

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ
«ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ В ИНЖЕНЕРНЫХ РАСЧЕТАХ»**

Для направления 15.03.04 Вычислительная математика

ФОРМА ОБУЧЕНИЯ: ОЧНАЯ

ЧЕРНЕЦКИЙ В.О.

Оглавление

Общие сведения	1
Лекции	2
Практические работы	3
Самостоятельная работа студентов	7
Учебно-методическая документация по дисциплине	10

Общие сведения

Дисциплина «Вычислительная математика» реализует общие цели ООП в части подготовки выпускника в области математических и естественнонаучных знаний для успешного выполнения разработок, ориентированных на производство.

Цель дисциплины – научиться успешно осваивать различные подходы к решению практических вычислительных задач и понимать теоретические основы методов вычислений.

Задачи дисциплины - изучение понятийного аппарата дисциплины, основных теоретических положений и методов, получение навыков применения теоретических знаний при решении практических задач

Компетенции, достижение которых планируется по завершении изучения курса:

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ОПК-4 способностью участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с автоматизацией производств, выборе на основе анализа вариантов оптимального прогнозирования последствий решения	Знать: эффективные вычислительные методы решения практических задач, сравнительные достоинства современных алгоритмов решения задач вычислительной математики
	Уметь: выбирать наиболее эффективный метод вычислительной математики для решения поставленной задачи
	Владеть: вычислительными методами решения задач линейной алгебры, численного анализом, поиска оптимальных решений

Разделы (модули) дисциплины

1. Вычислительные методы линейной алгебры.
2. Численный анализ.
3. Вычислительные методы решения задач Коши.
4. Вычислительные методы поиска оптимальных решений

Форма контроля: зачет

Оценка выставляется непосредственно на зачете.

К зачету допускаются студенты, выполнившие все задания на практических занятиях. Студент получает билет, содержащий два вопроса из разных тем, выносимых на зачет. На подготовку отводится 40 минут, после чего студент отвечает устно. При неточном ответе студенту могут быть заданы уточняющие или новые вопросы из этой темы.

Оценка «зачтено» выставляется студенту, который ответил на оба вопроса билета.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, который не ответил хотя бы на один вопрос.

Лекции

Объем лекций: 27 ч.

Перечень лекций:

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Методы вычисления определителей матриц	2
2	1	Прямые методы решения систем линейных алгебраических уравнений и особенности их применения	2
3	1	Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений	2
4-5	1	Обращение матриц	4
6	2	Методы решения нелинейных уравнений	2
7-8	2	Интерполяция табличных функций	4
9	2	Аппроксимация	2
10	2	Дифференцирование табличных функций и вычисление определенных интегралов	2
11	3	Одношаговые методы решения задачи Коши	2
12	3	Многошаговые методы решения задачи Коши	1
13	4	Постановка задачи оптимизации. Основные понятия. Минимизация одномерных целевых функций	2
14	4	Минимизация многомерных целевых функций. Учет ограни-	2

		чений на проектные параметры	
--	--	------------------------------	--

Для освоения теоретического материала дисциплины необходимо изучить следующие разделы рекомендуемых источников:

1. Волков, Е.А. Численные методы. [Текст] : учебное пособие / Е.А. Волков — СПб. : Лань, 2008. — 256 с. Главы: 1-4.
2. Чернецкий, В.О. Вычислительная математика [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.О. Чернецкий, И.В. Чернецкая. - Электрон. дан. - Челябинск : Издательский центр ЮУрГУ, 2012. - 130 с. - Режим доступа: http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000508854 - Электрон. текст. дан. Главы: 1-7.

Практические работы

Объем практических работ: 27 ч.

Перечень практических работ:

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара
1	1	Вычисление определителей матриц
2-3	1	Решение систем линейных алгебраических уравнений
4-5	1	Обращение матриц
6-7	2	Решение нелинейных уравнений и систем нелинейных уравнений
8-9	2	Интерполяция и аппроксимация
10	2	Дифференцирование табличных функций
11	2	Вычисление определенных интегралов
12-13	3	Решение задачи Коши
14	4	Минимизация одномерных целевых функций

ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИХ ВЫПОЛНЕНИЮ

Практическая работа № 1 «Вычисление определителей матриц»

Типовое задание по вариантам:

Вычислить определитель заданной матрицы заданным методом.

Методические указания по его выполнению:

1. Расписать математическую формализацию метода
2. Выполнить вычисления.

Задание считается сданным (зачтенным), если студент получил правильный результат.

Задание считается не сданным (не зачтенным), если студент не получил правильный результат или использовал другой метод.

Практические работы № 2-3 «Решение систем линейных алгебраических уравнений»

Типовое задание по вариантам:

Решить заданную систему линейных уравнение заданным методом.

Методические указания по его выполнению:

1. Расписать математическую формализацию метода
2. Выполнить вычисления
3. Выполнить проверку результата путем подстановки

Задание считается сданным (зачтенным), если студент получил правильный результат.

Задание считается не сданным (не зачтенным), если студент не получил правильный результат или использовал другой метод.

Практические работы № 4-5 «Обращение матриц»

Типовое задание по вариантам:

Обратить заданную матрицу заданным методом.

Методические указания по его выполнению:

1. Расписать математическую формализацию метода
2. Выполнить вычисления
3. Выполнить проверку результата путем перемножения матриц

Задание считается сданным (зачтенным), если студент получил правильный результат.

Задание считается не сданным (не зачтенным), если студент не получил правильный результат или использовал другой метод.

Практические работы № 6-7 «Решение нелинейных уравнений и систем нелинейных уравнений»

Типовое задание по вариантам:

Решить заданное нелинейное уравнение или систему заданным методом.

Методические указания по его выполнению:

1. Расписать математическую формализацию метода

2. Выполнить локализацию корней, если этого требует заданный метод
3. Выполнить вычисления
4. Выполнить проверку результата путем подстановки

Задание считается сданным (зачтенным), если студент получил правильный результат.

Задание считается не сданным (не зачтенным), если студент не получил правильный результат или использовал другой метод.

Практические работы № 8-9 «Интерполяция и аппроксимация»

Типовые задания по вариантам:

1. Выполнить интерполяцию заданной преподавателем табличной функции методом разделенных разностей в случае равноотстоящих узлов.

Методические указания по выполнению:

1. Расписать математическую формализацию метода
2. Вычислить таблицу разностей
3. Вычислить коэффициенты интерполяционного многочлена
4. Для проверки вычислить значения интерполяционного многочлена в узловых точках
5. Вычислить значения интерполяционного многочлена в промежуточных точках
6. Построить график интерполяционного многочлена

Задание считается сданным (зачтенным), если студент получил правильный результат.

Задание считается не сданным (не зачтенным), если студент не получил правильный результат.

2. Выполнить полиномиальную аппроксимацию заданной преподавателем табличной функции методом наименьших квадратов.

Методические указания по выполнению:

1. Расписать математическую формализацию метода
2. Составить матрицу плана
3. Вычислить коэффициенты аппроксимирующего полинома
4. Вычислить значения аппроксимирующего полинома в узловых и промежуточных точках
5. Построить график аппроксимирующего полинома

Задание считается сданным (зачтенным), если студент получил правильный результат.

Задание считается не сданным (не зачтенным), если студент не получил правильный результат.

Практическая работа № 10 «Дифференцирование табличных функций»

Типовое задание по вариантам:

Выполнить дифференцирование заданной табличной функции правыми/левыми/центрными разностями (в зависимости от варианта).

Методические указания по его выполнению:

1. Расписать математическую формализацию метода
2. Выполнить вычисления

Задание считается сданным (зачтенным), если студент получил правильный результат.

Задание считается не сданным (не зачтенным), если студент не получил правильный результат.

Практическая работа № 11 «Вычисление определенных интегралов»

Типовое задание по вариантам:

Вычислить определенный интеграл заданным методом (в зависимости от варианта).

Методические указания по его выполнению:

1. Расписать математическую формализацию метода
2. Выполнить вычисления

Задание считается сданным (зачтенным), если студент получил правильный результат.

Задание считается не сданным (не зачтенным), если студент не получил правильный результат.

Практическая работа № 12 «Решение задачи Коши»

Типовое задание по вариантам:

Решить дифференциальное уравнение 2-го порядка методом Эйлера с заданной точностью. Сравнить численное решение с аналитическим

Методические указания по его выполнению:

1. Расписать математическую формализацию метода

2. Выполнить решение
3. Выполнить проверку путем аналитического нахождения решения

Задание считается сданным (зачтенным), если студент получил правильный результат.

Задание считается не сданным (не зачтенным), если студент не получил правильный результат или использовал другой метод.

Практические работы № 13-14 «Минимизация одномерных целевых функций»

Типовое задание по вариантам:

Выполнить минимизацию заданной одномерной целевой функции заданным методом.

Методические указания по его выполнению:

Расписать математическую формализацию метода

Выбрать начальное приближение

Выполнить минимизацию

Выполнить проверку путем аналитического нахождения решения

Задание считается сданным (зачтенным), если студент получил правильный результат.

Задание считается не сданным (не зачтенным), если студент не получил правильный результат.

Самостоятельная работа студентов

Объем самостоятельной работы студентов: 54 ч.

Перечень видов самостоятельной работы:

№ п/п	Вид СРС	Форма контроля вида СРС	Список литературы	Кол-во часов	Компетенция
1	Подготовка к практическим занятиям	Защита отчетов по практическим работам	1. ПУМД, осн. лит. 1, с. 18-35, 43-90, 103-160, 173-191. 2. ЭУМД, осн. лит., 2, с. 4-118. 3. ЭУМД, доп. лит., 5, с. 43-99.	38	ОПК-4
2	Подготовка к зачету	Зачет	1. ПУМД, осн. лит. 1, с. 18-35, 43-90, 103-160, 173-191. 2. ЭУМД, осн. лит., 2, с. 4-118. 3. ЭУМД, доп. лит., 5,	16	ОПК-4

Защита отчетов по практическим работам

Контрольные вопросы:

1. Как вычисляется определитель методом разложения матрицы по строке или столбцу?
2. В чем заключается недостаток метода вычисления определителя разложением матрицы по строке или столбцу?
3. Означает ли необходимость деления на ноль в процессе вычисления определителя методом Гаусса, что определитель равен нулю?
4. Означает ли необходимость деления на ноль в процессе вычисления определителя методом LU-разложения, что определитель равен нулю?
5. Имеет ли смысл при вычислении определителя вместо метода Гаусса использовать метод Жордана?
6. В чем заключается недостаток метода Крамера для решения СЛАУ?
7. В чем заключается недостаток решения СЛАУ путем обращения матрицы?
8. Означает ли необходимость деления на ноль при решении СЛАУ методами Гаусса или Жордана, что система особенная?
9. Означает ли необходимость деления на ноль при решении СЛАУ методом LU-разложения, что система особенная?
10. Каковы преимущества итерационных методов решения СЛАУ по сравнению с прямыми?
11. Что представляют из себя критерии сходимости итерационных методов решения СЛАУ?
12. Как контролировать сходимость итерационных методов в процессе решения СЛАУ?
13. В чем заключается недостаток "классического" метода обращения матриц путем разложения по строкам или столбцам?
14. Означает ли необходимость деления на ноль при обращении матрицы методами Гаусса или Жордана, что матрица особенная?
15. Означает ли необходимость деления на ноль при обращении матрицы методом LU-разложения, что матрица особенная?
16. Означает ли необходимость деления на ноль при обращении матрицы методом окаймления, что матрица особенная?
17. Как осуществляется локализация корней при решении алгебраических уравнений?
18. Какие методы решения алгебраических уравнений требуют локализации корней?
19. Какие методы решения алгебраических уравнений требуют знания начального приближения?
20. Что представляет из себя условие сходимости при решении алгебраического уравнения методом простых итераций?

21. Как контролировать сходимость итерационного процесса при решении алгебраических уравнений?
 22. В чем преимущество интерполяционного многочлена Ньютона по сравнению с интерполяционным многочленом Лагранжа?
 23. Что представляет из себя рекуррентный алгоритм вычисления коэффициентов многочлена Ньютона в случае равноотстоящих узлов?
 24. В чем заключается отличие задач интерполяции и аппроксимации?
 25. Из каких соображений выбираются базисные функции при решении задачи аппроксимации методом наименьших квадратов?
 26. В каких случаях возникает задача численного дифференцирования?
 27. В чем заключается основная "опасность" численного дифференцирования?
 28. В каких случаях возникает необходимость вычисления определенных интегралов численными методами?
 29. Как осуществляется выбор шага интегрирования при решении задачи Коши?
 30. Как выполнить локализацию экстремумов одномерной целевой функции?
 31. В чем заключается преимущество метода золотого сечения перед методом равномерного поиска?
 32. В чем заключается преимущество метода дихотомии перед методом равномерного поиска?
 33. В чем отличие прямых методов оптимизации от градиентных и квазиградиентных?
 34. В чем отличие квазиградиентных методов оптимизации от градиентных?
 35. Как могут быть учтены ограничения на проектные параметры?
- Процедура проведения и оценивания:

Студент представляет отчет по практическому занятию. Устно отвечает на 1-2 вопроса.

Оценка «зачтено» выставляется студенту, который правильно выполнил задание и правильно ответил на вопросы

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, который выполнил задание с ошибками или не смог ответить на вопросы

Зачет

Вопросы, выносимые на зачет:

1. Нахождение определителя матрицы по схеме Гаусса.
2. Вычисление обратной матрицы по схеме Гаусса.
3. Решение систем линейных уравнений методом итераций.
4. Метод Зейделя.
5. Локализация корней нелинейных уравнений.
6. Решение нелинейных уравнений методом дихотомии.
7. Метод касательных.

8. Метод хорд.
9. Решение нелинейных уравнений методом Ньютона.
10. Решение нелинейных уравнений методом простых итераций.
11. Интерполяционная формула Лагранжа.
12. Конечные разности и интерполяционные формулы Ньютона.
13. Формулы приближенного дифференцирования
14. Формулы Ньютона-Котеса
15. Решение задачи Коши для дифференциальных уравнений методом Эйлера.
16. Решение задачи Коши для дифференциальных уравнений методом Рунге-Кутта.
17. Постановка задачи оптимизации.
18. Методы одномерной оптимизации.
19. Прямые методы многомерной оптимизации.
20. Градиентные методы многомерной оптимизации.
21. Квазиградиентные методы оптимизации.
22. Методы случайного поиска.
23. Учет ограничений. Метод штрафных функций.

Процедура проведения и оценивания:

Зачет проводится в форме устного опроса. В аудитории, где проводится зачет, должно одновременно присутствовать не более 10 студентов. Каждому студенту задается по одному вопросу или заданию из каждой темы, выносимой на зачет. При неправильном ответе студенту могут быть заданы уточняющие или новые вопросы из этой темы.

Оценка «зачтено» выставляется студенту, который освоил все темы, вынесенные на зачет.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, который не освоил хотя бы одну тему.

Учебно-методическая документация по дисциплине

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

Волков, Е. А. Численные методы Текст учебное пособие Е. А. Волков. - 5-е изд., стер. - СПб. и др.: Лань, 2008. - 248 с. ил.

Плотникова, Н. В. Вычислительная математика Конспект лекций Н. В. Плотникова, И. В. Чернецкая; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Системы управления ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2004. - 55, [1] с. электрон. версия

б) дополнительная литература:

Бахвалов, Н. С. Численные методы в задачах и упражнениях Учеб. пособие Н. С. Бахвалов, А. В. Лапин, Е. В. Чижонков; Под. ред. В. А. Садовниченко. - М.: Высшая школа, 2000. - 189,[1] с. ил.

Самарский, А. А. Введение в численные методы Учеб. пособие для вузов по спец."Прикл. математика". - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Наука, 1987. - 286 с. ил.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине

Вестник Московского университета. Серия 15, Вычислительная математика и кибернетика науч. журн. Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова (МГУ) журнал. - М. : Издательство Московского университета , 1946-

Журнал вычислительной математики и математической физики : науч. журн. / Рос. акад. наук, Отд-ние матем. наук. - М. : Наука , 1961-

Сибирский журнал вычислительной математики : Науч. журн. на рус. и англ. яз. / Ин-т вычисл. математики и мат. геофизики Сиб. отд-ния Рос. акад. наук. - Новосибирск , 1998-

Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Вычислительная математика и информатика / Юж.-Урал. гос. ун-т; ЮУрГУ. - Челябинск : Издательство ЮУрГУ , 2012-

Электронная учебно-методическая документация

а) основная литература:

Волков, Е.А. Численные методы. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2008. — 256 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/54> — Загл. с экрана.

Чернецкий, В.О. Вычислительная математика [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.О. Чернецкий, И.В. Чернецкая. - Электрон. дан. - Челябинск : Издательский центр ЮУрГУ, 2012. - 130 с. - Режим доступа: http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000508854 - Электрон. текст. дан.

б) дополнительная литература:

Шевцов, Г.С. Численные методы линейной алгебры. [Электронный ресурс] / Г.С. Шевцов, О.Г. Крюкова, Б.И. Мызникова. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 496 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/1800> — Загл. с экрана.

Срочко, В.А. Численные методы. Курс лекций. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2010. — 208 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/378> — Загл. с экрана.

Копченова, Н.В. Вычислительная математика в примерах и задачах. [Электронный ресурс] / Н.В. Копченова, И.А. Марон. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2009. — 368 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/198> — Загл. с экрана