

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

**Для направления 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и про-
изводств**

ФОРМА ОБУЧЕНИЯ: ОЧНАЯ

ЧЕРНЕЦКИЙ В.О.

Оглавление

Общие сведения	1
Лекции	2
Практические работы	3
Самостоятельная работа студентов	7
Учебно-методическая документация по дисциплине	11

Общие сведения

Цель изучения дисциплины: формирование профессиональных компетенций в области вычислительной математики, представлений о месте и роли вычислительной математики в системе математических наук, возможностей использования его методов в теории и практике.

Задачи, решение которых обеспечивает достижение цели:

- развитие математического мышления, воспитание высокой математической культуры;
- формирование личности студента, развитие его интеллекта, способностей к логическому и алгоритмическому мышлению.
- освоение обучаемыми математических методов и основ математического моделирования;
- на примерах математических понятий и методов продемонстрировать студентам сущность научного подхода, специфику математики и ее роль в прикладных исследованиях

Компетенции, достижение которых планируется по завершении изучения курса:

№ п/п	Компетенция	Уровень овладения (знать, уметь, владеть)
1.	ОПК-4 способностью участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с автоматизацией производств, выборе на основе анализа вариантов оптимального прогнозирования последствий решения	Знать: методы вычислительной математики. Уметь: применять методы вычислительной математики при решении технических задач.

		Владеть: численными методами решения задач теории матриц, алгебраических и дифференциальных уравнений, интерполяции и аппроксимации данных, поиска оптимальных решений.
--	--	---

Разделы (модули) дисциплины

1. Теория погрешностей
2. Матричная алгебра
3. Алгебраические уравнения
4. Системы уравнений
5. Интерполяция и аппроксимация
6. Интегрирование и дифференцирование
7. Оптимизация

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	Теория погрешностей	2
2	2	Матричная алгебра. Определитель, абсолютная величина и норма матрицы. Методы вычисления определителя.	2
3-4	2	Обращение матриц. Характеристический многочлен	4
5-6	3	Алгебраические уравнения Метод дихотомии, простых итера-	4

		ций, секущих, хорд, парабол, Ньютона.	
7-8	4	Системы уравнений. Метод Крамера, Гаусса. Методы Зейделя, Халецкого, итераций, релаксации. Методы решения систем нелинейных уравнений	4
9-10	5	Интерполяция и аппроксимация. Аппроксимация методом наименьших квадратов. Интерполяция: метод Ньютона, Эйткина. Сплайн-интерполяция	4
11	6	Интегрирование и дифференцирование. Простейшие методы численного интегрирования. Квадратурные формулы Ньютона-Котеса. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод Пикара, Эйлера, Рунге-Кутты, Адамса. Методы прогноза и коррекции	2
12-14	7	Оптимизация. Оптимум функции одной переменной. Метод общего поиска, золотого сечения, парабол. Оптимум функции многих переменных, локальный и глобальный оптимумы	5

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	Кол-во часов
1	1	Теория погрешностей	1
2	2	Матричная алгебра. Определитель. Методы вычисления определителя	2
3-4	2	Обращение матриц	4
5-6	3	Алгебраические уравнения	4
7-8	4	Системы линейных уравнения	4
9-10	5	Интерполяция и аппроксимация	4
11	6	Численное интегрирование и дифференцирование	2

12	7	Минимизация одномерных функций	2
13-14	7	Минимизация многомерных функций	4

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

Практическая работа № 1 «Теория погрешностей»

Типовое задание по вариантам:

Определить абсолютную и относительную погрешности результатов выполнения арифметических операций. Определить количество верных значащих цифр в числе. Округлить число, оставив только верные значащие цифры.

Практическая работа № 2 «Матричная алгебра. Методы вычисления определителя»

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 № 3-4 «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 № 5-6 «Алгебраические уравнения»

Типовое задание по вариантам:

Решить заданное нелинейное уравнение 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 № 7-8 «Системы линейных 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 № 9-10 «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 № 11 «Численное интегрирование и дифференцирование»

Типовое задание по вариантам:

Выполнить дифференцирование заданной табличной функции правыми/левыми/центральными 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 № 12 «Минимизация одномерных функций»

Типовое задание по вариантам:

Выполнить минимизацию заданной одномерной функции заданным методом.

Методические указания по его выполнению:

1. Расписать математическую формализацию метода
2. Локализовать минимумы
3. Выполнить минимизацию с заданной точностью
4. 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 многомерных функций»

Типовое задание по вариантам:

Выполнить минимизацию заданной функции двух переменных методом покоординатного спуска.

Методические указания по его выполнению:

1. Расписать математическую формализацию метода
2. Выбрать начальное приближение
3. Выполнить одномерную минимизацию по первой координате при фиксированном значении второй
4. Выполнить одномерную минимизацию по второй координате при фиксированном значении первой
5. Если заданная точность не достигнута, принять полученную точку за начальное приближение и повторить вычисления
6. 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.	44	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, с. 43-99.	10	ОПК-4

Защита отчетов по практическим работам

Контрольные вопросы:

1. Как вычисляется абсолютная и относительная погрешность результата арифметических операций?
2. Что такое значащая цифра, верная значащая цифра, число верных знаков?
3. Как вычисляется определитель методом разложения матрицы по строке или столбцу?
4. В чем заключается недостаток метода вычисления определителя разложением матрицы по строке или столбцу?
5. Означает ли необходимость деления на ноль в процессе вычисления определителя методом Гаусса, что определитель равен нулю?
6. Означает ли необходимость деления на ноль в процессе вычисления определителя методом LU-разложения, что определитель равен нулю?
7. Имеет ли смысл при вычислении определителя вместо метода Гаусса использовать метод Жордана?
8. В чем заключается недостаток "классического" метода обращения матриц путем разложения по строкам или столбцам?
9. Означает ли необходимость деления на ноль при обращении матрицы методами Гаусса или Жордана, что матрица особенная?
10. Означает ли необходимость деления на ноль при обращении матрицы методом LU-разложения, что матрица особенная?
11. Означает ли необходимость деления на ноль при обращении матрицы методом окаймления, что матрица особенная?
12. Как осуществляется локализация корней при решении алгебраических уравнений?
13. Какие методы решения алгебраических уравнений требуют локализации корней?

14. Какие методы решения алгебраических уравнений требуют знания начального приближения?
15. Что представляет из себя условие сходимости при решении алгебраического уравнения методом простых итераций?
16. Как контролировать сходимость итерационного процесса при решении алгебраических уравнений?
17. В чем заключается недостаток метода Крамера для решения СЛАУ?
18. В чем заключается недостаток решения СЛАУ путем обращения матрицы?
19. Означает ли необходимость деления на ноль при решении СЛАУ методами Гаусса или Жордана, что система особенная?
20. Означает ли необходимость деления на ноль при решении СЛАУ методом LU-разложения, что система особенная?
21. Каковы преимущества итерационных методов решения СЛАУ по сравнению с прямыми?
22. Что представляют из себя критерии сходимости итерационных методов решения СЛАУ?
23. Как контролировать сходимость итерационных методов в процессе решения СЛАУ?
24. В чем преимущество интерполяционного многочлена Ньютона по сравнению с интерполяционным многочленом Лагранжа?
25. Что представляет из себя рекуррентный алгоритм вычисления коэффициентов многочлена Ньютона в случае равноотстоящих узлов?
26. В чем заключается отличие задач интерполяции и аппроксимации?
27. Из каких соображений выбираются базисные функции при решении задачи аппроксимации методом наименьших квадратов?
28. В каких случаях возникает задача численного дифференцирования?
29. В чем заключается основная "опасность" численного дифференцирования?
30. В каких случаях возникает необходимость вычисления определенных интегралов численными методами?
31. Как осуществляется выбор шага интегрирования при решении задачи Коши?
32. Как выполнить локализацию экстремумов одномерной целевой функции?
33. В чем заключается преимущество метода золотого сечения перед методом равномерного поиска?
34. В чем заключается преимущество метода дихотомии перед методом равномерного поиска?
35. В чем отличие прямых методов оптимизации от градиентных и квазиградиентных?
36. В чем отличие квазиградиентных методов оптимизации от градиентных?
37. 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. Абсолютная и относительная погрешности. Десятичная запись, значащая цифра, число верных знаков.
2. Общая формула для погрешности.
3. Основные требования, предъявляемые к вычислительным алгоритмам. Устойчивость. Точность. Эффективность. Экономичность. Аварийные останovy.
4. Отделение корней. Графическое решение уравнений. Метод половинного деления.
5. Метод касательных. Метод хорд. Оценка приближения.
6. Метод Ньютона. Оценка приближения.
7. Метод итераций
8. Оценка скорости сходимости метода итераций. Число итераций, необходимых для заданной точности.
9. Решение систем линейных уравнений методом Гаусса.
10. Нахождение определителя матрицы по схеме Гаусса.
11. Вычисление обратной матрицы по схеме Гаусса.
12. Решение систем линейных уравнений методом итераций.
13. Метод Зейделя.
14. Интерполяционная формула Лагранжа.
15. Конечные разности и интерполяционные формулы Ньютона.
16. Формулы приближенного дифференцирования
17. Формулы Ньютона-Котеса
18. Решение задачи Коши для дифференциальных уравнений методом Эйлера.
19. Решение задачи Коши для дифференциальных уравнений методом Рунге-Кутты.
20. Постановка задачи оптимизации.
21. Методы одномерной оптимизации.
22. Прямые методы многомерной оптимизации.
23. Градиентные методы многомерной оптимизации.
24. Квазиградиентные методы оптимизации.
25. Методы случайного поиска.
26. 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:

1. Волков, Е. А. Численные методы Текст учебное пособие Е. А. Волков. - 5-е изд., стер. - СПб. и др.: Лань, 2008. - 248 с. ил.
2. 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:

1. 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.
2. 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

1. 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-
2. Журнал вычислительной математики и математической физики : науч. журн. / Рос. акад. наук, Отд-ние матем. наук. - М. : Наука , 1961-
3. 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-
4. 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:

1. 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.
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.

б) дополнительная литература:

3. 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.
4. 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.
5. 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.