СТАТИКИ, ДИНАМИКИ И УСТОЙЧИВОСТИ СТЕРЖНЕВЫХ СИСТЕМ.....	193

ГЛАВА 8. ДВУМЕРНЫЕ ЗАДАЧИ ТЕОРИИ ТОНКИХ

ПЛАСТИН.....	199
8.1. Вариационный метод Канторовича-Власова сведения двумерных задач к одномерным.....	200
8.2. Изгиб прямоугольных пластин.....	202
8.2.1. Выбор функции поперечного распределения прогибов пластины.....	203
8.2.2. Фундаментальные решения.....	205
8.2.3. Оценка точности метода Канторовича-Власова.....	215
8.3. Изгиб круглых пластин.....	222
8.3.1. Фундаментальные решения.....	224
8.3.2. Решение осесимметричных задач.....	231
8.4. Расчет пластин с комбинированным контуром.....	234
8.5. Устойчивость и динамика прямоугольных пластин.....	238
8.6. Устойчивость прямоугольных пластин с неоднородными граничными условиями.....	252
8.6.1. Асимптотический метод на основе теории возмущений.....	253
8.6.2. Применение МГЭ.....	257
8.7. Устойчивость прямоугольных пластин от сосредоточенных сил.....	262
8.8. Устойчивость и динамика круглых пластин.....	279
8.8.1. Фундаментальные решения.....	282
8.8.2. Осесимметричные задачи на собственные значения.....	285
8.9. Определение собственных значений пластин с комбинированным контуром.....	287
8.10. Построение соотношений МГЭ для складчатых и пологих оболочек.....	290
8.10.1. Расчет цилиндрических складчатых систем.....	291
8.10.2. Интегрирование уравнений статики пологих оболочек.....	297

ГЛАВА 9. ПЛОСКАЯ ЗАДАЧА ТЕОРИИ УПРУГОСТИ.

РЕБРИСТЫЕ ПЛАСТИНЫ И ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ ОБОЛОЧКИ..	317
9.1. Плоская задача теории упругости для прямоугольных пластин	317
9.1.1. Основные уравнения теории упругости и способы их решения.....	317
9.1.2. Постановка плоской задачи теории упругости.....	319
9.1.3. Преобразование основного уравнения плоской задачи теории упругости с использованием метода Канторовича-Власова.....	320
9.1.4. Решение разрешающего уравнения. Фундаментальные функции плоской задачи.....	324
9.1.5. Преобразование внешней нагрузки в плоской задаче теории упругости.....	346
9.1.6. Построение функции Грина.....	357
9.1.7. Формирование вектора нагрузки.....	359
9.1.8. Пример решения плоской задачи теории упругости методом граничных элементов.....	362
9.1.9. Пример решения плоской задачи теории упругости методом конечных элементов в программе ANSYS.....	364
9.2. Статический изгиб ребристых пластин.....	371
9.2.1. Постановка задачи и учет ребер в продольном направлении...	371
9.2.2. Определение фундаментальных функций.....	376
9.2.3. Построение функции Грина.....	382
9.2.4. Преобразование внешней нагрузки в ребристых пластинах....	384
9.2.5. Формирование векторов внешних нагрузок.....	387
9.2.6. Примеры расчетов ребристых пластин методом граничных элементов.....	398
9.2.7. Расчет пластин, подкрепленных ребрами жесткости, в программе ANSYS	404
9.3. Осесимметричные задачи изгиба цилиндрических оболочек.....	412

9.3.1. Приложение теории изгиба балки на упругом основании к расчету круговой цилиндрической оболочки при осесимметричной нагрузке.....	412
9.3.2. Фундаментальные решения для цилиндрической оболочки.....	420
9.3.3. Примеры расчета цилиндрических оболочек методом граничных элементов.....	435
9.4. Примеры расчета цилиндрических оболочек методом конечных элементов в пакете ANSYS	442
ЛИТЕРАТУРА.....	445
Приложения.....	464