

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тульский государственный университет»**

**Институт горного дела и строительства
Кафедра «Строительство, строительные материалы и конструкции»**

Утверждено на заседании кафедры
«Строительство, строительные материалы и
конструкции»
«18» января 2022 г., протокол № 5

Заведующий кафедрой


_____ А.А. Трещёв

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к самостоятельной работе студентов
по дисциплине
«Вычислительные методы в строительстве»**

**основной профессиональной образовательной программы
высшего образования – программы магистратуры**

по направлению подготовки
08.04.01 «Строительство»

с направленностью (профилем)
Технология строительных материалов, изделий и конструкций

Формы обучения: очная, заочная

Идентификационный номер образовательной программы: 080401-06-22

Тула 2022 год

Разработчик методических указаний

Теличко В.Г., доцент, к.т.н.
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

I Цель и задачи самостоятельной внеаудиторной работы студента

Выполнение самостоятельной работы преследует цель практической отработки алгоритмов деятельности, касающихся вопросов использования аналитических численных методов решения задач математической физики, а также вопросов реализации соответствующих методов на ЭВМ с применением специализированных прикладных пакетов и языков программирования высокого уровня.

Информация по упоминающимся численным методам содержится в [1-3].

II Содержание вопросов самостоятельной работы

Вопросы, выносимые на самостоятельную проработку, изучаются по учебникам и конспектируются в течение семестра параллельно с аудиторными занятиями, выносятся на зачет и содержатся в тестах.

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
1 семестр	
1	Выполнение контрольно-курсовой работы
2	Подготовка к практическим (семинарским) занятиям
3	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение

Заочная форма обучения

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
1 семестр	
1	Выполнение контрольно-курсовой работы
2	Подготовка к практическим (семинарским) занятиям
3	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение

Темы, выносимые на самостоятельную работу студента

№ лекции	Разделы, подразделы, пункты содержания дисциплины, выносимые на лекции	Примечание
1-й семестр		
1	1: 1.2	
2	1: 1.6	
3	1: 1.8	
4	1: 1.10	
5	1: 1.13, 1.14	
6	2: 2.2	
7	3: 3.1, 3.2	

Задание и сроки выполнения самостоятельной работы

№	Формы самостоятельной работы	Количество отводимых часов по факту
1.	Самостоятельное изучение разделов содержания дисциплины:	
	3.1. Программный комплекс MATLAB	8
	3.2. Программный комплекс Maple	7

2.	Подготовка к практическим занятиям	4
3.	Выполнение ККР	10
4.	Подготовка к зачету	4
5.	Всего	33

Выполнение самостоятельного изучения указанных выше разделов дисциплины выполняется на 4-12 неделе обучения. Контроль результатов проводится в виде демонстрации работы с соответствующим программным обеспечением на практических занятиях.

Подготовка к практическим занятиям контролируется в ходе работы студента на рабочем месте оператора ЭВМ при проведении соответствующего практического занятия.

Контрольно-курсовая работа на тему «Решение дифференциальных уравнений в частных производных».

Задание формируется в индивидуальном порядке в рамках темы магистерской диссертации и включает в качестве исходного материала научную статью по направлению исследований магистранта, подготовленную им самим, его научным руководителем или другим исследователем в соответствующей предметной области.

Примерное задание

Задание 5. Пространственное распределение концентрации некоторого вещества-примеси в неподвижной среде-"растворителе" описывается уравнением диффузии:

$$\frac{\partial N}{\partial t} - \operatorname{div}[D \operatorname{grad}(N)] = Q,$$

где N - объёмная концентрация, D - коэффициент диффузии, $D \operatorname{grad}(C)$ - плотность потока переноса примеси в процессе диффузии, Q - объёмная плотность источника примеси.

Проводится диффузионная обработка участка кремния, на котором предполагается разместить интегральную схему. Для этого на поверхность эпитаксиального слоя n -типа наносится акцепторная примесь, вследствие чего в приповерхностном слое объёмная концентрация равна N_0 . После этого для диффузионной обработки образец помещают в печь на 1 час.

Рассчитайте процесс диффузии в образце $N(x,t)$ при указанных в таблице данных. Объёмные источники диффузии отсутствуют: $Q = 0$.

Параметр	Вариант					
	5-1	5-2	5-3	5-4	5-5	5-6
$D, \text{м}^2/\text{с}$	$2,8 \cdot 10^{-6}$	$1,5 \cdot 10^{-5}$	$5,2 \cdot 10^{-6}$	$0,8 \cdot 10^{-5}$	$2,5 \cdot 10^{-6}$	$1,2 \cdot 10^{-6}$
$N_0, \text{м}^{-3}$	$1,9 \cdot 10^{25}$	$2,5 \cdot 10^{26}$	$3,3 \cdot 10^{25}$	$2,2 \cdot 10^{24}$	$4,5 \cdot 10^{25}$	$6,4 \cdot 10^{21}$

Порядок выполнения работы

1. Формализуйте задачу для решения на ЭВМ. В случае необходимости произведите нормировку ДУЧП и другие преобразования, облегчающие решение на ЭВМ.

2. Выберите программную реализацию решения (с помощью специальных встроенных процедур в пакетах MATLAB, MathCAD или в виде отдельной программы на языке высокого уровня).

3. Выполните расчет на ЭВМ.

4. Оформите отчет по работе.

Содержание отчета

1. Цель работы.

2. Задание.

3. Описание метода решения - краткие сведения из теории (формулы, алгоритм и т.п.).
4. Программа (распечатка), описание программы.
5. Анализ результатов и краткие выводы по работе.

III Вопросы для самоконтроля

1. Приведите классификацию ДУЧП в зависимости от их математической природы и физического смысла.
2. Какого вида граничные условия используют в задачах с ДУЧП?
3. Каковы особенности численного решения ДУЧП эллиптического, гиперболического и параболического типа?
4. Какие виды сеток используются в методе конечных разностей? Каким образом строят на этих сетках разностные аппроксимации и соответствующие им шаблоны?
5. Какие прямые и итерационные методы используют для решения систем алгебраических уравнений в задачах с ДУЧП?
6. Опишите метод прогонки и его роль в решении задач с ДУЧП.
7. Дайте характеристику итерационных методов, используемых для решения систем алгебраических уравнений в задачах с ДУЧП.
8. Как задаются граничные условия? Каким образом задается начальное приближение при решении ДУЧП с использованием итерационных методов? Ответ поясните на примере решенной задачи.
9. Из каких соображений выбирают шаг сетки в методе конечных разностей?
10. Каковы источники погрешности при решении задачи с ДУЧП? Каким образом можно оценить погрешность результата численного решения?
11. В каких случаях может возникать неустойчивость решения задачи? Как влияет выбор параметров сетки на устойчивость?
12. Что понимают под сходимостью процесса решения задачи? Ответ поясните на примере решенной задачи.
13. В чем заключается основное различие методы конечных разностей и метода конечных элементов?
14. Каким образом строят дискретную модель в методе конечных элементов? Каким образом строят аппроксимации решения?
15. Опишите последовательность решения задачи методом конечных элементов.
16. Расскажите об особенностях представления чисел в ЭВМ. Как влияет способ представления чисел в ЭВМ на точность расчетов?
17. Назовите три основных источника погрешностей при решении задач на ЭВМ, их природу и способы уменьшения.

II. Библиографический список

Основная литература

1. **Бахвалов, Н.С.** Московский государственный университет им.М.В.Ломоносова Численные методы : учеб.пособие для вузов / Н.С.Бахвалов,Н.П.Жидков,Г.М.Кобельков .— 5-е изд. — М. : БИНОМ.Лаборатория Знаний, 2007 .— 636с. : ил. — (Классический университетский учебник) .— Библиогр.в конце кн. — ISBN 5-94774-620-4 /в пер./ : 161.50.
2. **Вержбицкий, В.М.** Основы численных методов : учебник для вузов / В.М.Вержбицкий .— М. : Высш.шк., 2005 .— 840с. : ил. — Библиогр.в конце кн. — ISBN 5-06-005493-4 /в пер./ : 318.52.
3. **Волков, Е.А.** Численные методы : Учеб.пособие для вузов / Е.А.Волков .— 3-е изд.,испр. — СПб.и др. : Лань, 2004 .— 256с. — (Учебники для вузов.Спец.лит.) .— Библиогр.в конце кн. — ISBN 5-8114-0538-3 /в пер./ : 76.01.

4. Кетков, Ю.Л. MATLAB 6.x: программирование численных методов / Ю.Л.Кетков, А.Ю.Кетков, М.М.Шульц .— СПб. : БХВ-Петербург, 2004 .— 672с. : ил. — Библиогр. в конце кн. — ISBN 5-94157-373-1 : 141.75.

5. Козлова, Е.С. Прикладная механика : учеб. пособие / Е. С. Козлова, С. В. Рогов ; ТулГУ .— Тула : Изд-во ТулГУ, 2010 .— 208 с. : ил. — Библиогр. в конце кн. — ISBN 978-5-7679-1755-6.

Дополнительная литература

1. Аладьев, В.З. MAPLE 6: Решение математических, статистических и инженерно-физических задач / В.З.Аладьев, М.А.Богдвичюс .— М. : Лаборатория Базовых Знаний, 2001 .— 824с. : ил. + 1 CD .— Библиогр. в конце кн.

2. Поршнев, С.В. Вычислительная математика : курс лекций: учебное пособие для вузов / С.В.Поршнев .— СПб. : БХВ-Петербург, 2004 .— 320с. : ил. — Библиогр. в конце кн. — ISBN 5-94157-400-2 /в пер./ : 82.84.