



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

«СОГЛАСОВАНО»
Руководитель ОП

И.Л. Артемьева

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующая кафедрой прикладной математики, механики, управления и программного обеспечения

И.Л. Артемьева



« 10 » июля 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Методы вычислений

Направление подготовки 09.03.04 Программная инженерия
(Программная инженерия)

Форма подготовки (очная)

курс 3 семестр 5, 6
лекции 36 час.
практические занятия 00 час.
лабораторные работы 72 час.
в том числе с использованием МАО лек. 0 /пр. 0 /лаб. 54 час.
всего часов аудиторной нагрузки 108 час.
в том числе с использованием МАО 54 час.
самостоятельная работа 108 час.
в том числе на подготовку к экзамену 27 час.
контрольные работы (количество) 2 (5, 6 семестр)
курсовая работа / курсовой проект не предусмотрены
зачет 5 семестр
экзамен 6 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 09.03.04 Программная инженерия, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19 сентября 2017 г. № 920.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры прикладной математики, механики, управления и программного обеспечения, протокол № 7.1 от « 04 » июля 2019 г.

Заведующий кафедрой прикладной математики, механики, управления и программного обеспечения д.т.н., профессор Артемьева И.Л.

Составители: доцент кафедры прикладной математики, механики, управления и программного обеспечения Гриняк В.М., к.т.н., доцент, доцент кафедры ПММУиПО Файман П.А., к.ф.-м.н.

Владивосток
2019

Оборотная сторона титульного листа РПД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

III. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

IV. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины – изучение численных методов, основных приемов и методик разработки и применение на практике методов решения на ЭВМ задач численного анализа, численных методов алгебры и методов решения дифференциальных уравнений с использованием современных языков программирования и систем компьютерной математики.

Задачи дисциплины:

1. обучить студентов основным методам решения задач численного анализа, численным методам линейной алгебры и численным методам решения дифференциальных уравнений;
2. привить студентам устойчивые навыки математического моделирования с использованием ЭВМ;
3. дать опыт проведения вычислительных экспериментов.
4. развить умение анализа и практической интерпретации полученных математических результатов;
5. выработать умения и навыки самостоятельного изучения специальной литературы, пользования справочными материалами и пособиями, необходимыми для решения практических задач.

Для успешного изучения дисциплины «Методы вычислений» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции: способность к самоорганизации и самообразованию; способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.

Планируемые результаты обучения по данной дисциплине (знания, умения, владения), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Универсальные компетенции выпускников и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) универсальных компетенций	Код и наименование универсальной компетенции выпускника	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции
--	--	---

<p>Системное и критическое мышление</p>	<p>УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач</p>	<p>УК-1.1 - Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации. УК-1.2. - Умеет соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности. УК-1.3. - Имеет практический опыт работы с информационными источниками, опыт научного поиска, создания научных текстов.</p>
---	---	--

Общепрофессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) общепрофессиональных компетенций	Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
	ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общепрофессиональные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	<p>ОПК-1.1. Знает теоретические основы методов вычислений: погрешности вычислений; устойчивость и сложность алгоритма (по памяти, по времени)</p> <p>ОПК-1.2. Умеет выбирать, устанавливать, настраивать и работать с современными пакетами прикладных программ моделирования, программ для научных и инженерных расчетов</p> <p>ОПК-1.3. Владеет численными методами линейной алгебры; численными методами решения нелинейных уравнений и систем, численными методами интерполяции функций, численными методами интегрирования и дифференцирования, численными методами решения обыкновенных дифференциальных уравнений, численными методами оптимизации,</p>

Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Основание (ПС, анализ иных требований, предъявляемых к выпускникам)
Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский				

<p>Участие в научно-исследовательских и опытно-конструкторских работах в области программной инженерии. Анализ и выбор программно-технологических платформ, сервисов и информационных ресурсов программной инженерии; подготовка обзоров, аннотаций, составление рефератов и докладов, публикаций и библиографии по научно-исследовательской работе в области программной инженерии</p>	<p>Прикладные и информационные процессы. Информационные технологии. Программное обеспечение</p>	<p>ПК-4. Готовность к использованию методов и инструментальных средств исследования объектов профессиональной деятельности</p>	<p>ПК-4.1. Знает современные инструментальные средства программного обеспечения ПК-4.2. Умеет анализировать и выбирать инструментальные средства программного обеспечения ПК-4.3. Владеет навыками использования методов и инструментальных средств исследования программного обеспечения</p>	<p>06.028 Системный программист 06.022 Системный аналитик</p>
---	---	--	---	---

Тип задач профессиональной деятельности: производственно-технологический

Проведение работ по установке программного обеспечения автоматизированных систем и загрузки баз данных; настройка параметров ИС и тестирование результатов настройки; ведение технической документации; техническое сопровождение ИС в процессе эксплуатации; применение Web технологий при реализации удаленного доступа в системах клиент – сервер и распределенных вычислений	Программное обеспечение	ПК-10. Владение навыками использования различных технологий разработки программного обеспечения	ПК-10.1. Знает современные технологии разработки ПО (структурное, объектно-ориентированное) ПК-10.2. Умеет использовать современные технологии разработки ПО ПК-10.3. Имеет навыки использования современных технологий разработки ПО	06.028 Системный программист 06.022 Системный аналитик 06.004 Специалист по тестированию в области информационных технологий 06.001 Программист
--	-------------------------	---	---	--

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Методы вычислений» применяются следующие методы активного/интерактивного обучения: дискуссия.

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Лекционный материал (36 час.)

Тема 1. Программные пакеты для решения вычислительных задач (2 часа).

Вычислительная система MatLab. Архитектура программ MatLab. Основные элементы языка MatLab. Основные возможности системы MatLab: вывод графиков функций различного типа (1, 2 переменных, полярные координаты, вывод изображений, подписи к осям и т.п.); структуры данных MatLab (многомерные массивы, структуры); MatLab программы с графическим пользовательским интерфейсом; создание анимации в MatLab; Работа с файлами в MatLab, чтение и запись файлов различного типа.

Тема 2. Теоретические основы численных методов (2 час.)

Погрешности вычислений; приближённые числа, относительная и абсолютная погрешность; особенности машинной арифметики; корректность вычислительной задачи; обусловленность вычислительной задачи; требования к численным методам; типы вещественных данных в различных языках программирования, зависимость погрешности результата решения задачи от точности представления числа в ЭВМ; скорость вычислений в целочисленной и вещественной арифметике, зависимость времени вычислений от числа операций для целочисленных и вещественных данных различных типов;

Тема 3. Задачи вычислительной линейной алгебры. Системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) и связанные с ними понятия (2 час.)

Методы решения СЛАУ: Метод Гаусса, Метод LU разложения. Метод прогонки для решения СЛАУ; Метод Холецкого для решения СЛАУ; Функции MatLab для операций над матрицами; Функции MatLab для LU разложения матриц.

Тема 4. Методы решения СЛАУ с помощью ортогональных преобразований (2 час.)

Метод вращений и метод отражений, оценка погрешности решения СЛАУ различными методами; функции MatLab для QR разложения матрицы; функции MatLab для разложения Шура; функции MatLab для приведения матриц к форме Хессенберга.

Тема 5. Вычисление определителей и обращение матриц (2 час.)

Методы вычисления определителей и обратных матриц; функции MatLab для вычисления определителей; функции MatLab для вычисления обратных матриц.

Тема 6. Решение переопределённых СЛАУ (с прямоугольными матрицами). Задача наименьших квадратов. (2 час.)

Ортогональные преобразования и метод наименьших квадратов. Функции MatLab для решения невырожденной СЛАУ. Функции MatLab для решения вырожденной СЛАУ. Применение функций MatLab для решения переопределённой системы: вырожденный и невырожденный случай.

Тема 7. Модельные представления некоторых задач математической физики с помощью СЛАУ. Итерационные методы решения СЛАУ: основные понятия. (2 часа)

Итерационные методы решения СЛАУ, их реализация в MatLab. Функция MatLab `pcg()`, реализующая пред обусловленный метод сопряженных градиентов; Функция MatLab `bicg()`, реализующая метод би-сопряженных градиентов.

Тема 8. Вычисление собственных значений и собственных векторов матриц. (2 часа)

Методы вычисления собственных значений и собственных векторов. Применение функции MatLab `eig()` для вычисления собственных значений и собственных векторов. Градиентный метод решения частичной проблемы собственных значений. Вычисление собственных значений методом одновременных итераций. Функции MatLab `ordeig()`, `eigs()` и их использование для вычисления собственных векторов и собственных значений.

Тема 9. Вычисление сингулярного разложения. Число обусловленности матрицы. (2 часа)

Сравнение теоретической верхней границы погрешности решения СЛАУ (из числа обусловленности) и практической границы. Зависимость погрешности решения СЛАУ от точности представления чисел в ЭВМ для матриц с различным числом обусловленности.

Тема 10. Интерполяция и аппроксимация. (2 часа)

Полиномиальная аппроксимация. Аппроксимация сплайнами. Двумерная аппроксимация. Функции MatLab для решения задачи аппроксимации.

Тема 11. Численное дифференцирование, численное интегрирование. (2 часа)

Методы численного дифференцирования, методы численного интегрирования, их реализация в системе MatLab.

Тема 12. Численное решение систем нелинейных уравнений. (2 часа)

Методы численного решения систем нелинейных уравнений, их реализация в системе MatLab. Оптимизационные методы и их реализация в системе MatLab.

Тема 13. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений (задача Коши). (2 часа)

Методы Рунге-Кутты, методы Адамса, их реализация в системе MatLab.

Тема 14. Краевая задача для обыкновенных дифференциальных уравнений. (2 часа)

Методы решения краевых задач. Дифференциальные уравнения неявного типа. Функции MatLab для решения краевых задач и уравнений неявного типа.

Тема 15. Численная минимизация функций. (2 часа)

Условная минимизация функций. Безусловная минимизация функций. Методы минимизации. Их реализация в системе MatLab.

Тема 16. Задачи математического программирования. (2 часа)

Линейное программирование; Бинарное линейное программирование; Решение матричных игр; Квадратичное программирование; Их реализация в системе MatLab.

Тема 17. Методы Монте-Карло. (2 часа)

Генерация случайных данных. Задача вычисления кратных интегралов. Решение уравнений в частных производных. Моделирование случайных процессов. Случайный поиск.

Тема 18. Системы нечеткой логики. (2 часа)

Основные понятия нечеткой логики. Машина нечеткого вывода типа Мамдани. Машина нечеткого вывода типа Сугено. Их реализация в системе MatLab. Fuzzy logic toolbox.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Практические занятия (0 час.)

Лабораторные работы (72 час.)

- | | |
|--------------------------------|---|
| Лабораторная работа №1 | Реализация некоторых простых вычислительных и алгоритмических задач в системе MatLab. (4 час.). |
| Лабораторная работа №2 | Вычислительный эксперимент. Этапы выполнения. Погрешности результатов (4 час.). |
| Лабораторная работа №3 | Решение СЛАУ методом Гаусса (4 час.). |
| Лабораторная работа №4 | Решение СЛАУ методом отражений (4 час.). |
| Лабораторная работа №5 | Вычисление определителя матрицы (4 час.). |
| Лабораторная работа №6 | Решение переопределённой СЛАУ (4 час.). |
| Лабораторная работа №7 | Итерационные методы решения СЛАУ (4 час.). |
| Лабораторная работа №8 | Нахождение максимального и минимального собственных чисел матрицы (4 час.). |
| Лабораторная работа №9 | Нахождение числа обусловленности матрицы и анализ погрешности решения СЛАУ в условиях вычислительных ошибок ЭВМ (4 час.). |
| Лабораторная работа №10 | Аппроксимация сплайнами (4 час.). |
| Лабораторная работа №11 | Численное дифференцирование, численное интегрирование (4 час.). |
| Лабораторная работа №12 | Численное решение систем нелинейных уравнений (4 час.). |
| Лабораторная работа №13 | Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений - задачи Коши (4 час.). |
| Лабораторная работа №14 | Численное решение краевых задач для дифференциальных уравнений и дифференциальных уравнений неявного типа (4 час.). |
| Лабораторная работа №15 | Численная минимизация функций (4 час.). |

Лабораторная работа №16 Численное решение задач математического программирования (4 час.)

Лабораторная работа №17 Решение задач методом Монте Карло (4 час.)

Лабораторная работа №18 Численный анализ работы систем нечеткого вывода (4 час.)

Ш. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Методы вычислений» включает в себя: план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию; характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению; требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы; критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	текущий контроль	текущий контроль
1.	Реализация некоторых простых вычислительных и алгоритмических задач в системе MatLab	УК-1 ОПК-1 ПК-4 ПК-10	Знает	ПР-1 тест	Зачет Вопросы 1-4
			Умеет	ПР-6 лабораторная работа ПР-12	
			владеет		
2.	Вычислительный эксперимент. Этапы выполнения. Погрешности результатов	УК-1 ОПК-1 ПК-4 ПК-10	Знает	ПР-1 тест	Зачет Вопросы 5-20
			Умеет	ПР-6 лабораторная работа ПР-12	
			владеет		
3.	Решение СЛАУ методом Гаусса	УК-1 ОПК-1 ПК-4 ПК-10	Знает	ПР-1 тест	Зачет Вопросы 21-25
			Умеет	ПР-6 лабораторная работа ПР-12	
			владеет		
4.	Решение СЛАУ методом отражений	УК-1 ОПК-1 ПК-4 ПК-10	Знает	ПР-1 тест	Зачет Вопросы 30-32
			Умеет	ПР-6 лабораторная работа Пр-12	
			владеет		
5.	Вычисление определителя матрицы	УК-1 ОПК-1 ПК-4 ПК-10	Знает	ПР-1 тест	Зачет Вопросы 21-30
			Умеет	ПР-6 лабораторная работа Пр-12	
			владеет		
6.	Решение переопределён-	УК-1	Знает	ПР-1 тест	Зачет

	ной СЛАУ	ОПК-1 ПК-4 ПК-10	Умеет владеет	ПР-6 лабора- торная работа Пр-12	Вопросы 31- 32
7.	Итерационные методы решения СЛАУ	УК-1 ОПК-1 ПК-4 ПК-10	Знает Умеет владеет	ПР-1 тест ПР-6 лабора- торная работа ПР-12	Зачет Вопросы 38- 40
8.	Нахождение максимального и минимального собственных чисел матрицы	УК-1 ОПК-1 ПК-4 ПК-10	Знает Умеет владеет	ПР-1 тест ПР-6 лабора- торная работа ПР-12	Зачет Вопросы 37- 42
9.	Нахождение числа обусловленности матрицы и анализ погрешности решения СЛАУ в условиях вычислительных ошибок ЭВМ	УК-1 ОПК-1 ПК-4 ПК-10	Знает Умеет владеет	ПР-1 тест ПР-6 лабора- торная работа ПР-12	Зачет Вопросы 45- 49
10.	Аппроксимация сплайнами	УК-1 ОПК-1 ПК-4 ПК-10	Знает Умеет владеет	ПР-1 тест ПР-6 лабора- торная работа ПР-12	экзамен вопрос 6
11.	Численное дифференцирование, численное интегрирование	УК-1 ОПК-1 ПК-4 ПК-10	Знает Умеет владеет	ПР-1 тест ПР-6 лабора- торная работа Пр-12	экзамен вопрос 10,
12.	Численное решение систем нелинейных уравнений	УК-1 ОПК-1 ПК-4 ПК-10	Знает Умеет владеет	ПР-1 тест ПР-6 лабора- торная работа ПР-12	экзамен вопрос 16-18
13.	Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений - задачи Коши	УК-1 ОПК-1 ПК-4 ПК-10	Знает Умеет владеет	ПР-1 тест ПР-6 лабора- торная работа ПР-12	Экзамен Вопрос 27
14.	Численное решение краевых задач для дифференциальных уравнений и дифференциальных уравнений неявного типа	УК-1 ОПК-1 ПК-4 ПК-10	Знает Умеет владеет	ПР-1 тест ПР-6 лабора- торная работа ПР-12	экзамен вопрос 28
15.	Численная минимизация функций	УК-1 ОПК-1 ПК-4 ПК-10	Знает Умеет владеет	ПР-1 тест ПР-6 лабора- торная работа ПР-12	экзамен вопрос 29
16.	Численное решение задач математического программирования	УК-1 ОПК-1 ПК-4 ПК-10	Знает Умеет владеет	ПР-1 тест ПР-6 лабора- торная работа ПР-12	экзамен вопрос 39
17.	Решение задач методом Монте Карло	УК-1 ОПК-1 ПК-4	Знает Умеет владеет	ПР-1 тест ПР-6 лабора- торная работа	Экзамен Вопрос 40

		ПК-10		ПР-12	
18.	Численный анализ работы систем нечеткого вывода	УК-1	Знает	ПР-1 тест	Экзамен Вопрос 41
		ОПК-1	Умеет	ПР-6 лабораторная работа ПР-12	
		ПК-4 ПК-10	владеет		

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в разделе IX.

V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Поршнева С.В. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB. Учебное пособие. – СПб.: Лань, 2011 – 726с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:307438&theme=FEFU>
2. Афанасьева Н.Ю. Вычислительные и экспериментальные методы научного эксперимента. Учебное пособие для вузов. – М.: КноРус, 2013 – 330с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:698291&theme=FEFU>
3. Рено Н.Н. Численные методы. Учебное пособие. Электронное издание. 2011. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:403162&theme=FEFU>
4. Демидович Б.П., Марон И.А., Шувалова Э.З. Численные методы анализа. Приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения. – СПб.: Лань, 2010 – 400 с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:281544&theme=FEFU>
5. Жидков Е.Н. Вычислительная математика. Учебное пособие для вузов. – М.: Академия, 2010 – 200 с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:694344&theme=FEFU>
6. Вержбицкий В.М. Основы численных методов: Учеб. пособие для вузов. - М. : Высш. шк., 2002. - 840 с
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:1708&theme=FEFU>
7. Антоник В.Г. Численные методы: математический анализ и дифференциальные уравнения. - Иркутск. Изд. Иркутского университета, 2007 - 63 с.
<http://window.edu.ru/resource/732/61732>
8. Пирумов У.Г. Численные методы. Учебное пособие для вузов. М.: Дрофа, 2003 – 221 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:6183&theme=FEFU>

Дополнительная литература

1. Костомаров Д. П., Фаворский А.П. Вводные лекции по численным методам. Москва: Логос, 2004.-184 с.
2. Волков Е. А. Численные методы. – СПб: Лань, 2007 .-256 с.
3. Вержбицкий В.М. Численные методы (математический анализ и обыкновенные дифференциальные уравнения): Учебное пособие для вузов. М.: Высшая Школа, 2001 - 381 с.
4. Вержбицкий В.М. Численные методы (линейная алгебра и нелинейные уравнения): Учебное пособие для вузов. М.: Высшая Школа, 2000 – 153 с.
5. Исаков В. Н. Элементы численных методов. – М.: Академия, 2003.-192с.
6. Бахвалов Н.С., Лапин А.В., Чижонков Е.В. Численные методы в задачах и упражнениях М.: Высшая школа, 2000. - 190 с.
7. Н.С.Бахвалов, А.А.Корнев, Е.В.Чижонков. Численные методы. Решения задач и упражнения. М., Дрофа, 2009.
8. Численные методы: сб. задач под ред. У. Г. Пирумов. – Москва: Дрофа, 2007.-144 с.
9. Василенко В.А. Сплайн-функции: теория, алгоритмы, программы.- Новосибирск: Наука, 1983. - 215 с.
10. Завьялов Ю.С., Квасов Б.И., Мирошниченко В.Л. Методы сплайн-функций. – М.: Наука, 1980 г.
11. Берков Н.А., Елисеева Н.Н. Математический практикум с применением пакета Mathcad: Учебное пособие. - М: МГИУ, 2006. - 135 с.
<http://window.edu.ru/resource/756/77756>
12. Кузнецов, Г.В. Разностные методы решения задач теплопроводности: учебное пособие / Г.В. Кузнецов, М.А. Шеремет; Томский политехнический университет. - Томск: Изд-во ТПУ, 2007. - 172 с.
<http://window.edu.ru/resource/203/75203>
13. Фаддев М.А., Марков К.А. Численные методы: Учебное пособие. - Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2010. - 158 с.
<http://window.edu.ru/resource/041/74041>
14. Корнюшин П.Н. Численные методы: Учебное пособие. - Владивосток: ТИДОТ ДВГУ, 2002. - 104 с. <http://window.edu.ru/resource/958/40958>
15. Вычислительная математика. Часть первая: Учебное пособие для студентов дневного и заочного обучения технических и химико-технологических специальностей. - Ангарск: АГТА, 2003. - 82 с.
<http://window.edu.ru/resource/091/62091>
16. Гладких О.Б., Прокуратова О.Н. Введение в численные методы: Учебно-методическое пособие. - Елец: ЕГУ им. И.А. Бунина, 2008. - 140 с.
<http://window.edu.ru/resource/156/71156>

17. Охорзин В.А. Прикладная математика в системе Mathcad. Спб.: Лань, 2008 – 352 с.
18. Бедарев И.А., Белоусова О.Н., Федорова Н.Н. Численные методы решения инженерных задач в пакете MathCAD: учебное пособие. - Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2005. - 96 с.
<http://window.edu.ru/resource/299/63299>

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. http://www.srcc.msu.su/num_anal/lib_na/libnal.htm/ Библиотека Численного анализа НИВЦ МГУ:
2. <http://netlib.org/> Netlib Repository:
3. http://www.numerical-recipes.com/nronline_switcher.html/ Numerical Recipes Online
4. <http://www.gnu.org/software/gsl/> GSL GNU Scientific Library
5. <http://alglib.sources.ru/> Многоязыковая коллекция алгоритмов для решения проблем в области численного анализа и обработки данных
6. <http://www.hlib.org/hlib.html/>
7. <http://matlab.exponenta.ru/> – консультационный центр MatLab;

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом используется следующее программное обеспечение:

1. Microsoft Office (PowerPoint, Word и Visio).
2. Open Office.
3. Skype.

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом используются следующие информационно-справочные системы:

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.
2. Электронно-библиотечная система издательства «Лань».
3. Электронная библиотека "Консультант студента".
4. Электронно-библиотечная система IPRbooks.
5. Информационная система "ЕДИНОЕ ОКНО доступа к образовательным ресурсам".
6. Доступ к электронному заказу книг в библиотеке ДВФУ, доступ к нормативным документам ДВФУ, расписанию, рассылке писем.

Лекции проводятся с использованием проектора и мультимедийного комплекса для проведения лекций внутренней системы портала ДВФУ. Лабораторные занятия проводятся в специализированном компьютерном классе. Для составления документации используется текстовый процессор (LibreOffice или MicrosoftWord), набор базового программного обеспечения разработчика - системы программирования на языках C/C++, Java, системы MATLAB, MAPLE.

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина изучается в следующих организационных формах: лекционное занятие; лабораторное занятие; самостоятельное изучение теоретического материала; самостоятельное выполнение индивидуального проекта; индивидуальные и групповые консультации.

Основной формой самостоятельной работы студента является изучение конспекта лекций, их дополнение рекомендованной литературой, выполнение проекта, а также активная работа на лабораторных занятиях.

К прослушиванию лекции следует готовиться, для этого необходимо знать программу курса и рекомендованную литературу. Тогда в процессе лекции легче отделить главное от второстепенного, легче сориентироваться: что записать, что самостоятельно проработать, что является трудным для понимания, а что легко усвоить.

Контроль за выполнением самостоятельной работы студента производится в виде контроля каждого этапа работы, отраженного в документации и защиты проекта.

Студент должен планировать график самостоятельной работы по дисциплине и придерживаться его.

VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Лекции проводятся с использованием проектора и внутренней системы портала ДВФУ. Лабораторные занятия проходят в аудиториях, оборудованных компьютерами типа Lenovo C360G-i34164G500UDK с лицензионными программами MicrosoftOffice 2013 и аудиовизуальными средствами проектор Panasonic DLPProjectorPT-D2110XE, плазма LG FLATRON M4716CCBAM4716CJ. Для выполнения самостоятельной работы студенты в жилых корпусах ДВФУ обеспечены Wi-Fi.

VIII. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Вид самостоятельной работы	Дата/сроки выполнения	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1.	Индивидуальные задания по теме: Реализация некоторых простых вычислительных и алгоритмических задач в системе MatLab	1-2 неделя обучения	3 час	Проверка заданий
2.	Индивидуальные задания по теме: Вычислительный эксперимент. Этапы выполнения. Погрешности результатов	3-4 неделя обучения	3 час	Проверка заданий
3.	Индивидуальные задания по теме: Решение СЛАУ методом Гаусса	5-6 неделя обучения	3 час	Проверка заданий
4.	Индивидуальные задания по теме: Решение СЛАУ методом отражений	7-8 неделя обучения	3 час	Проверка заданий
5.	Индивидуальные задания по теме: Вычисление определителя матрицы	9-10 неделя обучения	3 час	Проверка заданий
6.	Индивидуальные задания по теме: Решение переопределённой СЛАУ	11-12 неделя обучения	3 час	Проверка заданий
7.	Индивидуальные задания по теме: Итерационные методы решения СЛАУ	13-14 неделя обучения	3 час	Проверка заданий
8.	Индивидуальные задания по теме: Нахождение максимального и минимального собственных чисел матрицы	15-16 неделя обучения	3 час	Проверка заданий
9.	Индивидуальные задания по теме: Нахождение числа обусловленности матрицы и анализ погрешности решения СЛАУ в условиях	17-18 неделя обучения	3 час	Проверка заданий

	вычислительных ошибок ЭВМ			
10.	Индивидуальные задания по теме: Аппроксимация сплайнами	19-20 неделя обучения	3 час	Проверка заданий
11.	Индивидуальные задания по теме: Численное дифференцирование, численное интегрирование	21-22 неделя обучения	3 час	Проверка заданий
12.	Индивидуальные задания по теме: Численное решение систем нелинейных уравнений	23-24 неделя обучения	3 час	Проверка заданий
13.	Индивидуальные задания по теме: Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений - задачи Коши	25-26 неделя обучения	3 час	Проверка заданий
14.	Индивидуальные задания по теме: Численное решение краевых задач для дифференциальных уравнений и дифференциальных уравнений неявного типа	27-28 неделя обучения	3 час	Проверка заданий
15.	Индивидуальные задания по теме: Численная минимизация функций	29-30 неделя обучения	3 час	Проверка заданий
16.	Индивидуальные задания по теме: Численное решение задач математического программирования	31-32 неделя обучения	3 час	Проверка заданий
17.	Работа с литературой, подготовка к лабораторным работам	1-32 недели обучения	3 час	Контрольная работа, тесты
	Подготовка к экзамену	34-35 недели	27 час	Экзамен
	ВСЕГО		108 час	

Рекомендации по самостоятельной работе студентов

Самостоятельная работа студентов состоит в работе с литературой, подготовке к лабораторным работам и выполнении индивидуальных домашних заданий по темам.

Работа с литературой

В процессе подготовки к тесту студентам необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной учебно-методической литературы. Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами Интернета является наиболее эффективным методом получения знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов свое отношение к конкретной проблеме.

Подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям

Подготовку к каждой лабораторной работе и практическому занятию каждый студент должен начать с изучения теоретического материала и ознакомления с планом, который отражает содержание предложенной темы. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса. Результат такой работы должен проявиться в способности студента свободно ответить на теоретические вопросы по теме задания, правильном выполнении лабораторной работы.

Работа на лабораторных и практических занятиях ведется в малых группах 3-4 человека в каждой. В ходе выполнения лабораторной работы студенты учатся работе в группе, распределению ресурсов и установлению взаимодействия в коллективной работе. В процессе выполнения лабораторной работы студенты должны создать требуемый документ с помощью предлагаемого программного средства в соответствии с заданием.

IX. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	текущий контроль	
1.	Реализация некоторых простых вычислительных и алгоритмических задач в системе MatLab	УК-1 ОПК-1 ПК-4 ПК-10	Знает	ПР-1 тест	Зачет Вопросы 1-4
			Умеет	ПР-6 лабораторная работа ПР-12	
			владеет		
2.	Вычислительный эксперимент. Этапы выполнения. Погрешности результатов	УК-1 ОПК-1 ПК-4 ПК-10	Знает	ПР-1 тест	Зачет Вопросы 5-20
			Умеет	ПР-6 лабораторная работа ПР-12	
			владеет		
3.	Решение СЛАУ методом	УК-1	Знает	ПР-1 тест	Зачет

	Гаусса	ОПК-1 ПК-4 ПК-10	Умеет владеет	ПР-6 лабора- торная работа ПР-12	Вопросы 21- 25
4.	Решение СЛАУ методом отражений	УК-1 ОПК-1 ПК-4 ПК-10	Знает Умеет владеет	ПР-1 тест ПР-6 лабора- торная работа Пр-12	Зачет Вопросы 30- 32
5.	Вычисление определителя матрицы	УК-1 ОПК-1 ПК-4 ПК-10	Знает Умеет владеет	ПР-1 тест ПР-6 лабора- торная работа Пр-12	Зачет Вопросы 21- 30
6.	Решение переопределённой СЛАУ	УК-1 ОПК-1 ПК-4 ПК-10	Знает Умеет владеет	ПР-1 тест ПР-6 лабора- торная работа Пр-12	Зачет Вопросы 31- 32
7.	Итерационные методы решения СЛАУ	УК-1 ОПК-1 ПК-4 ПК-10	Знает Умеет владеет	ПР-1 тест ПР-6 лабора- торная работа ПР-12	Зачет Вопросы 38- 40
8.	Нахождение максимального и минимального собственных чисел матрицы	УК-1 ОПК-1 ПК-4 ПК-10	Знает Умеет владеет	ПР-1 тест ПР-6 лабора- торная работа ПР-12	Зачет Вопросы 37- 42
9.	Нахождение числа обусловленности матрицы и анализ погрешности решения СЛАУ в условиях вычислительных ошибок ЭВМ	УК-1 ОПК-1 ПК-4 ПК-10	Знает Умеет владеет	ПР-1 тест ПР-6 лабора- торная работа ПР-12	Зачет Вопросы 45- 49
10.	Аппроксимация сплайнами	УК-1 ОПК-1 ПК-4 ПК-10	Знает Умеет владеет	ПР-1 тест ПР-6 лабора- торная работа ПР-12	экзамен вопрос 6
11.	Численное дифференцирование, численное интегрирование	УК-1 ОПК-1 ПК-4 ПК-10	Знает Умеет владеет	ПР-1 тест ПР-6 лабора- торная работа Пр-12	экзамен вопрос 10,
12.	Численное решение систем нелинейных уравнений	УК-1 ОПК-1 ПК-4 ПК-10	Знает Умеет владеет	ПР-1 тест ПР-6 лабора- торная работа ПР-12	экзамен вопрос 16-18
13.	Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений - задачи Коши	УК-1 ОПК-1 ПК-4 ПК-10	Знает Умеет владеет	ПР-1 тест ПР-6 лабора- торная работа ПР-12	Экзамен Вопрос 27
14.	Численное решение краевых задач для дифференциальных уравнений и	УК-1 ОПК-1 ПК-4	Знает Умеет	ПР-1 тест ПР-6 лабора-	экзамен вопрос 28

	дифференциальных уравнений неявного типа	ПК-10	владеет	торная работа ПР-12	
15.	Численная минимизация функций	УК-1 ОПК-1 ПК-4 ПК-10	Знает	ПР-1 тест	экзамен вопрос 29
			Умеет	ПР-6 лабора- торная работа ПР-12	
			владеет		
16.	Численное решение задач математического программирования	УК-1 ОПК-1 ПК-4 ПК-10	Знает	ПР-1 тест	экзамен вопрос 39
			Умеет	ПР-6 лабора- торная работа ПР-12	
			владеет		
17.	Решение задач методом Монте Карло	УК-1 ОПК-1 ПК-4 ПК-10	Знает	ПР-1 тест	Экзамен Вопрос 40
			Умеет	ПР-6 лабора- торная работа ПР-12	
			владеет		
18.	Численный анализ работы систем нечеткого вывода	УК-1 ОПК-1 ПК-4 ПК-10	Знает	ПР-1 тест	Экзамен Вопрос 41
			Умеет	ПР-6 лабора- торная работа ПР-12	
			владеет		

Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Знает	Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации.	Знание численных методов решения разных классов задач	Способность ответить на вопросы
	Умеет	Умеет соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности.	Умение создавать компьютерные модели решения задач на основе численных методов	Наличие созданных компьютерных моделей решения задач на основе численных методов

	Владеет	Имеет практический опыт работы с информационными источниками, опыт научного поиска, создания научных текстов.	Владение методами проверки созданных компьютерных моделей решения задач на основе численных методов	Способность выбрать и применить подходящие методы проверки созданных компьютерных моделей решения задач на основе численных методов
ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	Знает	Знает теоретические основы методов вычислений: погрешности вычислений; устойчивость и сложность алгоритма (по памяти, по времени)	Знание особенностей организации вычислений, используемые операции и свойства этих операций	Способность ответить на вопросы
	Умеет	Умеет выбирать, устанавливать, настраивать и работать с современными пакетами прикладных программ моделирования, программ для научных и инженерных расчетов	Умение проектировать архитектуру программной системы для моделирования	Наличие созданных программ
	Владеет	Владеет численными методами линейной алгебры; численными методами решения нелинейных уравнений и систем, численными методами интерполяции функций, численными методами интегрирования и	Владение численными методами, требуемыми при решении задач	Способность выбрать подходящие для решения задачи методы

		дифференцирования, численными методами решения обыкновенных дифференциальных уравнений, численными методами оптимизации.		
ПК-4. Готовность к использованию методов и инструментальных средств исследования объектов профессиональной деятельности	Знает	Обладает базовыми знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук.	Знание способы представления чисел, диапазоны и погрешности представления, понятие устойчивости, емкостные и временные оценки сложности алгоритмов	Способность ответить на вопросы о способах представления чисел, диапазонах и погрешностях представления, дать определения понятий устойчивости алгоритма, емкостная и временная оценка сложности алгоритма
	Умеет	Умеет использовать их в профессиональной деятельности.	Умение выполнять все работы по установке программного обеспечения, требуемого для численных вычислений	Наличие выполненных с помощью программных средств расчетов
	Владеет	Имеет навыки выбора методов решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических знаний.	Владение методами использования пакетов прикладных программ при создании программ моделирования	Способность продемонстрировать возможности пакетов при решении поставленных задач
ПК-10. Владение навыками использования различных технологий разработки программного	Знает	Знает современные технологии разработки ПО (структурное, объектно-ориентированное)	Знание особенностей организации вычислений, используемые операции и свойства этих операций	Способность ответить на вопросы

обеспечения	Умеет	Умеет использовать современные технологии разработки ПО	Умение проектировать архитектуру программной системы для моделирования	Наличие созданных программ
	Владеет	Имеет навыки использования современных технологий разработки ПО	Владение численными методами, требуемыми при решении задач	Способность выбрать подходящие для решения задачи методы

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины

Текущая аттестация студентов. Текущая аттестация студентов проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация проводится в форме проверки индивидуальных домашних заданий, лабораторных работ, теста для проверки теоретических знаний, и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- степень усвоения теоретических знаний - оценивается в форме контрольной работы или тестирования;
- уровень овладения практическими умениями и навыками – оценивается в форме защиты индивидуального задания (проекта).

Промежуточная аттестация студентов. Промежуточная аттестация студентов проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

По дисциплине предусмотрены зачет и экзамен, которые проводятся в устной форме.

Текущий контроль

Состоит в проверке правильности выполнения заданий по самостоятельной работе. Задание зачтено, если нет ошибок. По текущим ошибкам даются пояснения.

Критерии оценки результатов выполнения лабораторной работы

- 100-86 баллов выставляется, если студент/группа точно определили содержание и составляющие части задания, умеют аргументированно отвечать на вопросы, связанные с заданием. Продемонстрировано знание и вла-

дение навыками самостоятельной исследовательской работы по теме. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет.

- 85-76 - баллов - работа студента/группы характеризуется смысловой цельностью, связностью и последовательностью изложения; допущено не более 1 ошибки при объяснении смысла или содержания проблемы. Продемонстрированы исследовательские умения и навыки. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет.

- 75-61 балл – проведен достаточно самостоятельный анализ основных этапов и смысловых составляющих проблемы; понимание базовых основ и теоретического обоснования выбранной темы. Привлечены основные источники по рассматриваемой теме. Допущено не более 2 ошибок в смысле или содержании проблемы

- 60-50 баллов - если работа представляет собой пересказанный или полностью переписанный исходный текст без каких бы то ни было комментариев, анализа. Не раскрыта структура и теоретическая составляющая темы. Допущено три или более трех ошибок смыслового содержания раскрываемой проблемы

Шкала оценивания

Менее 60 баллов	незачтено	неудовлетворительно
От 61 до 75 баллов	зачтено	удовлетворительно
От 76 до 85 баллов	зачтено	хорошо
От 86 до 100 баллов	зачтено	отлично

Оценочные средства для промежуточной аттестации

Вопросы и задачи к зачету

1. Перечислите основные этапы вычислительного эксперимента.
2. Что такое дискретная модель?
3. Что дает приведение задачи к безразмерному виду?
4. Перечислите основные источники погрешностей вычислительного эксперимента.
5. На компьютере вычисляется сумма 1000 первых членов бесконечного ряда. Какие виды погрешностей при этом возникают?
6. Какие цифры являются значащими в числе 0.0012345000?
7. Определить верные значащие цифры приближенного числа -3.1234567 , если абсолютная погрешность равна $0.6 \cdot 10^{-5}$?
8. Определить верные значащие цифры приближенного числа 1234, если абсолютная погрешность равна 0.5?

9. Чему равна относительная погрешность представления числа с плавающей точкой, если разрядность порядка равна 11, а разрядность мантиссы равна 52?
10. Чему равна погрешность округления чисел с плавающей точкой, если разрядность порядка равна 8, а разрядность мантиссы равна 23?
11. Что произойдет в MATLAB при делении числа на ноль?
12. Перечислите особенности стандарта двоичной арифметики IEEE 754.
13. Что дает применение субнормальных чисел?
15. Найдите выражения для абсолютных трансформированных погрешностей вычисления элементарных функций:
 $y = x^a$ при $a = 2$ и $a = 1/2$; $y = \ln x$; $y = \sin x$; $y = \operatorname{tg} x$.
16. Почему при сложении длинной последовательности чисел одного знака рекомендуется складывать сначала малые числа?
17. Что такое обусловленность вычислительной задачи?
18. По каким признакам можно судить о плохой обусловленности матрицы системы линейных алгебраических уравнений?
19. Какие основные требования предъявляются к численному методу?
20. Что такое вычислительная устойчивость?
21. Какие из прямых методов применимы для невырожденных матриц общего вида, а какие — только для положительно определенных?
22. Какие из прямых методов применимы для решения систем с прямоугольными матрицами?
23. Как при реализации метода Гаусса можно обнаружить вырожденность матрицы решаемой системы?
24. Как получить решение СЛАУ, если производились перестановки строк и столбцов?
25. Как формируются матрицы перестановки строк и столбцов?
26. Как хранятся в MATLAB разреженные матрицы?
27. Что такое упорядочение матрицы?
28. Объясните структуру диагонального хранения ленточных матриц в MATLAB.
29. Какие из рассмотренных методов не увеличивают ширину ленты матрицы?
30. Верно ли, что QR-разложение с использованием метода отражений работает быстрее метода вращений?
31. Как методом QR-разложения решается переопределенная СЛАУ с матрицей не имеющей полного ранга?
32. В чем преимущества использования сингулярного разложения при решении переопределенных систем?

33. Как в процессе решения переопределенной СЛАУ можно найти вычислительный ранг матрицы?
34. В чем отличия полной и частичной проблемы собственных значений?
35. Для чего используется нормирование векторов в степенном методе?
36. Что такое смещение спектра собственных чисел?
37. Что такое отношение Рэля и где оно используется при решении проблемы собственных значений?
38. Как найти минимальное по абсолютной величине собственное значение матрицы?
39. Опишите алгоритм градиентного метода решения частичной проблемы собственных значений.
40. Опишите QR-алгоритм решения полной проблемы собственных значений.
41. Что такое форма Хессенберга?
42. Что такое "сдвиг" в QR-алгоритме? Какие сдвиги вы знаете?
43. Какие методы используются для задачи на собственные значения симметричной матрицы?
44. Каким образом в QR-алгоритме можно одновременно определять собственные числа и векторы?
45. Что такое сингулярное разложение матрицы?
46. Постройте алгоритм вычисления сингулярного разложения матрицы.
47. Как реализуется сингулярное разложение матрицы?
48. В чем заключается идея метода Арнольди вычисления собственных пар больших разреженных матриц?
49. Опишите особенности QZ-алгоритма решения обобщенной задачи на собственные значения.

Вопросы к экзамену

1. Источники и классификация погрешностей. Абсолютная и относительная погрешности. Формы записи данных. Вычислительная погрешность. Погрешность функции. Неустраняемая погрешность. Погрешность метода.
2. Постановка задачи интерполяции и аппроксимации.
3. Многочлен Лагранжа. Оценка остаточного члена многочлена Лагранжа
4. Конечные разности различных порядков. Таблица разностей. Первая интерполяционная схема Ньютона
5. Вторая интерполяционная схема Ньютона. Оценка остаточного члена.
6. Интерполирование на основе кубического сплайна.

7. Квадратичное аппроксимирование функций. Метод наименьших квадратов.
10. Дифференцирование на основе многочленов Лагранжа и Ньютона.
11. Метод неопределенных коэффициентов.
12. Правило Рунге практической оценки погрешности.
13. Простейшие квадратурные формулы.
14. Квадратурные формулы Ньютона-Котеса.
15. Оценка погрешности квадратуры.
16. Метод бисекций, метод хорд, метод касательных, метод итераций (достаточное условие сходимости метода простых итераций).
17. Метод Ньютона. Квадратичная сходимость метода Ньютона. Модифицированный метод Ньютона.
18. Метод итераций для систем нелинейных уравнений. Метод Ньютона для систем нелинейных уравнений.
19. Методы последовательного исключения неизвестных (метод Гаусса).
20. Метод Гаусса с выбором главного элемента.
21. Применения метода Гаусса для расчета определителей и обратных матриц.
22. Матричный метод Гаусса
23. Погрешность приближенного решения систем уравнений и обусловленность матриц.
24. Метод простой итерации. Достаточные условия сходимости процесса итераций. Оценка погрешности приближений процесса итераций.
25. Метод Зейделя. Случай нормальной системы.
26. Нахождение наибольшего по модулю собственного значения матрицы и собственного вектора. Степенной метод. Метод скалярных произведений.
27. Метод разложения в ряд Тейлора решения задачи Коши для ОДУ.
28. Метод Эйлера и его модификации.
29. Методы Рунге - Кутты.
30. Численное решение линейного уравнения 2-го порядка (метод прогонки, метод стрельбы)
31. Понятие конечно - разностной сетки. Аппроксимация производных на конечно-разностной сетке.
32. Конечно - разностные аппроксимации производных, использующие больше трех узлов разностной сетки.
33. Понятие сходимости разностной схемы, проверка сходимости разностной схемы.
34. Определение аппроксимации разностной схемы.

35. Определение устойчивости разностной схемы.
36. Сходимость как следствие аппроксимации и устойчивости (теорема Лакса).
37. Дифференциальное приближение разностной схемы.
38. Каноническая запись разностной схемы.
39. Устойчивость как ограниченность норм степеней оператора перехода.
40. Необходимый спектральный признак устойчивости. Алгоритм применения признака.
41. Устойчивость по начальным данным, примеры исследования устойчивости по начальным данным

Подготовка к промежуточной аттестации по дисциплине: экзамену (зачету)

К аттестации допускаются студенты, которые систематически в течение всего семестра посещали и работали на занятиях и показали уверенные знания в ходе выполнения лабораторных работ.

Непосредственная подготовка к аттестации осуществляется по вопросам, представленным в рабочей учебной программе. Тщательно изучите формулировку каждого вопроса, вникните в его суть, составьте план ответа. Обычно план включает в себя:

- определение сущности рассматриваемого вопроса, основных положений, утверждений, определение необходимости их доказательства;
- запись обозначений, формул, необходимых для полного раскрытия вопроса;
- графический материал (таблицы, рисунки, графики), необходимые для раскрытия сущности вопроса;
- роль и значение рассматриваемого материала для практической деятельности, примеры использования в практической деятельности.

Критерии выставления оценки студенту

Баллы (рейтинговой оценки)	Оценка зачета/ экзамена (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям

86-100	«зачтено»/ «отлично»	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.
76-85	«зачтено»/ «хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
61-75	«зачтено»/ «удовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.
0-60	«не зачтено»/ «неудовлетворительно»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.