

Министерство образования Республики Беларусь  
Белорусский национальный технический университет  
Кафедра "Строительная механика"

ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ СТРОИТЕЛЬСТВА  
ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

Электронный учебный материал

Минск 2013

УДК 681.3

Составители:

А.В. Стрелюхин, Г.С. Богомолова, Е.Л. Сорокина

Рецензент:

И.И. Богомолов, к.т.н., доцент

Лабораторный практикум составлен на основе рабочей программы по курсу "Численные методы решения задач строительства". Материал состоит из введения, восьми лабораторных работ по численным методам решения задач линейной алгебры, дифференциальных уравнений с начальными и краевыми условиями, задач оптимизации, основам работы в системе компьютерной алгебры "Mathematica", списка рекомендованной литературы и задач для самостоятельного решения.

Белорусский национальный технический университет  
пр-т Независимости, 65, г. Минск, Республика Беларусь  
Тел.(017)292-77-52 факс (017)292-91-37  
E-mail: emd@bntu.by  
Регистрационный № БНТУ/СФ64-36.2013

© Стрелюхин А.В., Богомолова Г.С.,  
Сорокина Е.Л., 2013  
© БНТУ, 2013

## Содержание

Введение .....	
Лабораторная работа № 1 .....	
Лабораторная работа № 2 .....	
Лабораторная работа № 3 .....	
Лабораторная работа № 4 .....	
Лабораторная работа № 5 .....	
Лабораторная работа № 6 .....	
Лабораторная работа № 7 .....	
Лабораторная работа № 8 .....	
Литература .....	
Приложение .....	

## Введение

Лабораторный практикум предназначен для студентов дневной и заочной формы обучения специальности "Промышленное и гражданское строительство".

Успешное освоение учебных дисциплин – "Строительная механика", "Теоретическая механика", "Теория упругости" и т.д., составляющих основу знаний современного инженера-строителя, требует комплексной подготовки, в том числе и владения математическим аппаратом. Освоение курса "Численные методы решения задач строительства" носит междисциплинарный, базовый характер, позволяя применять полученные знания для расчета заданий по другим учебным дисциплинам и решать инженерные и экономические задачи строительства.

Практикум состоит из восьми лабораторных работ, тематика которых охватывает основные разделы курса "Численные методы решения задач строительства". Каждый раздел начинается с изложения теоретических основ методов (решение задач линейной алгебры, дифференциальных уравнений с начальными и краевыми условиями и оптимизации), далее рассматриваются типовые примеры с краткими указаниями, поясняющими алгоритм решения.

В настоящее время одним из основных направлений развития программного обеспечения является разработка систем компьютерной алгебры, позволяющих переложить многие громоздкие и трудоемкие вычисления на компьютер и сосредоточиться на проблеме постановки задачи и анализе результатов ее решения. Среди этих систем широкое применение получил пакет "Mathematica". В связи с этим в практикуме уделяется особое внимание изучению основ работы с системой "Mathematica" и применению полученных знаний для решения конкретных задач в соответствии с программой курса.

В практикуме с целью закрепления полученных знаний приводятся задачи для самостоятельного решения.

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1**

### **Введение в систему компьютерной алгебры Mathematica**

**Цель работы:** изучить основные возможности системы компьютерной алгебры Mathematica и уметь применять ее для инженерных вычислений.

**Состав работы:** 1. Краткое описание системы компьютерной алгебры Mathematica. 2. Работа со списками, векторами и матрицами. 3. Работа с графикой. 4. Функция пользователя. 5. Выполнение индивидуальных заданий.

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2**

### **Решение систем линейных алгебраических уравнений методом Гаусса**

**Цель работы:** изучить метод Гаусса решения систем алгебраических уравнений (СЛАУ).

**Состав работы:** 1. Изучение метода Гаусса (метод исключения неизвестных). 2. Изучение метода Гаусса с частичным выбором ведущего элемента. 3. Пример решения системы линейных алгебраических уравнений. 4. Решение систем линейных алгебраических уравнений в системе Mathematica. 5. Выполнение индивидуальных заданий.

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3**

### **Решение систем линейных алгебраических уравнений итерационными методами**

**Цель работы:** изучить итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений – метод простой итерации и метод Зейделя.

**Состав работы:** 1. Изучение алгоритмов итерационных методов решения систем линейных алгебраических уравнений. 2. Пример решения системы линейных уравнений итерационными методами. 3. Выполнение индивидуальных заданий.

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4**

### **Нахождение наибольшего по модулю собственного значения и соответствующего ему собственного вектора квадратной матрицы**

**Цель работы:** изучить степенной итерационный метод и его модификации для определения наибольшего по модулю собственного значения  $\lambda_1$  и соответствующего ему собственного вектора  $\vec{x}_1$  квадратной матрицы.

**Состав работы:** 1. Изучение алгоритма степенного итерационного метода. 2. Пример определения  $\lambda_1$  и  $\vec{x}_1$  степенным методом. 3. Недостатки степенного итерационного метода. 4. Модификации степенного итерационного метода. 5. Пример определения  $\lambda_1$  и  $\vec{x}_1$  модифицированным степенным методом. 6. Поиск собственных значений и собственных векторов матрицы в системе Mathematica. 7. Выполнение индивидуальных заданий.

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5**

### **Решение задачи Коши методами Рунге-Кутта**

**Цель работы:** изучить методы Рунге-Кутта решения одного дифференциального уравнения первого порядка, систем дифференциальных уравнений первого порядка, а также уравнений второго и старших порядков.

**Состав работы:** 1. Общие сведения о дифференциальных уравнениях. 2. Решение задачи Коши для одного дифференциального уравнения первого порядка. 3. Пример решения задачи Коши для одного дифференциального уравнения первого порядка. 4. Применение методов Рунге-Кутта к решению систем дифференциальных уравнений первого порядка. 5. Пример решения задачи Коши для системы двух линейных дифференциальных уравнений первого порядка. 6. Применение методов Рунге-Кутта к решению дифференциальных уравнений второго и старшего порядков. 7. Решение задачи Коши в системе Mathematica. 8. Выполнение индивидуальных заданий.

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6**

### **Решение краевой задачи для линейных дифференциальных уравнений методом конечных разностей**

**Цель работы:** применить метод конечных разностей к решению краевой задачи для линейных дифференциальных уравнений.

**Состав работы:** 1. Применение метода конечных разностей к решению линейных дифференциальных уравнений любого порядка. 2. Пример решения линейного дифференциального уравнения с заданными краевыми условиями. 3. Формулировка краевых задач для сжато-изогнутого стержня. 4. Пример решения краевой задачи для сжато-изогнутого стержня. 5. Решение краевых задач в системе Mathematica. 6. Выполнение индивидуальных заданий.

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7**

### **Численные методы оптимизации.**

#### **Графический метод решения задач линейного программирования**

**Цель работы:** изучить графический метод решения задач линейного программирования.

**Состав работы:** 1. Общие сведения о задачах оптимизации. 2. Графическое решение ЗЛП. 3. Решение задач линейного программирования в системе Mathematica. 4. Выполнение индивидуальных заданий.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8

### Симплекс-метод решения задач линейного программирования

**Цель работы:** изучить симплекс-метод, предназначенный для решения задач линейного программирования.

**Состав работы:** 1. Выводы по графическому решению ЗЛП. Идея и основные этапы симплекс-метода. 2. Жордановы исключения. 3. Приведение ЗЛП к каноническому виду. 4. Пример решения ЗЛП симплекс-методом. 5. Выполнение индивидуальных заданий.

### Литература

1. Бахвалов, Н.С. Численные методы (анализ, алгебра, обыкновенные дифференциальные уравнения) / Н.С. Бахвалов. – М.: «Наука», 1975. – 630 с.
2. Турчак, Л.И. Основы численных методов / Л.И. Турчак. – М.: Наука, 1987. – 320 с.
3. Крылов, В.И., Бобков, В.В., Монастырный, П.И. Вычислительные методы: в 2-х томах / В.И. Крылов, В.В. Бобков, П.И. Монастырный. – М.: Наука. – Т.1, 1976. – 333 с. – Т.2, 1977. – 399 с.
4. Караманский, Т.Д. Численные методы строительной механики / Т.Д. Караманский. – М.: Стойиздат, 1981. – 428 с.
5. Амосов, А.А., Дубинский, Ю.А., Клепачева Н.В. Вычислительные методы для инженеров: учебное пособие / М.: Высш. школа, 1994. – 544 с.: ил.
6. Костевич, Л.С. Математическое программирование: Информ. технологии оптимальных решений: учеб. пособие / Л.С. Костевич. Минск: Новое знание. – 2003. – 424 с.: ил.
7. Кузнецов, А.В., Холод, Н.И. Математическое программирование / А.В. Кузнецов, Н.И. Холод. – Минск: Высш. школа, 1984. – 221 с.
8. Мудров, А.Е. Численные методы для ПЭВМ на языках Бейсик, Фортран и Паскаль / А.Е. Мудров. – Томск: МП "РАСКО". – 1991. – 272 с.: ил.
9. Дьяконов, В.П. Mathematica 5/6/7. Полное руководство / В.П. Дьяконов. – М.: ДМК, Пресс, 2009. – 624 с.
10. Половко, А.М. Mathematica для студента / А.М. Половко. – СПб.: БХВ-Петербург. – 2007. – 368 с.: ил.

### Приложение

#### Общие сведения о матрицах