

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»
Институт электронных и информационных систем

Кафедра физики твердого тела и микроэлектроники

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 11 7D 78 67 C2 66 A3 34 B2 CE 4F 9A FD E9 38 84 E5 28 4A 09
Владелец: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Новгородский государственный университет
имени Ярослава Мудрого»
Действителен: с 08.07.2021 до 08.10.2022



УТВЕРЖДАЮ

Директор ИЭИС

С.И.Эминов

20 19 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
учебной дисциплины

ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ

по направлению подготовки

11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

Направленность (профиль) Микроэлектроника и твердотельная электроника

СОГЛАСОВАНО

Начальник УОД

А.Н.Макаревич

« 23 » января 2019 г.

Разработал

Профессор КФТТМ

М.Н. Петров

« 24 » 12 2018 г.

Принято на заседании КФТТМ

Протокол № 4 от 26.12.2018 г.

Заведующий кафедрой, проф.

Б.И.Селезнев

« 26 » 12 2018 г.

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Цель освоения учебной дисциплины: формирование компетентности студентов в области компьютерной математики, направленной на разработку и программную реализацию вычислительных алгоритмов для решения задач, возникающих при обработке экспериментальных данных, а также в процессе имитационного и математического моделирования и проектирования (САПР) изделий электронной техники.

Задачи:

- знакомство студентов с основными системами компьютерной математики, их классификацией и структурой;
- ознакомление студентов с основными численными методами, используемыми для решения вычислительных задач;
- формирование у студентов необходимого объема знаний по численным методам решения вычислительных задач;
- овладение основами программной реализации вычислительных алгоритмов на базе языка программирования системы MATLAB.

2 Место учебной дисциплины в структуре ОПОП

Учебная дисциплина относится к обязательной части учебного плана основной профессиональной образовательной программы направления подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника и направленности (профилю) Микроэлектроника и твердотельная электроника (далее – ОПОП). В качестве входных требований выступают сформированные ранее компетенции обучающихся, приобретенные ими в рамках изучения следующих дисциплин: «Высшая математика», «Информационные технологии».

Освоение учебной дисциплины является компетентностным ресурсом для дальнейшего изучения учебных дисциплин направления подготовки 11.03.04, связанных с обработкой информации и моделированием на разных иерархических уровнях проектирования современных микросхем.

3 Требования к результатам освоения учебной дисциплины

Перечень компетенций, которые формируются в процессе освоения учебной дисциплины:

общепрофессиональные:

- ОПК-1 Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности.

Результаты освоения учебной дисциплины представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты освоения учебной дисциплины

Код и наименование компетенции	Результаты освоения учебной дисциплины (индикаторы достижения компетенций)		
	Знает	Умеет	Владеет
ОПК-1 Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	фундаментальные законы природы и основные физические математические законы	применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера	навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач

4 Структура и содержание учебной дисциплины

4.1 Трудоемкость учебной дисциплины

Таблица 2 – Трудоемкость учебной дисциплины для очной формы обучения

Части учебной дисциплины (модуля)	Всего	Распределение по семестрам
		4 семестр
1. Трудоемкость учебной дисциплины (модуля) в зачетных единицах (ЗЕТ)	3	3
2. Контактная аудиторная работа в академических часах (АЧ)	54	54
3. Курсовая работа/курсовой проект (АЧ) (при наличии)	-	-
4. Внеаудиторная СРС в академических часах (АЧ)	54	54
5. Промежуточная аттестация (зачет; дифференцированный зачет; экзамен) (АЧ)	ДЗ	ДЗ

4.2 Содержание учебной дисциплины

Раздел 1. Системы вычислительной математики, теория погрешностей, численные методы линейной и общей алгебры

- 1.1 Введение. Классификация и структура систем компьютерной математики.
- 1.2 Основные понятия вычислительной математики.
- 1.3 Теория погрешностей.
- 1.4 Погрешности машинной арифметики.
- 1.5 Численные методы решения нелинейных уравнений.
- 1.6 Решение систем линейных уравнений (СЛАУ) прямыми методами.
- 1.7 Решение СЛАУ итерационными методами.
- 1.8 Определение собственных значений и собственных векторов.
- 1.9 Матричные операции линейной алгебры реализованные в MATLAB.

Раздел 2. Теория приближений, численные методы решения задач для обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ)

- 2.1 Решение систем нелинейных уравнений.
- 2.2 Обработка данных. Формулировка задачи приближения функций.
- 2.3 Обработка данных. Методы аппроксимации функций.
- 2.4 Численные методы вычисления определенных интегралов.
- 2.5 Численные методы дифференцирования.
- 2.6 Методы численного решения обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка.
- 2.7 Решение обратных прикладных задач.
- 2.8 Методы безусловной локальной оптимизации.
- 2.9 Методы условной локальной оптимизации.

4.3 Трудоемкость разделов учебной дисциплины и контактной работы

Таблица 3 – Трудоемкость разделов учебной дисциплины

№	Наименование разделов (тем) учебной дисциплины (модуля), УЭМ, наличие КП/КР	Контактная работа (в АЧ)				Внеауд. СРС (в АЧ)	Формы текущего контроля
		Аудиторная			В т.ч. СРС		
		ЛЕК	ПЗ	ЛР			
Раздел 1. Системы вычислительной математики, теория погрешностей, численные методы линейной и общей алгебры							
1.1	Введение. Классификация и структура систем компьютерной математики	1		2		3	отчёт по ЛР, опрос
1.2	Основные понятия вычислительной математики	1		2		3	отчёт по ЛР, опрос
1.3	Теория погрешностей	1		2		3	отчёт по ЛР, опрос
1.4	Погрешности машинной арифметики	1		2		3	отчёт по ЛР, опрос
1.5	Численные методы решения нелинейных уравнений	1		2		3	отчёт по ЛР, опрос
1.6	Решение систем линейных уравнений (СЛАУ) прямыми методами	1		2		3	отчёт по ЛР, опрос
1.7	Решение СЛАУ итерационными методами	1		2		3	опрос
1.8	Определение собственных значений и собственных векторов	1		2		3	отчёт по ЛР, опрос
1.9	Матричные операции линейной алгебры реализованные в MATLAB	1		2		3	опрос
Раздел 2. Теория приближений, численные методы решения задач для обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ)							
2.1	Решение систем нелинейных уравнений	1		2	1	3	отчёт по ЛР, опрос
2.2	Обработка данных. Формулировка задачи приближения функций	1		2	1	3	отчёт по ЛР, опрос
2.3	Обработка данных. Методы аппроксимации функций	1		2	1	3	отчёт по ЛР, опрос
2.4	Численные методы вычисления определенных интегралов	1		2	1	3	отчёт по ЛР, опрос
2.5	Численные методы дифференцирования	1		2	1	3	отчёт по ЛР, опрос
2.6	Методы численного решения обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка	1		2	1	3	отчёт по ЛР, опрос
2.7	Решение обратных прикладных задач	1		2	1	3	опрос
2.8	Методы безусловной локальной оптимизации	1		2	1	3	опрос
2.9	Методы условной локальной оптимизации	1		2	1	3	опрос
	Промежуточная аттестация	дифференцированный зачет					
	ИТОГО	18	-	36	9	54	

4.4 Лабораторные работы и курсовые работы/курсовые проекты

4.4.1 Перечень тем лабораторных работ:

4.4.1.1 Алгоритмизация вычислительных процессов с использованием интегрированного пакета MATLAB.

4.4.1.2 Использование графики в MATLAB.

4.4.1.3 Действия над приближенными величинами.

4.4.1.4 Методы локализации корней уравнений с одной переменной.

4.4.1.5 Численные методы определения корней уравнений с одной переменной.

4.4.1.6 Знакомство с операциями над векторами и матрицами в MATLAB.

4.4.1.7 Решение систем линейных алгебраических уравнений.

4.4.1.8 Определение собственных значений.

4.4.1.9 Решение систем нелинейных уравнений.

4.4.1.10 Приближение функций. Методы интерполяции.

4.4.1.11 Приближение функций. Методы аппроксимации.

4.4.1.12 Численное интегрирование.

4.4.1.13 Вычисление кратных интегралов методом Монте-Карло.

4.4.1.14 Численное дифференцирование.

4.4.1.15 Методы численного решения обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ).

4.4.1.16 Решение обратных прикладных задач с помощью MATLAB на примере реконструкция смазанных и зашумленных изображений.

4.4.1.17 Методы условной оптимизации.

4.4.1.18 Методы безусловной оптимизации.

4.4.2 Примерные темы курсовых работ/курсовых проектов:

Курсовые работы/курсовые проекты не предусмотрены учебным планом.

5 Методические рекомендации по организации освоения учебной дисциплины

Таблица 4 – Методические рекомендации по организации лекционных занятий

№	Темы лекционных занятий (форма проведения)	Трудоемкость в АЧ
Раздел 1. Системы вычислительной математики, теория погрешностей, численные методы линейной и общей алгебры		
1	Введение. Классификация и структура систем компьютерной математики. Современные средства компьютерной математики. Классификация компьютерных математических систем. Структура систем компьютерной математики. Основные системы компьютерной математики: MATLAB, Mathcad, Maple. Особенность численных методов по сравнению с аналитическими (вводная лекция)	1
2	Основные понятия вычислительной математики. Корректность и устойчивость вычислительной задачи. Обусловленность вычислительных задач. Корректность вычислительных алгоритмов. Чувствительность алгоритмов к ошибкам округления. Обусловленность вычислительных алгоритмов (информационная лекция)	1
3	Теория погрешностей. Приближенные числа. Понятие приближенного числа, абсолютная и относительная погрешности, предельные значения абсолютной и относительной погрешностей. Основные источники погрешностей. Десятичная запись приближенного числа. Значение цифры. Число верных знаков приближенного числа. Правила округления. Связь относительной погрешности приближенного числа с количеством верных знаков этого числа. Неустраняемые погрешности, погрешность суммы, разности, произведения, частного. Потеря точности при вычитании. Относительная погрешность	1

	степени и корня. Погрешность общей функциональной зависимости. Обратная задача теории погрешностей (информационная лекция)	
4	Погрешности машинной арифметики. Представление целых и вещественных чисел в компьютере. Погрешность представления целых и вещественных чисел. Диапазон представления чисел в машине. Переполнение, антипереполнение. Особенности машинной арифметики над числами с плавающей точкой (информационная лекция)	1
5	Численные методы решения нелинейных уравнений. Определение простого и кратного корней. Постановка задачи приближенного решения нелинейного уравнения. Алгоритм метода дихотомии (деления отрезка пополам). Теорема о сходимости метода хорд. Алгоритм метода простой итерации. Теорема о сходимости метода простой итерации. Приведение уравнения к виду, удобному для итераций. Алгоритм метода Ньютона. Теорема о сходимости метода Ньютона. Понятие скорости сходимости (информационная лекция)	1
6	Решение систем линейных уравнений (СЛАУ) прямыми методами. Прямые и итерационные методы. Метод обратной матрицы. LU-разложение. Метод Гаусса (схема частичного выбора). Метод Холецкого. Метод прогонки (информационная лекция)	1
7	Решение СЛАУ итерационными методами. Численные методы линейной алгебры. Нормы и обусловленности матриц. Ошибки матричных вычислений. Приведение системы к виду удобному для итераций. Достаточные условия сходимости. Критерий окончания итераций. Методы Якоби и Зейделя. Метод простой итерации (информационная лекция)	1
8	Определение собственных значений и собственных векторов. Постановка задачи. Устойчивость задачи на собственные значения. Степенной метод поиска максимальных собственных значений. Метод исчерпывания. Метод вращений Якоби. Метод отражений Хаусхолдера. QR-алгоритм. Сингулярное разложение (информационная лекция)	1
9	Матричные операции линейной алгебры реализованные в MATLAB. Вычисление нормы и чисел обусловленности матрицы. Определитель и ранг матрицы. Определение нормы вектора. Определение ортонормированного базиса матрицы. Приведение матрицы к треугольной форме. Определение угла между двумя подпространствами. Вычисление следа матрицы. Разложение Холецкого. Обращение матриц. LU- и QR-разложения. Вычисление собственных значений и сингулярных чисел. Приведение матриц к формам Шура и Хессенберга (информационная лекция)	1
Раздел 2. Теория приближений, численные методы решения задач для обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ)		
10	Решение систем нелинейных уравнений. Системы нелинейных уравнений. Метод простой итерации. Метод Зейделя. Метод Ньютона-Рафсона. Способы контроля сходимости итерационных методов решения нелинейных систем (информационная лекция)	1
11	Обработка данных. Формулировка задачи приближения функций. Области применения задачи приближения функций. Основные виды интерполяции, экстраполяция и аппроксимация. Задача интерполяции. Интерполяционный полином Лагранжа. Интерполяционный полином Ньютона. Погрешность полиномиальной интерполяции. Сплайн-интерполяция. Тригонометрическая интерполяция (информационная лекция)	1
12	Обработка данных. Методы аппроксимации функций. Постановка задачи сглаживания функций. Метод наименьших квадратов. Получение формул эмпирических зависимостей. Примеры (информационная лекция)	1
13	Численные методы вычисления определенных интегралов. Сущность численных методов интегрирования. Использование квадратурных формул. Интегрирование методом прямоугольников. Интегрирование методом трапеций. Метод Симпсона. Об оценке точности квадратурных формул. Метод Монте-Карло (информационная лекция)	1
14	Численные методы дифференцирования. Сущность численных методов дифференцирования. Дифференцирование путем интерполяции полиномом. Дифференцирование методом конечных разностей. Оценка погрешности и уточнение формул численного дифференцирования (метод Рунге) (информационная лекция)	1
15	Методы численного решения обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка. Задача Коши. Сущность процедуры численного решения ОДУ. Одношаговые конечно-разностные методы решения задачи Коши. Метод Эйлера. Модифицированный метод Эйлера. Метод Рунге-Кутты. Метод Адамса (информационная лекция)	1
16	Решение обратных прикладных задач. Введение. Прямые и обратные задачи. Примеры прямых задач. Примеры обратных задач. Две схемы измерений и обработки. Контрольные задания и вопросы (информационная лекция)	1
17	Методы безусловной локальной оптимизации. Постановка задачи безусловной оптимизации. Общая структура методов локального поиска, принцип локального спуска. Алгоритмы одномерной оптимизации для определения стратегии выбора шагового	1

	множителя. Методы первого порядка. Метод градиентного спуска. Метод покоординатного спуска. Метод сопряженных градиентов. Методы второго порядка. Метод Ньютона. Некоторые методы прямого (нулевого) поиска. Метод конфигураций (Хука-Дживса). Метод Нелдера-Мида (информационная лекция)	
18	Методы условной локальной оптимизации. Методы учета ограничений при выполнении процедуры оптимизации. Метод внешнего штрафа. Общее описание и некоторые свойства. Условия сходимости метода штрафов и адаптивная настройка коэффициента штрафа. Метод штрафов и оценка множителей Лагранжа. Метод модифицированных функций Лагранжа. Для ограничений в виде равенств. Для ограничений в виде неравенств (информационная лекция)	1
	ИТОГО	18

Таблица 5 – Методические рекомендации по организации лабораторных занятий

№	Темы лабораторных занятий	Трудоемкость в АЧ
1	Алгоритмизация вычислительных процессов с использованием интегрированного пакета MATLAB (лабораторная работа № 1)	6
2	Использование графики в MATLAB (лабораторная работа № 2)	6
3	Действия над приближенными величинами (лабораторная работа № 3)	2
4	Методы локализации корней уравнений с одной переменной (лабораторная работа № 4)	2
5	Численные методы определения корней уравнений с одной переменной (лабораторная работа № 5)	2
6	Решение систем линейных алгебраических уравнений прямыми методами (лабораторная работа № 6)	2
7	Решение систем линейных алгебраических уравнений численными методами (лабораторная работа № 7)	
8	Решение систем нелинейных уравнений (лабораторная работа № 8)	2
9	Приближение функций. Методы интерполяции (лабораторная работа № 9)	4
10	Приближение функций. Методы аппроксимации (лабораторная работа № 10)	4
11	Численное интегрирование (лабораторная работа № 11)	2
12	Численное дифференцирование (лабораторная работа № 12)	2
13	Методы численного решения обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ) (лабораторная работа № 13)	2
	ИТОГО	36

Рекомендации к проведению лекционных занятий.

Теоретическая часть учебной дисциплины направлена на формирование системы знаний, обеспечивающих алгоритмическую и программную реализацию численных методов для решения задач, предназначенных для моделирования и проектирования микро- и нанoeлектронных приборов.

Дополнительная литература, не вошедшая в таблицу Б.2.

1 Дьяконов В.П. Энциклопедия компьютерной алгебры. - М.: ДМ К Пресс. 2009 - 1264 с.

2 Лазарев Ю. Ф. Начала программирования в среде MatLAB: учебное пособие. - К.: НТУУ "КПИ", 2003. - 424 с.

В начале лекции проводится опрос (не более 20 мин.) для экспресс-оценки уровня усвоения теоретического материала студентами.

Рекомендации к проведению лабораторных занятий.

При проведении лабораторных занятий студенты самостоятельно выполняют лабораторные работы, получая необходимые консультации у преподавателя.

Для выполнения лабораторного практикума по дисциплине студенты должны пользоваться методическими указаниями: Численные методы: лабораторный практикум / сост. М.Н.Петров; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2016. – 171 с.

Методические указания содержат описания алгоритмов численных методов, методику и порядок проведения лабораторных работ, указания по выполнению отчета о работе, контрольные вопросы.

По результатам выполненной работы представляется отчёт.

Отчет должен содержать:

- а) исходное задание;
- б) листинги программ (на языке MATLAB) для различных численных методов решения предлагаемой задачи;
- в) анализ результатов решения исходной задачи разными численными методами;
- г) алгоритмы и результаты решения исходной задачи специализированными средствами MATLAB;
- д) выводы по сделанной работе.

6 Фонд оценочных средств учебной дисциплины

Фонд оценочных средств представлен в Приложении А.

7 Условия освоения учебной дисциплины

7.1 Учебно-методическое обеспечение

Учебно-методическое обеспечение учебной дисциплины представлено в Приложении Б.

7.2 Материально-техническое обеспечение

Таблица 6 – Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

№	Требование к материально-техническому обеспечению согласно ФГОС ВО	Наличие материально-технического оборудования	
1.	Учебные аудитории для проведения учебных занятий	аудитория для проведения лекционных и/или практических занятий: учебная мебель (столы, стулья, доска)	
		компьютерный класс с выходом в Интернет, в том числе для проведения практических занятий	
		помещения для самостоятельной работы (наличие компьютера , выход в Интернет)	
2.	Мультимедийное оборудование	ПК IBM ATX Inwia S500 с подключением к сети «Интернет», монитор 17/КК/м, проектор Epson EMP-X5, экран подвесной (800х600)	
3.	Программное обеспечение		
Наименование программного продукта		Обоснование для использования (лицензия, договор, счёт, акт или иное)	Дата выдачи
Microsoft Windows 7 Professional		Dreamspark (Imagine)	30.04.2015

	№ 370aef61-476a-4b9f-bd7c-84bb13374212	
Microsoft Windows 10 for Educational Use	Dreamspark (Imagine) № 370aef61-476a-4b9f-bd7c-84bb13374212	30.04.2015
Microsoft Imagine (Microsoft Azure Dev Tools for Teaching) Standard	Договор №243/ю, 370aef61-476a-4b9f-bd7c-84bb13374212	19.12.2018
Kaspersky Endpoint Security Standard*	Лицензия № 1C1C-180910-103950-813-1463	10.09.2018
Microsoft Office 2013 Standard	Open License № 62018256	31.07.2016
Подписка Microsoft Office 365	свободно распространяемое для вузов	-
Adobe Acrobat	свободно распространяемое	-
Skype	свободно распространяемое	-
Teams	свободно распространяемое	-

* отечественное производство

Приложение А

(обязательное)

Фонд оценочных средств учебной дисциплины «Численные методы»

1 Структура фонда оценочных средств

Фонд оценочных средств состоит из:

а) открытой части - общая информация об оценочных средствах (название оценочных средств, проверяемые компетенции, баллы, количество вариантов заданий, методические рекомендации для применения оценочных средств и пр.), которая представлена в данном документе, а также те вопросы и задания, которые могут быть доступны для обучающегося.

2 Перечень оценочных средств текущего контроля и форм промежуточной аттестации

Таблица А.1 – Перечень оценочных средств

№	Оценочные средства для текущего контроля	Разделы (темы) учебной дисциплины	Баллы	Проверяемые компетенции
1	Отчет по ЛР	Раздел 1. Темы ЛР: 1, 2	12x2	ОПК-1
		Раздел 1. Темы ЛР с 3 по 7	6x5	
		Раздел 2. Темы ЛР: 9, 10	9x2	
		Раздел 2. Темы ЛР: 8, 11, 12, 13	6x4	
2	Опрос	По всем темам	3x18	
Промежуточная аттестация				
	Дифференцированный зачет		-	
	ИТОГО		150	

3 Рекомендации к использованию оценочных средств

1) Опрос

Критерии оценки		Количество вариантов заданий
Количество правильных ответов		1
Полнота ответов		
Понимание излагаемого материала		

Вопросы к экспресс-опросу

Раздел 1. Системы вычислительной математики, теория погрешностей, численные методы линейной и общей алгебры

1.1 Классификация и структура систем компьютерной математики

Вопрос 1. Современные средства компьютерной математики.

Вопрос 2. Дайте классификацию компьютерных математических систем.

Вопрос 3. Структура систем компьютерной математики.

Вопрос 4. Основные системы компьютерной математики.

Вопрос 5. Особенность численных методов по сравнению с аналитическими.

1.2 Основные понятия вычислительной математики

Вопрос 1. Дайте краткое пояснение назначения и сфер применения предмета вычислительной математики.

Вопрос 2. Объясните сущность понятия *обусловленность задачи*.

Вопрос 3. Прокомментируйте связь выбора вычислительного алгоритма с результатом вычислений.

- Вопрос 4. Что понимается под экономичностью вычислительного метода?
- Вопрос 5. В чем заключается сложность задачи численного дифференцирования?

1.3 Приближенные числа, работа с ними и погрешности

- Вопрос 1. Объясните правила записи приближенных чисел.
- Вопрос 2. Сформулируйте правила округления приближенных чисел.
- Вопрос 3. Объясните смысл абсолютной и относительной погрешности и способы их вычисления для функции одной переменной.
- Вопрос 4. Объясните смысл абсолютной и относительной погрешности и способы их вычисления для функции нескольких переменных.
- Вопрос 5. Сформулируйте правила вычисления абсолютной и относительной погрешностей для суммы и разности приближенных чисел.
- Вопрос 6. Сформулируйте правила вычисления абсолютной и относительной погрешностей для произведения и частного приближенных чисел.

1.4. Погрешности машинной арифметики

- Вопрос 1. Сформулируйте источники погрешности решения задачи на ЭВМ.
- Вопрос 2. Объясните представление целых и вещественных чисел в компьютере.
- Вопрос 3. Погрешность представления целых и вещественных чисел.
- Вопрос 4. Диапазон представления чисел в машине. Переполнение, антипереполнение.
- Вопрос 5. Особенности машинной арифметики над числами с плавающей точкой.

1.5 Численные методы решения нелинейных уравнений

- Вопрос 1. Сформулируйте постановку задачи приближенного решения нелинейного уравнения и основные этапы ее решения.
- Вопрос 2. Докажите оценку погрешности метода дихотомии.
- Вопрос 3. Запишите расчетную формулу метода Ньютона и дайте геометрическую интерпретацию метода.
- Вопрос 4. Что такое итерационная функция?
- Вопрос 5. Выведите критерий окончания итераций для метода простой итерации из оценки погрешности.
- Вопрос 6. Можно ли найти кратный корень с помощью метода дихотомии?

1.6 Решение систем линейных уравнений (СЛАУ) прямыми методами

- Вопрос 1. Что такое прямые и итерационные методы.
- Вопрос 2. С какой целью применяют модификацию метода Гаусса - схему частичного выбора.
- Вопрос 3. Для каких систем уравнений применяют метод Холецкого.
- Вопрос 4. Запишите формулы для нахождения решения после приведения системы к виду.
- Вопрос 5. Сформулируйте алгоритм метода прогонки.

1.7 Решение СЛАУ итерационными методами

- Вопрос 1. Сформулируйте достаточное условие сходимости методов Якоби и метода Зейделя.
- Вопрос 2. Сформулируйте критерий окончания итераций в методе Якоби.
- Вопрос 3. Сформулируйте условия сходимости метода простой итерации и метода Зейделя для случая симметрических положительно определенных матриц.
- Вопрос 4. Из каких условий выбирается итерационный параметр в методе простой итерации.
- Вопрос 5. Сформулируйте алгоритм нахождения оптимального итерационного параметра в методе простой итерации.

1.8 Определение собственных значений и собственных векторов

- Вопрос 1. Постановка задачи.
- Вопрос 2. Устойчивость задачи на собственные значения.
- Вопрос 3. Степенной метод поиска максимальных собственных значений.
- Вопрос 4. Объясните алгоритм поиска собственных значений методом вращений Якоби.
- Вопрос 5. Особенности QR-алгоритма поиска собственных значений.

1.9 Матричные операции линейной алгебры, реализованные в MATLAB

- Вопрос 1. Приведите алгоритмы и операторы MATLAB, используемые для вычисления нормы и чисел обусловленности матрицы.
- Вопрос 2. Укажите операторы MATLAB, используемые для вычисления основных характеристик матрицы: определитель, ранг и норма матрицы.
- Вопрос 3. Объясните алгоритмы приведения матрицы к треугольной форме, реализованные в MATLAB.
- Вопрос 4. Дайте пояснение алгоритмам и операторам MATLAB, используемым для вычисления собственных значений и сингулярных чисел.
- Вопрос 5. Алгоритмы и операторы MATLAB, используемые для: обращения матриц, LU- и QR-разложения.

Раздел 2. Теория приближений, численные методы решения задач для обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ)

2.1 Решение систем нелинейных уравнений

- Вопрос 1. Объясните сущность метода простой итерации.
- Вопрос 2. В чём отличие метода Зейделя от метода простой итерации.
- Вопрос 3. Сформулируйте алгоритм решения систем нелинейных уравнений методом Ньютона-Рафсона.
- Вопрос 4. Сформулируйте критерии сходимости итерационных методов решения систем нелинейных уравнений.

2.2 Обработка данных. Формулировка задачи приближения функций

- Вопрос 1. Когда возникает необходимость в использовании интерполяционных методов?
- Вопрос 2. В чём сущность задачи интерполирования?
- Вопрос 3. Поясните смысл терминов: интерполяция, экстраполяция и аппроксимация.
- Вопрос 4. Как строится интерполяционный многочлен Лагранжа?
- Вопрос 5. Дайте определение понятий *разделенной разности нулевого и первого порядков*.
- Вопрос 6. Объясните принцип построения интерполяционного полинома Ньютона.
- Вопрос 7. В чем разница между глобальной и локальной разновидностями интерполяции?
- Вопрос 8. Что такое сплайн-интерполяция?

2.3 Обработка данных. Методы аппроксимации функций

- Вопрос 1. Дайте пояснение основных понятий теории приближения функций.
- Вопрос 2. Объясните постановку задачи сглаживания функций.
- Вопрос 3. Метод наименьших квадратов, наилучшее квадратичное приближение.
- Вопрос 4. Приведите примеры получения формул эмпирических зависимостей.
- Вопрос 5. Вычисление значений параметров среднеквадратичных приближений.

2.4 Численные методы вычисления определенных интегралов

- Вопрос 1. В каких случаях используются приближенные методы вычисления определенных интегралов?
- Вопрос 2. В чем сущность численного интегрирования?
- Вопрос 3. Какие квадратурные формулы вы знаете?
- Вопрос 4. Как выбирается шаг интегрирования?
- Вопрос 5. На чем основан метод Монте-Карло?

2.5 Численное дифференцирование

- Вопрос 1. В каких случаях используются приближенные методы вычисления производных?
- Вопрос 2. В чем сущность численного дифференцирования?
- Вопрос 3. Плюсы и минусы численного дифференцирования с помощью интерполяции исходной функции полиномом.
- Вопрос 4. Поясните сущность численного дифференцирования методом конечных разностей?
- Вопрос 5. Методика Рунге оценки погрешности.

2.6 Методы численного решения обыкновенных дифференциальных уравнений

- Вопрос 1. Сформулируйте задачу Коши.
- Вопрос 2. Поясните сущность процедуры численного решения ОДУ.
- Вопрос 3. Перечислите рассмотренные в лекции одношаговые методы численного интегрирования.
- Вопрос 4. Сравните между собой явные и неявные методы численного интегрирования.
- Вопрос 5. Объясните процедуру методов численного решения ОДУ второго и более высокого порядка на примере метода Рунге-Кутты.

2.7 Решение обратных прикладных задач

- Вопрос 1. Прямые и обратные задачи.
- Вопрос 2. Приведите примеры прямых задач.
- Вопрос 3. Приведите примеры обратных задач.
- Вопрос 4. В чем состоит специфика обратных задач ?
- Вопрос 5. Перечислите прикладные области применения обратных задач.

2.8 Методы безусловной локальной оптимизации

- Вопрос 1. Сформулируйте постановку задачи одномерной оптимизации.
- Вопрос 2. Объясните сущность минимизации функции одной переменной методом золотого сечения.
- Вопрос 3. Приведите алгоритм поиска экстремума методом градиентного спуска.
- Вопрос 4. Поясните алгоритм поиска экстремума методом Ньютона.
- Вопрос 5. Назовите методы прямого поиска экстремума и поясните их сущность.

2.9 Методы условной локальной оптимизации

- Вопрос 1. Перечислите типы ограничений, встречающиеся при выполнении оптимизации?
- Вопрос 2. Объясните сущность метода внешнего штрафа.
- Вопрос 3. Приведите алгоритм применения метода модифицированных функций Лагранжа.
- Вопрос 4. Метод штрафов и оценка множителей Лагранжа.
- Вопрос 5. Предложите алгоритм поиска для решения задачи глобальной оптимизации.

2) Отчёт по лабораторной работе

Критерии оценки	Количество вариантов заданий
Лабораторная работа выполнена в полном объеме	1
Соблюдены требования по технике безопасности	
Правильно и аккуратно составлен отчет в соответствии с требованиями СТО 1.701-2010	
Студент грамотно формулирует ответы	
Свободно владеет материалом по изучаемой теме	

Приложение Б
(обязательное)

**Карта учебно-методического обеспечения
учебной дисциплины «Численные методы»**

Таблица Б.1 – Основная литература

Библиографическое описание издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
Печатные источники		
1 Бахвалов Н.С. Численные методы: учеб. пособие для вузов / МГУ им. М.В.Ломоносова. - 6-е изд. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. - 636 с.	24	
Бахвалов Н.С. Численные методы. Решения задач и упражнения: учеб. пособие для вузов / Н.С.Бахвалов, А.А.Корнев, Е.В.Чижонков. - М.: Дрофа, 2009. - 393 с.	2	
2 Кетков Ю.Л. Matlab 7. Программирование, численные методы/ Ю.Л.Кетков, А.Ю.Кетков, М.М.Шульц. - СПб.: БХВ-Петербург, 2005. - 737с.	3	
3 Вержбицкий В.М. Основы численных методов: учеб. для вузов. - 3-е изд., стер. - М.: Высшая школа, 2009 (2005, 2002). - 847 с.	24	
4 Волков Е.А. Численные методы: учеб. пособие / Е. А. Волков. - 3-е изд., испр. - СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2004. - 248 с.	26	
Волков Е.А. Численные методы: учеб. пособие для вузов / Е.А. Волков. - 5-е изд., стер. - СПб.: Лань, 2008 (2007). - 248, [1] с.	2	
5 Жгун Т.В. Теория погрешностей: метод. указ. [электронный ресурс] / НовГУ им. Ярослава Мудрого. - В. Новгород, 2013 - 25 с.		Режим доступа: https://novsu.biblio tech.ru/
Электронные ресурсы		
1 Русскоязычный образовательный сайт, предоставляющий услуги в освоении и эффективном использовании программного продукта MATLAB фирмы MathWorks. URL:		http://matlab.exponenta.ru
2 Сайт фирмы MathWorks одной из ведущих мировых компаний в области программного обеспечения компьютерной математики и САПР. URL:		http://www.mathworks.com/
3 Консультационный центр MATLAB: Раздел "MATLAB". URL:		www.matlab.ru/matlab/default.asp
4 Доступ к FTP-серверу фирмы MathWorks с учебными материалами. URL:		ftp.mathworks.com/matlab

Таблица Б.2 –Дополнительная литература

Библиографическое описание издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
Печатные источники		
1 Самарский А.А. Введение в численные методы: учеб. пособие для вузов / МГУ им. М.В.Ломоносова. - 3-е изд., стер. - СПб.: Лань, 2005. - 288с.	1	
2 Рашиков В.И. Численные методы решения физических задач: учеб. пособие. - СПб.: Лань, 2005. - 204 с.	10	
Электронные ресурсы		
2		

Таблица Б.3 – Информационное обеспечение

Наименование ресурса	Договор	Срок договора
Профессиональные базы данных		
База данных электронной библиотечной системы вуза «Электронный читальный зал-БиблиоТех» https://www.novsu.ru/dept/1114/bibliotech/	Договор № БТ-46/11 от 17.12.2014	бессрочный
Электронный каталог научной библиотеки http://mars.novsu.ac.ru/MarcWeb/	База собственной генерации	бессрочный
База данных «Аналитика» (картотека статей) http://mars.novsu.ac.ru/MarcWeb/	База собственной генерации	бессрочный
База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU https://elibrary.ru/	в открытом доступе	-
Национальная подписка в рамках проекта Министерства образования и науки РФ (Госзадание № 4/2017 г.) к наукометрическим БД Scopus и Web of Science https://www.webofscience.com/wos/woscc/basic-search https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic#basic	регистрация (территория вуза)	2022
База данных электронно-библиотечной системы «Национальная электронная библиотека» https://нэб.рф	в открытом доступе	-
Информационные справочные системы		
Университетская информационная система «РОССИЯ» https://uisrussia.msu.ru	в открытом доступе	-
Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» https://openedu.ru	в открытом доступе	-
Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии http://protect.gost.ru/	в открытом доступе	-

Зав. кафедрой  Б.И.Селезнев

« 26 » 12 20 18 г.

Приложение В
(обязательное)

**Лист актуализации рабочей программы
учебной дисциплины «Численные методы»**

Рабочая программа актуализирована на 20~~20~~/20~~21~~ учебный год.
 Протокол № 13 заседания кафедры от « 02 » 06 20~~20~~ г.
 Разработчик: Петров М.Н.
 Зав. кафедрой Селезнев Б.И.

Рабочая программа актуализирована на 20~~21~~/20~~22~~ учебный год.
 Протокол № 7 заседания кафедры от « 10 » 02 20~~21~~ г.
 Разработчик: Петров М.Н.
 Зав. кафедрой Селезнев Б.И.

Рабочая программа актуализирована на 20__ /20__ учебный год.
 Протокол № __ заседания кафедры от « __ » __ 20__ г.
 Разработчик: _____
 Зав. кафедрой _____

Таблица В.1 – Перечень изменений, внесенных в рабочую программу:

Номер изменения	№ и дата протокола заседания кафедры	Содержание изменений	Зав. кафедрой	Подпись
<u>1</u>	<u>Протокол</u> <u>№13 от 02.06.2020</u>	<u>Обновления и актуа-</u> <u>лизация таблицы</u> <u>в п. 7.2</u>	<u>Селезнев Б.И.</u>	<u>Б.И.</u>
<u>2</u>	<u>Протокол №7</u> <u>от 10.02.2021</u>	<u>Обновления и актуа-</u> <u>лизация таблицы</u> <u>в п. 7.2</u>	<u>Селезнев Б.И.</u>	<u>Б.И.</u>

Содержание изменений:

1 Актуализировать п. 7.2 Материально-техническое обеспечение

Таблица - Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

№	Требование к материально-техническому обеспечению согласно ФГОС ВО	Наличие материально-технического оборудования	
1.	Учебные аудитории для проведения учебных занятий	аудитория для проведения лекционных и/или практических занятий: учебная мебель (столы, стулья, доска)	
		компьютерный класс с выходом в Интернет, в том числе для проведения практических занятий	
		помещения для самостоятельной работы (наличие компьютера , выход в Интернет)	
2.	Мультимедийное оборудование	ПК IBM ATX Inwia S500 с подключением к сети «Интернет», монитор 17/КК/м, проектор Epson EMP-X5, экран подвесной (800x600)	
3.	Программное обеспечение		
Наименование программного продукта		Обоснование для использования (лицензия, договор, счёт, акт или иное)	Дата выдачи
Microsoft Windows 7 Professional		Dreamspark (Imagine) № 370aef61-476a-4b9f-bd7c-84bb13374212	30.04.2015
Microsoft Windows 10 for Educational Use		Dreamspark (Imagine) № 370aef61-476a-4b9f-bd7c-84bb13374212	30.04.2015
Microsoft Office 2013 Standard		Open License № 62018256	31.07.2016
Microsoft Imagine (Microsoft Azure Dev Tools for Teaching) Standard		Договор №243/ю, 370aef61-476a-4b9f-bd7c-84bb13374212	19.12.2018
Kaspersky Endpoint Security Standard*		Лицензия № 1C1C1909170834236571324	17.09.2019
Антиплагиат. Вуз.*		Договор №3341/12/ЕП(У)21-ВБ	10.02.2020
Подписка Microsoft Office 365		свободно распространяемое для вузов	-
Adobe Acrobat		свободно распространяемое	-
Teams		свободно распространяемое	-
Skype		свободно распространяемое	-
Zoom		свободно распространяемое	-

* отечественное производство

2 Актуализировать п. 7.2 Материально-техническое обеспечение

Таблица - Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Приложение 1. Материально-техническое обеспечение учебной деятельности			
№	Требование к материально-техническому обеспечению согласно ФГОС ВО	Наличие материально-технического оборудования	
1.	Учебные аудитории для проведения учебных занятий	аудитория для проведения лекционных и/или практических занятий: учебная мебель (столы, стулья, доска)	
		компьютерный класс с выходом в Интернет, в том числе для проведения практических занятий	
		помещения для самостоятельной работы (наличие компьютера , выход в Интернет)	
2.	Мультимедийное оборудование	ПК IBM ATX Inwia S500 с подключением к сети «Интернет», монитор 17/КК/м, проектор Epson EMP-X5, экран подвесной (800х600)	
3.	Программное обеспечение		
Наименование программного продукта		Обоснование для использования (лицензия, договор, счёт, акт или иное)	Дата выдачи
Microsoft Windows 7 Professional		Dreamspark (Imagine) № 370aef61-476a-4b9f-bd7c-84bb13374212	30.04.2015
Microsoft Windows 10 for Educational Use		Dreamspark (Imagine)	30.04.2015

	№ 370aef61-476a-4b9f-bd7c-84bb13374212	
Microsoft Office 2013 Standard	Open License № 62018256	31.07.2016
Microsoft Imagine (Microsoft Azure Dev Tools for Teaching) Standard	Договор №243/ю, 370aef61-476a-4b9f-bd7c-84bb13374212	19.12.2018
ABBYY FineReader PDF 15 Business. Версия для скачивания (годовая лицензия с академической скидкой)*	Договор №191/Ю	16.11.2020
Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 500-999. Node 1 year Educational Renewal License *	Договор №148/ЕП(У)20-ВБ, 1C1C-200914-092322-497-674	11.09.2020
Антиплагиат. Вуз.*	Договор №3341/12/ЕП(У)21-ВБ	29.01.2021
Подписка Microsoft Office 365	свободно распространяемое для вузов	-
Adobe Acrobat	свободно распространяемое	-
Teams	свободно распространяемое	-
Skype	свободно распространяемое	-
Zoom	свободно распространяемое	-

* отечественное производство