

Министерство образования и науки 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



ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ

Учебный модуль по направлению подготовки
11.03.04 - Электроника и нанoeлектроника
Профиль – Микроэлектроника и твердотельная электроника

Рабочая программа

СОГЛАСОВАНО

Начальник учебного отдела

 О.Б. Широколобова

«30» 05 2017 г.

Разработал

Профессор КФТТМ

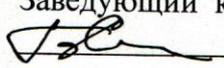
 М.Н. Петров

«18» 05 2017 г.

Принято на заседании КФТТМ

Протокол № 10 от 22.05.2017 г.

Заведующий кафедрой, проф.

 Б.И. Селезнев

1 Цели и задачи учебного модуля

Целью учебного модуля (УМ) «Численные методы» является 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.

Основными задачами УМ являются:

- 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.

Ведущая идея учебного модуля:

- численные методы широко используются при решении задач, возникающих при обработке экспериментальных данных;
- численные методы являются основой современных специализированных программных средств, предназначенных для имитационного и математического моделирования и проектирования (САПР) изделий электронной техники.

2 Место учебного модуля в структуре ОП направления подготовки

Учебный модуль «Численные методы» входит в блок 1, модули по выбору учебного плана подготовки бакалавров по направлению 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника» и изучается на 2-м курсе. Изучение УМ базируется на знаниях, полученных студентами при изучении учебных модулей «Математика» и «Информационные технологии, инженерная и компьютерная графика», преподаваемых в 1÷3 семестрах направления подготовки 11.03.04.

В результате изучения предшествующих модулей и для изучения УМ «Численные методы», обучающиеся должны:

знать:

- основные понятия и методы математического анализа, линейной алгебры, дискретной математики, теории дифференциальных уравнений и элементов теории уравнений математической физики, теории вероятностей и математической статистики, математических методов решения профессиональных задач;

уметь:

- проводить анализ функций, применять математические методы при решении типовых профессиональных задач;

владеть:

– методами решений дифференциальных и алгебраических уравнений, дифференциального и интегрального исчисления, теории вероятностей и математической логики.

Базовые знания, полученные при изучении УМ «Численные методы», используются при освоении дисциплин ОП направления подготовки 11.03.04, связанных с обработкой информации и моделированием на разных иерархических уровнях проектирования современных микросхем:

- Квантовая и оптическая электроника;
- Элементная база сверхбольших интегральных схем;
- Проектирование цифровых устройств;
- Процессы микро- и нанотехнологии;
- Математическое моделирование полупроводниковых приборов и ИМС.

3 Требования к результатам освоения учебного модуля

Процесс изучения УМ направлен на формирование компетенций:

- ОПК-2 способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат;
- ПК-1 способность строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования.

В результате изучения учебного модуля «Численные методы» студент должен знать, уметь, владеть:

Код компетенции	Уровень освоения компетенции	Знать	Уметь	Владеть
ОПК-2	базовый	методы и алгоритмы вычислительной математики	проводить анализ погрешности численного результата; аргументировано выбирать численные методы решения прикладных задач	
ПК-1	базовый			методами построения математических моделей типовых профессиональных задач и численными методами их решения

4 Структура и содержание учебного модуля

4.1 Трудоемкость учебного модуля

В структуре УМ выделены следующие учебные элементы модуля (УЭМ) в качестве самостоятельных разделов:

– УЭМ1 Системы вычислительной математики, теория погрешностей, численные методы линейной и общей алгебры.

– УЭМ2 Теория приближений, численные методы решения задач для обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ).

Учебная работа (УР)	Распределение по семестрам	Коды формируемых компетенций
	4 семестр	
Трудоемкость модуля в зачетных единицах (ЗЕ)	6	
Распределение трудоемкости по видам УР в академических часах (АЧ):	216	
1) УЭМ1 Системы вычислительной математики, теория погрешностей, численные методы линейной и общей алгебры		
- лекции	18	ОПК-2, ПК-1
- лабораторные работы	27	
- в т.ч. аудиторная СРС	9	
- внеаудиторная СРС	45	
2) УЭМ2 Теория приближений, численные методы решения задач для обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ)		
- лекции	18	ОПК-2, ПК-1
- лабораторные работы	27	
- в т.ч. аудиторная СРС	9	
- внеаудиторная СРС	45	
Аттестация:		
- экзамен	36	

4.2 Содержание и структура разделов учебного модуля

УЭМ1 Системы вычислительной математики, теория погрешностей, численные методы линейной и общей алгебры.

1.1 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.

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.

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. Значащие цифры. Число верных знаков приближенного числа. Правила округления. Связь относительной погрешности приближенного числа с количеством верных знаков этого числа. Неустранимые погрешности, погрешность суммы, разности, произведения, частного. Потеря точности при вычитании. Относительная погрешность степени и корня. Погрешность общей функциональной зависимости. Обратная задача теории погрешностей.

1.4 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.

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.

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.

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.

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.

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.

УЭМ2 Теория приближений, численные методы решения задач для обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ).

2.1 Решение систем нелинейных уравнений. Системы нелинейных уравнений. Метод простой итерации. Метод Зейделя. Метод Ньютона-Рафсона. Способы контроля сходимости итерационных методов решения нелинейных систем

2.2 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.

2.3 Обработка данных. Методы аппроксимации функций. Постановка задачи сглаживания функций. Метод наименьших квадратов. Получение формул эмпирических зависимостей. Примеры.

2.4 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.

2.5 Численные методы дифференцирования. Сущность численных методов дифференцирования. Дифференцирование путем интерполяции полиномом. Дифференцирование методом конечных разностей. Оценка погрешности и уточнение формул численного дифференцирования (метод Рунге).

2.6 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.

2.7 Решение обратных прикладных задач. Введение. Прямые и обратные задачи. Примеры прямых задач. Примеры обратных задач. Две схемы измерений и обработки. Контрольные задания и вопросы.

2.8 Методы безусловной локальной оптимизации. Постановка задачи безусловной оптимизации. Общая структура методов локального поиска, принцип локального спуска. Алгоритмы одномерной оптимизации для определения стратегии выбора шагового 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.

2.9 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.

Календарный план, наименование разделов учебного модуля с указанием трудоемкости по видам учебной работы представлены в технологической карте учебного модуля (приложение Б).

4.3 Лабораторный практикум

Номер раздела УМ	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ак. час
1.1	Алгоритмизация вычислительных процессов с использованием интегрированного пакета MATLAB	3
1.2	Использование графики в MATLAB	3
1.3	Действия над приближенными величинами	3
1.4	Методы локализации корней уравнений с одной переменной	3
1.5	Численные методы определения корней уравнений с одной переменной	3
1.6	Знакомство с операциями над векторами и матрицами в MATLAB	3
1.7	Решение систем линейных алгебраических уравнений	3
1.8	Определение собственных значений	3
1.9	Решение систем нелинейных уравнений	3
2.1	Приближение функций. Методы интерполяции.	3
2.2	Приближение функций. Методы аппроксимации	3
2.3	Численное интегрирование	3
2.4	Вычисление кратных интегралов методом Монте-Карло	3
2.5	Численное дифференцирование	3
2.6	Методы численного решения обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ)	3
2.7	Решение обратных прикладных задач с помощью MATLAB на примере реконструкция смазанных и зашумленных изображений	3
2.8	Методы условной оптимизации	3
2.9	Методы безусловной оптимизации	3

4.4 Организация изучения учебного модуля

Методические рекомендации по организации изучения УМ с учетом использования в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения учебных занятий даются в приложении А.

5 Контроль и оценка качества освоения учебного модуля

Контроль качества освоения студентами УМ и его составляющих осуществляется непрерывно в течение всего периода обучения с использованием балльно-рейтинговой системы (БРС), являющейся обязательной к использованию всеми структурными подразделениями университета.

Для оценки качества освоения модуля используются формы контроля: текущий – регулярно в течение всего семестра, рубежный (после освоения каждого УЭМ) и семестровый (экзамен) – по окончании изучения УМ.

Рубежная аттестация на 9 неделе проводится по результатам рубежного контроля по УЭМ1. Пороговому уровню соответствует 62 балла, максимальное количество баллов – 125.

Рубежный контроль по УЭМ2 проходит на 18 неделе. Пороговому уровню соответствует 63 балла, максимальное количество баллов – 125.

Максимальное количество баллов, получаемое на экзамене – 50. Максимальное количество баллов по учебному модулю – 300.

Содержание видов контроля и их график отражены в технологической карте учебного модуля (приложение Б).

Оценка качества освоения учебного модуля осуществляется с использованием фонда оценочных средств, разработанного для данного модуля, по всем формам контроля в соответствии с Положением «Об организации учебного процесса по основным образовательным программам высшего профессионального образования» и Положением «О фонде оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации студентов и итоговой аттестации выпускников».

В качестве оценочных средств на протяжении семестра используются: лабораторные работы, опрос, экзамен.

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение

Учебно-методическое и информационное обеспечение учебного модуля представлено Картой учебно-методического обеспечения (приложение Г).

7 Материально-техническое обеспечение учебного модуля

Для осуществления образовательного процесса по модулю используется лекционная аудитория, оборудованная мультимедийными средствами, а также вычислительный класс с лицензионным программным пакетом MATLAB.

Приложения (обязательные):

А – Методические рекомендации по организации изучения учебного модуля

Б – Технологическая карта

В – Паспорт компетенций

Г – Карта учебно-методического обеспечения УМ

Приложение А
(обязательное)

**Методические рекомендации по организации изучения учебного модуля
«Численные методы»**

Учебный модуль «Численные методы» разделен на два учебных элемента модуля (УЭМ): «Системы вычислительной математики, теория погрешностей, численные методы линейной и общей алгебры», «Теория приближений, численные методы решения задач для обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ)». Каждый из УЭМ состоит из взаимосвязанных разделов, по которым предусмотрены лекционные и лабораторные занятия. Первый учебный элемент посвящен изучению численных алгоритмов и программной реализации методов линейной и общей алгебры. Второй УЭМ - включает занятия, направленные на знакомство студентов с теорией приближения табличных данных и сложных функциональных зависимостей интерполяционными и аппроксимационными зависимостями.

В таблице А.1 отражены разделы модуля, технологии и формы проведения занятий, задания по самостоятельной работе студентам и ссылки на необходимую литературу.

А.1 Методические рекомендации по теоретической части учебного модуля

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

Основное содержание теоретической части излагается преподавателем на лекционных занятиях, а также усваивается студентом при знакомстве с дополнительной литературой, которая предназначена для более глубокого овладения знаниями основных дидактических единиц соответствующего раздела и указана в таблице А.1.

Как правило, в начале лекции проводится опрос (не более 20 мин.) для экспресс-оценки уровня усвоения теоретического материала студентами. Опрос состоит из набора вопросов, например:

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

Таблица А.1 - Организация изучения учебного модуля «Численные методы»

Раздел модуля	Технология и форма проведения занятий	Задания на СРС	Дополнительная литература и интернет-ресурсы
УЭМ1 Системы вычислительной математики, теория погрешностей, численные методы линейной и общей алгебры			
1.1 Введение. Классификация и структура систем компьютерной математики.	– вводная лекция – проведение лабораторной работы	– ознакомление по метод. указаниям с ЛР (имеются в лаборатории) – изучение литературы по теме	Дьяконов В.П. Энциклопедия компьютерной алгебры. - М.: ДМ К Пресс. 2009 - 1264 с.
1.2 Основные понятия вычислительной математики	– информационная лекция – проведение лабораторной работы	– подготовиться к опросу – подготовиться к выполнению ЛР	Дьяконов В.П. Энциклопедия компьютерной алгебры. - М.: ДМ К Пресс. 2009 - 1264 с.
1.3 Теория погрешностей	– информационная лекция – опрос – проведение лабораторной работы	– подготовиться к опросу – подготовиться к выполнению и защите лаб. работы	Самарский А.А. Введение в численные методы: учеб. пособие для вузов / МГУ им. М.В.Ломоносова. - 3-е изд., стер. - СПб.: Лань, 2005. - 288с.
1.4 Погрешности машинной арифметики	– информационная лекция – опрос – проведение лабораторной работы	– выполнить и защитить лабораторные работы – подготовиться к опросу	Дьяконов В.П. Энциклопедия компьютерной алгебры. - М.: ДМ К Пресс. 2009 - 1264 с.
1.5 Численные методы решения нелинейных уравнений	– информационная лекция – опрос – проведение лабораторной работы	– подготовиться к опросу – подготовиться к выполнению и защите лаб. работы	Самарский А.А. Введение в численные методы: учеб. пособие для вузов / МГУ им. М.В.Ломоносова. - 3-е изд., стер. - СПб.: Лань, 2005. - 288с.

Раздел модуля	Технология и форма проведения занятий	Задания на СРС	Дополнительная литература и интернет-ресурсы
1.6 Решение систем линейных уравнений (СЛАУ) прямыми методами	<ul style="list-style-type: none"> – информационная лекция – опрос – проведение лабораторной работы 	<ul style="list-style-type: none"> – подготовиться к опросу – подготовиться к выполнению и защите лаб. работы 	Дьяконов В.П. Энциклопедия компьютерной алгебры. - М.: ДМ К Пресс. 2009 - 1264 с.
1.7 Решение СЛАУ итерационными методами	<ul style="list-style-type: none"> – информационная лекция – опрос – проведение лабораторной работы 	<ul style="list-style-type: none"> – подготовиться к опросу – подготовиться к выполнению и защите лаб. работы 	Дьяконов В.П. Энциклопедия компьютерной алгебры. - М.: ДМ К Пресс. 2009 - 1264 с.
1.8 Определение собственных значений и собственных векторов	<ul style="list-style-type: none"> – информационная лекция – опрос – проведение лабораторной работы 	<ul style="list-style-type: none"> – подготовиться к опросу – подготовиться к выполнению и защите лаб. работы 	Рашиков В.И. Численные методы решения физических задач: учеб. пособие. - СПб.: Лань, 2005. – 204 с.
1.9 Матричные операции линейной алгебры реализованные в MATLAB	<ul style="list-style-type: none"> – информационная лекция – опрос – проведение лабораторной работы 	<ul style="list-style-type: none"> – подготовиться к выполнению и защите лаб. работы 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Лазарев Ю. Ф. Начала программирования в среде MatLAB: Учебное пособие. - К.: НТУУ "КПИ", 2003. - 424 с. 2. Кетков Ю.Л. MATLAB 7: программирование, численные методы / Ю.Л.Кетков, А. Ю.Кетков, М. М.Шульц. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 752 с.

Раздел модуля	Технология и форма проведения занятий	Задания на СРС	Дополнительная литература и интернет-ресурсы
УЭМ2 Теория приближений, численные методы решения задач для обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ)			
2.1 Решение систем нелинейных уравнений	– информационная лекция – проведение лабораторной работы	– подготовиться к выполнению и защите лаб. работы – изучение литературы по теме	Кетков Ю.Л. MATLAB 7: программирование, численные методы / Ю.Л.Кетков, А. Ю.Кетков, М. М.Шульц. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 752 с.
2.2 Обработка данных. Формулировка задачи приближения функций	– информационная лекция – проведение лабораторной работы	– подготовиться к выполнению и защите лаб. работы – подготовиться к опросу	1. Волков Е.А. Численные методы: учеб. пособие. - 3-е изд., испр. - СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2004, 2007 - 248с.
2.3 Обработка данных. Методы аппроксимации функций	– информационная лекция – опрос – проведение лабораторной работы	– подготовиться к выполнению и защите лаб. работы – подготовиться к опросу	Волков Е.А. Численные методы: учеб. пособие. - 3-е изд., испр. - СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2004, 2007 - 248с.
2.4 Численные методы вычисления определенных интегралов	– информационная лекция – опрос – проведение лабораторной работы	– подготовиться к выполнению и защите лаб. работы – подготовиться к опросу	Кетков Ю. Л. Кетков Ю.Л. MATLAB 7: программирование, численные методы / Ю.Л.Кетков, А. Ю.Кетков, М. М.Шульц. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 752 с.
2.5 Численные методы дифференцирования	– информационная лекция – опрос – проведение лабораторной работы	– подготовиться к выполнению и защите лаб. работы – подготовиться к опросу	1. Лазарев Ю. Ф. Начала программирования в среде MatLAB: Учебное пособие. - К.: НТУУ "КПИ", 2003. - 424 с.

Раздел модуля	Технология и форма проведения занятий	Задания на СРС	Дополнительная литература и интернет-ресурсы
2.6 Методы численного решения обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка	<ul style="list-style-type: none"> – информационная лекция – опрос – проведение лабораторной работы 	<ul style="list-style-type: none"> – подготовиться к выполнению и защите лаб. работы – подготовиться к опросу 	Волков Е.А. Численные методы: учеб. пособие. - 3-е изд., испр. - СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2004, 2007 - 248с.
2.7 Решение обратных прикладных задач	<ul style="list-style-type: none"> – информационная лекция – опрос – проведение лабораторной работы 	<ul style="list-style-type: none"> – подготовиться к выполнению и защите лаб. работы – подготовиться к опросу 	Самарский А.А. Численные методы / А.А.Самарский, А.В.Гулин. – М.: Наука, 1989.
2.8 Методы безусловной локальной оптимизации	<ul style="list-style-type: none"> – информационная лекция – опрос – проведение лабораторной работы 	<ul style="list-style-type: none"> – подготовиться к выполнению и защите лаб. работы – подготовиться к опросу 	Волков Е.А. Численные методы: учеб. пособие. - 3-е изд., испр. - СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2004, 2007 - 248с.
2.9 Методы условной локальной оптимизации	<ul style="list-style-type: none"> – информационная лекция – опрос – проведение ЛР 	<ul style="list-style-type: none"> – подготовиться к выполнению и защите лаб. работы 	Самарский А.А. Введение в численные методы : учеб. пособие для вузов / МГУ им.М.В.Ломоносова. - 3-е изд., стер. - СПб.: Лань, 2005. – 288 с.

А.2 Методические рекомендации по проведению лабораторных работ

При проведении лабораторного практикума студенты самостоятельно выполняют лабораторные работы, получая необходимые консультации у преподавателя. Занятия строятся следующим образом.

Первое занятие:

- проводится инструктаж по технике безопасности;
- студенты разбиваются на группы для выполнения ЛР;
- студенты знакомятся с порядком выполнения, защиты ЛР, правилами оформления отчета (в соответствии с СТО 1.701-2010. Текстовые документы. Общие требования к построению и оформлению);
- студентам указывается число баллов, которое можно набрать при выполнении лабораторного практикума;
- студенты выполняют первую лабораторную работу.

На втором и последующих занятиях:

- проводится защита выполненной лабораторной работы;
- выполняются последующие работы.

Без защиты лабораторных работ допускается выполнить только две работы.

По результатам защит студентам начисляются баллы. Максимальное количество баллов за выполнение и защиту одной лабораторной работы – 10 баллов.

Лабораторный практикум считается выполненным, если студент выполнил и защитил все лабораторные работы, набрав при этом минимально необходимую сумму баллов (90 баллов). Перечень ЛР указан в разделе 4.3 настоящей рабочей программы.

Для выполнения лабораторного практикума по УМ студенты должны пользоваться методическими указаниями: Петров М.Н. Методические указания к практическим занятиям по численным методам / НовГУ им. Ярослава Мудрого. – В. Новгород, 2013.

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

Лабораторные занятия в рамках УЭМ1 строятся следующим образом:

- 30% аудиторного времени отводится на знакомство с решением типовой задачи, представленной в лабораторной работе;
- 50% аудиторного времени – самостоятельное решение задач студентами на базе рассмотренных в типовой задаче алгоритмов с использованием языка программирования MATLAB;
- 20% аудиторного времени в конце текущего занятия – самостоятельное решение задач специализированными средствами MATLAB.

Лабораторные занятия в рамках УЭМ2 строятся аналогичным образом:

- 30% аудиторного времени отводится на знакомство с решением типовой задачи, представленной в лабораторной работе;
- 50% аудиторного времени – самостоятельное решение задач студентами на базе рассмотренных в типовой задаче алгоритмов с использованием языка программирования MATLAB;

- 20% аудиторного времени в конце текущего занятия – самостоятельное решение задач специализированными средствами MATLAB.

А.3 Методические рекомендации по самостоятельной работе студентов

Для подготовки к опросу, экзамену рекомендуется пользоваться основной и дополнительной учебно-методической литературой, представленной в таблице А.1 и в карте учебно-методического обеспечения (приложение В).

Вопросы для самостоятельной подготовки к экзамену УМ «Численные методы».

1. Назначение и сферы применения предмета вычислительной математики.
2. Численное решение ОДУ методом Адамса.
3. Источники погрешности решения задачи на ЭВМ.
4. Одношаговые конечно-разностные методы решения задачи Коши.
5. Абсолютная и относительная погрешность вычисления функции нескольких переменных.
6. Численное интегрирование методами прямоугольников и трапеций.
7. Абсолютная и относительная погрешность вычисления произведения и частного приближенных чисел.
8. Численное решение ОДУ методом Рунге-Кутты.
9. Постановка задачи приближенного решения нелинейного уравнения.
10. Решение ОДУ методами Эйлера и модифицированным методом Эйлера.
11. Решение нелинейных уравнений методом Ньютона.
12. Численное интегрирование методом Монте-Карло.
13. Решение нелинейных уравнений методом простой итерации.
14. Одношаговые численные методы решения ОДУ.
15. Прямые и итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений.
16. Сущность процедуры численного решения ОДУ.
17. Решение СЛАУ методом Гаусса.
18. Численное интегрирование методом Симпсона.
19. Решение СЛАУ методом простой итерации.
20. Методы решения полной проблемы собственных значений.
21. Решение СЛАУ методами Метод Якоби и Зейделя.
22. Интерполяция функций с помощью интерполяционного полинома Лагранжа.
23. Решение систем нелинейных уравнений методом Ньютона-Рафсона.
24. Области применения задачи приближения функций.
25. Выбор вычислительного метода с точки зрения экономичности.
26. Методы учета ограничений при выполнении процедуры оптимизации.
27. Итерационные методы определения собственных чисел и собственных векторов матрицы.
28. Интерполяция функций многочленами.
29. Вычисление собственных векторов методом Данилевского.
30. Аппроксимация функций методом наименьших квадратов.
31. Определение собственных значений и собственных векторов.

32. Методы построения формул численного дифференцирования повышенной точности.
33. Численные методы линейной алгебры. Нормы и обусловленности матриц.
34. Методы поиска минимума функций одной переменной.
35. Корректность и устойчивость вычислительной задачи.
36. Методы поиска минимума функций нескольких переменных.
37. Современные средства компьютерной математики. Классификация компьютерных математических систем.
38. Поиск экстремума функций методом наискорейшего спуска.

Пример экзаменационного билета по УМ «Численные методы»

Министерство образования и науки РФ
ФГБОУ ВО «Новгородский государственный университет
им. Ярослава Мудрого»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ

Учебный модуль «Численные методы»

кафедра ФТТМ

1. Абсолютная и относительная погрешность вычисления произведения и частного приближенных чисел.

2. Численное решение ОДУ методом Рунге-Кутты.

3. Задача.

Решить методом половинного деления уравнение

$$\ln(x) + (x+1)^3 = 0$$

с точностью 0,01.

Зав. КФТТМ _____ Б.И.Селезнев

Приложение Б
(обязательное)

Технологическая карта
учебного модуля «Численные методы»

семестр – 4, ЗЕ – 6, вид аттестации – экзамен, акад. часов – 216, баллов рейтинга – 300

№ и наименование раздела учебного модуля, КП/КР	№ недели сем.	Трудоемкость, ак. час					СРС	Форма текущего контроля успеваемости (в соответствии с паспортом ФОС)	Максим. кол-во баллов рейтинга
		Аудиторные занятия							
		ЛЕК	ПЗ	ЛР	АСРС				
УЭМ1 Системы вычислительной математики, теория погрешностей, численные методы линейной и общей алгебры	1-9	18		27	9	45		125	
1.1 Введение. Классификация и структура систем компьютерной математики.	1	2		3	1	5	выполнение и защита ЛР	10	
1.2 Основные понятия вычислительной математики	2	3		3	1	5	выполнение и защита ЛР	10	
1.3 Теория погрешностей	3	2		3	1	5	выполнение и защита ЛР	10	
							опрос	5	
1.4 Погрешности машинной арифметики	4	2		3	1	5	выполнение и защита ЛР	10	
							опрос	5	
1.5 Численные методы решения нелинейных уравнений	5	2		3	1	5	выполнение и защита ЛР	10	
							опрос	5	
1.6 Решение систем линейных уравнений (СЛАУ) прямыми методами	6	2		3	1	5	выполнение и защита ЛР	10	
							опрос	5	
1.7 Решение СЛАУ итерационными методами	7	2		3	1	5	выполнение и защита ЛР	10	
							опрос	5	
1.8 Определение собственных значений и собственных векторов	8	2		3	1	5	выполнение и защита ЛР	10	
							опрос	5	
1.9 Матричные операции линейной алгебры реализованные в MATLAB	9	2		3	1	5	выполнение и защита ЛР	10	
							опрос	5	
Рубежный контроль по УЭМ1	9	по результатам текущего контроля							
Рубежная аттестация – не менее 62 балла из 125									

№ и наименование раздела учебного модуля, КП/КР	№ недели сем.	Трудоемкость, ак. час					СРС	Форма текущего контроля успеваемости (в соответствии с паспортом ФОС)	Максим. кол-во баллов рейтинга
		Аудиторные занятия							
		ЛЕК	ПЗ	ЛР	АСРС				
УЭМ2 Теория приближений, численные методы решения задач для обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ)	10-18	18		27	9	45		125	
2.1 Решение систем нелинейных уравнений	10	2		3	1	5	выполнение и защита ЛР	10	
2.2 Обработка данных. Формулировка задачи приближения функций	11	2		3	1	5	выполнение и защита ЛР	10	
2.3 Обработка данных. Методы аппроксимации функций	12	2		3	1	5	выполнение и защита ЛР	10	
							опрос	5	
2.4 Численные методы вычисления определенных интегралов	13	2		3	1	5	выполнение и защита ЛР	10	
							опрос	5	
2.5 Численные методы дифференцирования	14	2		3	1	5	выполнение и защита ЛР	10	
							опрос	5	
2.6 Методы численного решения обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка	15	2		3	1	5	выполнение и защита ЛР	10	
							опрос	5	
2.7 Решение обратных прикладных задач	16	2		3	1	5	выполнение и защита ЛР	10	
							опрос	5	
2.8 Методы безусловной локальной оптимизации	17				1	5	выполнение и защита ЛР	10	
							опрос	5	
2.9 Методы условной локальной оптимизации	18	2		3	1	5	выполнение и защита ЛР	10	
							опрос	5	
Рубежный контроль по УЭМ2	18	не менее 63 балла из 125							
Экзамен						36		50	
Итого:		36	-	54	18	126		300	

Критерии оценки качества освоения студентами модуля:

- «удовлетворительно» – от 150 до 209 баллов
- «хорошо» – от 210 до 269 баллов
- «отлично» – от 270 до 300 баллов

Приложение В
(обязательное)
Паспорт компетенций

ОПК-2 Способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат

Уровни	Показатели	Оценочная шкала		
		удовлетворительно	хорошо	отлично
Базовый уровень	Знает методы и алгоритмы вычислительной математики	Плохо знает методы и алгоритмы вычислительной математики	Допускает неточности в знании методов и алгоритмов	Имеет хорошие знания о методах и алгоритмах вычислительной математики
	Умеет проводить анализ погрешности численного результата	Испытывает трудности при проведении анализа погрешности	Не всегда корректно проводит анализ погрешности	Достаточно хорошо и четко проводит анализ погрешности численного результата
	Умеет аргументировано выбирать численные методы решения прикладных задач	Испытывает трудности при выборе методов решения	Недостаточно уверенно справляется с задачей выбора методов решения	Четко и правильно справляется с задачей выбора методов решения прикладных задач

ПК-1 – Способность строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования

Уровни	Показатели	Оценочная шкала		
		удовлетворительно	хорошо	отлично
Базовый уровень	Владеет методами построения математических моделей типовых профессиональных задач и численными методами их решения	Слабо владеет методами построения математических моделей типовых профессиональных задач и численными методами их решения	Недостаточно уверенно владеет методами построения математических моделей	Достаточно уверенно владеет методами построения математических моделей типовых профессиональных задач и численными методами их решения

Приложение Г

(обязательное)

Карта учебно-методического обеспечения

Учебного модуля «**Численные методы**»

Направление (специальность) 11.03.04 - Электроника и наноэлектроника

Формы обучения очная

Курс 2 Семестр 4

Часов: всего 216, лекций 36, практ. зан. -, лаб. раб. 54, СРС 126 (в т.ч. 36 ч. – экзамен)

Обеспечивающая кафедра ФТТМ

Таблица Г.1- Обеспечение учебного модуля учебными изданиями

Библиографическое описание издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
Учебники и учебные пособия		
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	
2 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	
3 Кетков Ю.Л. Matlab 7.Программирование, численные методы/ Ю. Л.Кетков, А. Ю.Кетков, М. М.Шульц. - СПб.: БХВ-Петербург, 2005. - 737с.	3	
4 Вержбицкий В.М. Основы численных методов: учеб. для вузов. - 3-е изд., стер. - М.: Высшая школа, 2009 (2005, 2002). – 847 с.	24	
Учебно-методические издания		
1 Рабочая программа модуля с приложениями «Численные методы» /Авт.-сост. М.Н.Петров; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – В.Новгород, 2017. – 21 с.		
2 Петров М.Н. Методические указания к практическим занятиям по численным методам / НовГУ им. Ярослава Мудрого. – В.Новгород, 2013.		
3 Петров М.Н. Конспект лекций по численным методам / НовГУ им. Ярослава Мудрого. – В. Новгород, 2013.		

Таблица Г.2 – Информационное обеспечение учебного модуля

Название программного продукта, интернет-ресурса	Электронный адрес	Примечание
1 Жгун Т.В. Теория погрешностей: метод. указ. [электронный ресурс] / НовГУ им. Ярослава Мудрого. – В. Новгород, 2013 - 25 с.	https://novsu.bibliotech.ru/	
2 Русскоязычный образовательный сайт, предоставляющий услуги в освоении и эффективном использовании программного продукта MATLAB фирмы MathWorks.	http://matlab.exponenta.ru	
3 Сайт фирмы MathWorks одной из ведущих мировых компаний в области программного обеспечения компьютерной математики и САПРа.	http://www.mathworks.com/	
4 Консультационный центр MATLAB: Раздел "MATLAB".	www.matlab.ru/matlab/default.asp	
5 Доступ к FTP-серверу фирмы MathWorks с учебными материалами.	ftp.mathworks.com/matlab	

Таблица Г.3 – Дополнительная литература

Библиографическое описание издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библи. НовГУ	Наличие в ЭБС
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	

Действительно для учебного года _____ / _____

Зав. кафедрой _____ Б.И. Селезнев

_____ 20 ____ г.

СОГЛАСОВАНО

НБ НовГУ:

должность

подпись

расшифровка