

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Беспалов Владимир Александрович

Должность: Ректор

Дата подписания: 01.09.2023 15:01:41

Уникальный программный ключ:

ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f736d76c8f8bea882b8d602

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Национальный исследовательский университет

«Московский институт электронной техники»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

И.Г. Игнатова

202 1 г.

М.П.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Численные методы»

Направление подготовки – **11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»**

Направленность (профиль) – «Интегральная электроника и наноэлектроника»

Москва 2021

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательных программ

Компетенции	Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Индикаторы достижения компетенций
ОПК-5 Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения	ОПК-5.ЧМ Способен использовать знания численных методов для разработки алгоритмов решения практических задач и их компьютерной реализации	Знания: основные понятия и алгоритмы численных методов; Умения: применять знания и типовые алгоритмы численных методов к решению практических задач, использовать их при изучении математических, физических и технических вопросов; Опыт деятельности: разработки и компьютерной реализации алгоритмов численного решения задач профессиональной деятельности

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в обязательную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы, изучается на 2 курсе в 4-м семестре (очная форма обучения).

Входные требования к дисциплине: знание основных понятий и методов математического анализа и линейной алгебры и умение применять их к решению теоретических и практических задач.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Курс	Семестр	Общая трудоёмкость (ЗЕ)	Общая трудоёмкость (часы)	Контактная работа			Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация
				Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
2	4	3	108	16	16	16	60	ЗаО

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
1. Вычислительные методы линейной алгебры и математического анализа	10	10	10	41	Защита индивидуального лабораторного задания № 1
					Защита индивидуального лабораторного задания № 2
					Защита индивидуального лабораторного задания № 3
					Защита индивидуального лабораторного задания № 4
					Защита индивидуального лабораторного задания № 5
2. Конечноразностные методы решения дифференциальных уравнений	6	6	6	19	Защита индивидуального лабораторного задания № 6
					Защита индивидуального практико-ориентированного задания
					Итоговая контрольная работа

4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Приближенные вычисления. Структура погрешности в численном анализе.
	2	2	Численное решение нелинейных уравнений. Метод дихотомии, метод Ньютона, метод простых итераций.
	3	2	Системы линейных алгебраических уравнений. Обусловленность СЛАУ. Прямые методы решения СЛАУ. Оценка трудоемкости методов. Метод исключения Гаусса.
	4	2	Решение СЛАУ трехдиагонального вида методом прогонки. Итерационные методы решения СЛАУ. Методы простой итерации, Зейделя
	5	2	Приближение функций. Интерполяционные многочлены Лагранжа и Ньютона. Среднеквадратичное приближение. Метод наименьших квадратов

2	6	2	Численное дифференцирование. Погрешность формул. Неустойчивость численного дифференцирования. Численное интегрирование. Формулы прямоугольников, трапеций, Симпсона. Погрешность квадратурных формул. Устойчивость численного интегрирования.
	7	2	Метод конечных разностей. Аппроксимация ДУ разностной схемой. Решение задачи Коши методом Эйлера. Решение краевой задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений 2-го порядка.
	8	2	Уравнения с частными производными. Устойчивость, аппроксимация, сходимость. Методы исследования устойчивости.

4.2. Практические занятия

№ модуля	№ практического занятия	Объём занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Погрешности в численном анализе. Оценка погрешностей результатов арифметических операций и вычисления функций. Сдача теоретической части лабораторной работы № 1.
	2	2	Решение нелинейных уравнений. Алгоритмы методов. Оценки погрешности, скорость сходимости, обусловленность решения, случай кратных корней. Сдача теоретической части лабораторной работы № 2.
	3	2	Методы решения СЛАУ. Алгоритмы итерационных методов, условия сходимости. Сдача теоретической части лабораторной работы № 3.
	4	2	Методы интерполяции функций. Интерполяционные полиномы Лагранжа, Ньютона. Погрешность интерполяции. Сдача теоретической части лабораторной работы № 4.
	5	2	Методы аппроксимации функций. Метод наименьших квадратов. Сдача теоретической части лабораторной работы № 5.
2	6	2	Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Краевая задача. Сдача теоретической части лабораторной работ № 6.
	7-8	4	Численное решение дифференциальных уравнений 2-го порядка в частных производных. Устойчивость и сходимость. Защита практико-ориентированного лабораторного задания. Итоговая контрольная работа.

4.3. Лабораторные работы

№ модуля дисциплины	№ лаборатор- ного занятия	Объем занятий (часы)	Наименование работы
1	1	2	Программирование в пакете MATLAB. Элементарные операции, операции над матрицами. Файловая структура пакета. Графическое отображение результатов.
	2	2	Решение нелинейных уравнений. Методы дихотомии, Ньютона.
	3	2	Численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Методы простой итерации, Зейделя.
	4	2	Методы аппроксимации функций. Интерполяционный полином Лагранжа.
	5	2	Метод наименьших квадратов (МНК). Регрессионные кривые по МНК.
2	6	2	Численное решение краевой задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ) 2-го порядка.
	7	4	Численное решение дифференциальных уравнений 2-го порядка в частных производных (практико-ориентированная лабораторная работа).

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем заня- тий (часы)	Вид СРС
1	5	Работа с учебными пособиями, конспектами лекций, материалами ЭМИРС и ресурсами Интернет по освоению содержания лекций
	10	Выполнение текущих домашних заданий по темам практических занятий 1-5
	6	Подготовка к лабораторным работам № 1-5
	20	Подготовка и выполнение индивидуальных лабораторных заданий № 1-5
2	3	Работа с учебными пособиями, конспектами лекций, материалами ЭМИРС и ресурсами Интернет по освоению содержания лекций
	2	Выполнение текущих домашних работ по темам практических занятий 7-8
	2	Подготовка к лабораторной работе № 6
	4	Подготовка и выполнение индивидуального лабораторного задания № 6
	6	Подготовка алгоритмов для проведения расчетов по практико-ориентированному заданию.
	2	Подготовка к итоговой контрольной работе.

4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Не предусмотрены

5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы студентов в составе УМК дисциплины (ОРИОКС, <http://orioks.miet.ru/>):

- ✓ Семестровый план организации занятий по дисциплине;
- ✓ Методические указания для студентов: порядок начисления баллов по накопительной балльной системе; график проведения контрольных мероприятий.

Модуль 1 «Вычислительные методы линейной алгебры и математического анализа»

- ✓ Видео-лекции по модулю (содержатся в разделе «Ресурсы для электронного обучения: онлайн-лекции»);
- ✓ Конспекты лекций, содержащие изложение теоретического материала модуля (содержатся в разделе «Электронное обучение»);
- ✓ Материалы для практических занятий по модулю, включающие решения типовых примеров, вопросы и задачи для самостоятельного решения (содержатся в разделе «Электронное обучение»);
- ✓ Материалы для лабораторных занятий по модулю, включающие решения типовых примеров, вопросы и задачи для самостоятельного решения (содержатся в разделе «Электронное обучение»);
- ✓ Подготовка к лабораторным занятиям, выполнение индивидуальных лабораторных заданий осуществляется на основе материалов, перечисленных выше.

Модуль 2 «Конечноразностные методы решения дифференциальных уравнений»

- ✓ Видео-лекции по модулю (содержатся в разделе «Ресурсы для электронного обучения: онлайн-лекции»);
- ✓ Конспекты лекций, содержащие изложение теоретического материала модуля (содержатся в разделе «Электронное обучение»);
- ✓ Материалы для практических занятий по модулю, включающие решения типовых примеров, вопросы и задачи для самостоятельного решения (содержатся в разделе «Электронное обучение»);
- ✓ Материалы для лабораторных занятий по модулю, включающие решения типовых примеров, вопросы и задачи для самостоятельного решения (содержатся в разделе «Электронное обучение»);
- ✓ Подготовка к лабораторным занятиям, выполнение индивидуальных лабораторных и практико-ориентированных заданий осуществляется на основе материалов, перечисленных выше.

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература:

1. Калиткин Н.Н. Численные методы : Учеб. пособие / Н.Н. Калиткин. - 2-е изд., испр. - СПб. : БХВ-Петербург, 2015. - 587 с. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/944508> (дата обращения: 01.09.2019). - ISBN 978-5-9775-2575-6.

2. Яковлев В.Б. Вычислительная математика : Учеб. пособие / В.Б. Яковлев; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИ-

ЭТ". - 2-е изд., испр. - М. : МИЭТ, 2017. - 132 с. - Имеется электронная версия издания. - ISBN 978-5-7256-0859-5.

3. Гончаров В.А., Земсков В.Н., Яковлев В.Б. Лабораторный практикум по курсу "Вычислительная математика" / В. А. Гончаров, В. Н. Земсков, В. Б. Яковлев ; М-во образования и науки РФ, Федеральное агентство по образованию, МГИЭТ(ТУ). - М. : МИЭТ, 2008. - 104 с. - Изд. выполнено в рамках инновац. образоват. программы МИЭТ "Соврем. проф. образование для рос. инновац. системы в области электроники". - Имеется электронная версия издания.

Дополнительная литература:

4. Косарев В.И. 12 лекций по вычислительной математике (вводный курс): Учеб. пособие / В. И. Косарев. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : МФТИ : Физматкнига, 2000. - 224 с. - ISBN 5-89155-039-9.

5. Самарский А.А. Теория разностных схем: Учеб. пособие для вузов / А. А. Самарский. - 3-е изд., испр. - М. : Наука, 1983. - 616 с.

6. Долголаптев В.Г., Земсков В.Н. Численные методы решения разностных уравнений математической физики: Метод. указания к курсовой работе по высшей математике / В. Г. Долголаптев, В. Н. Земсков. - М. : МИЭТ, 1987. - 66 с.

7. Вержбицкий В.М. Численные методы (линейная алгебра и нелинейные уравнения): Учеб. пособие для вузов / В. М. Вержбицкий. - 2-е изд., испр. - М. : Оникс 21 век, 2005. - 432 с. - ISBN 5-329-01110-8.

8. Вержбицкий В.М. Численные методы (математический анализ и обыкновенные дифференциальные уравнения): Учеб. пособие для вузов / В. М. Вержбицкий. - 2-е изд., испр. - М. : Оникс 21 век, 2005. - 400 с. - ISBN 5-239-01111-6.

9. Гончаров В.А., Савостиков А.А. Численные методы. Лабораторные работы, курсовая работа, задачи: Учеб. пособие / В. А. Гончаров, А. А. Савостиков ; МГИЭТ(ТУ). - М. : МИЭТ, 2005. - 80 с. - Имеется электронная версия издания. - ISBN 5-7256-0388-1.

Периодические издания

Не предусмотрены.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. Лань: электронно-библиотечная система. – Санкт-Петербург, 2011. – URL: <https://e.lanbook.com/> (дата обращения: 30.09.2019). – Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ.

2. eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000. – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 09.02.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

3. Math-Net.Ru: общероссийский математический портал: сайт. – Москва, Математический институт им. В. А. Стеклова РАН, 2020. – URL: <http://www.mathnet.ru/> (дата обращения: 06.04.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Дисциплина реализуется путем проведения потоковых лекционных и групповых практических и лабораторных занятий в аудиториях вуза по расписанию и внеаудиторной самостоятельной работы.

В обучении используются внутренние электронные ресурсы (видеолекции, текстовые материалы лекций, практических и лабораторных занятий, указания к выполнению индивидуальных заданий) электронной информационно-образовательной среды ОРИОКС <http://orioks.miet.ru>. Основное назначение этих ресурсов – оказание помощи студентам при самостоятельной работе, а также в самостоятельном освоении отдельных тем дисциплины при пропуске занятий. Они могут также использоваться для более углубленного изучения дисциплины и при подготовке к сдаче промежуточной аттестации, при назначении индивидуальных учебных планов студенту.

Информационно-коммуникативные технологии с использованием сети Интернет применяются для консультирования студентов, приема выполненных индивидуальных заданий, выполнения тестов самопроверки. Применение данных технологий позволяет осуществлять при необходимости более оперативное взаимодействие преподавателя и студента.

При необходимости дисциплина частично или полностью может реализовываться с применением дистанционных технологий.

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
Учебная аудитория	Мультимедийное оборудование, Доска	Операционная система Microsoft Windows от 7 версии и выше, Microsoft Office Professional Plus или Open Office, браузер (Firefox, Google Chrome); Acrobat reader DC
Учебная аудитория	Доска	Не требуется
Компьютерный класс	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ	Операционная система Microsoft Windows от 7 версии и выше, Microsoft Office Professional Plus или Open Office, браузер (Firefox, Google Chrome); MATLAB
Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ	Операционная система Microsoft Windows от 7 версии и выше, Microsoft Office Professional Plus или Open Office, браузер (Firefox, Google Chrome); Acrobat reader DC

10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ

Фонд оценочных средств по подкомпетенции ОПК-5.ЧМ «Способен использовать знания численных методов для разработки алгоритмов решения практических задач и их компьютерной реализации» представлен отдельным документом и размещен в составе УМК дисциплины в электронной информационной образовательной среде ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1. Особенности организации процесса обучения

Дисциплина изучается в четвертом семестре. Один раз в две недели читается лекция, проводятся одно практическое и одно лабораторное занятия. Кроме того, еженедельно лектором и преподавателями, ведущими практические занятия, проводятся консультации. В начале семестра студентам предоставляются следующие учебно-методические материалы:

1) план лекций, практических и лабораторных занятий на семестр с указанием тем лекций со ссылками на параграфы или страницы учебников и учебных пособий, содержащих соответствующий материал, темы практических занятий и номера заданий из сборников задач для решения в аудитории или самостоятельно, темы лабораторных занятий, варианты для индивидуальных лабораторных заданий.

2) список рекомендуемой учебно-методической литературы на семестр;

3) рекомендуемые электронные ресурсы на семестр;

3) график и виды контрольных мероприятий в семестре.

Данные материалы размещаются на сайте МИЭТ в ОРИОКС: <http://orioks.miet.ru/>.

График консультаций сообщается лектором и преподавателем.

Посещение лекций, практических и лабораторных занятий является обязательным. Посещение консультаций необязательное, за исключением тех случаев, когда преподаватель персонально приглашает студента на консультацию.

Перед каждым лабораторным занятием следует ознакомиться с его темой, теоретическими сведениями и индивидуальным заданием, чтобы в ходе занятия, получая, при необходимости, консультацию от преподавателя по сложным аспектам методов, подготовить в компьютерном классе в MATLAB *m*-файлы для реализации численного алгоритма задания. Окончательные расчеты и подготовка отчета по заданию выполняются студентами, как правило, в рамках СРС. Сдается отчет на следующем лабораторном занятии или на консультации.

Рекомендуется также использовать ресурсы ОРИОКС (адрес на сайте МИЭТ: <http://orioks.miet.ru/>) по дисциплине, в которых более подробно разбираются методы решения типовых задач, а также некоторые вопросы теории. Ресурсы предназначены:

- оказать помощь по освоению отдельных тем курса студентам, пропустившим соответствующие занятия;
- предоставить консультацию по методам решения задач, по теоретическим понятиям за счет рассмотрения многочисленных примеров решения задач, иллюстрирующих примеры к теоретическим понятиям.

Особое внимание следует обратить на соблюдение графика выполнения индивидуальных лабораторных заданий (ЛР, «лабораторная работа»). Если задания ЛР выполняются студентами с опозданием более чем на два лабораторных занятия, оценки за них снижаются. Если же ЛР сдаётся уже во время зачётной недели, за правильно выполненную ЛР ставится минимальная положительная оценка. Таким образом, затягивание студентом выполнения и сдачи ЛР приводит к низкой итоговой оценке.

В конце семестра студенты должны выполнить индивидуальное практико-ориентированное задание, связанное с применением уравнений в частных производных для моделирования физических процессов в интегральных схемах.

Все содержание дисциплины разбито на 2 модуля.

Каждый модуль является логически завершенной частью курса. Успешность освоения каждого модуля оценивается по результатам выполнения обязательных контрольных мероприятий.

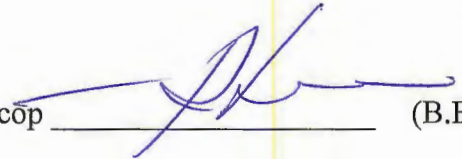
11.2. Система контроля и оценивания

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется накопительная балльная система.

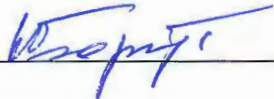
Баллами оцениваются: выполнение каждого из 6-ти индивидуальных лабораторных заданий (в сумме максимум 48 баллов); активность (2 балла), посещаемость занятий (10 баллов), индивидуальное практико-ориентированное задание (30 баллов), итоговая контрольная работа (10 баллов).

Структура и график контрольных мероприятий доступны в ОРИОКС <http://orioks.miet.ru/>.

Разработчик:

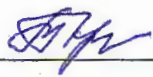
Профессор института ФПМ, д.ф.-м.н., профессор  (В.Б. Яковлев)

Рабочая программа дисциплины «Численные методы» по направлению подготовки **11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»**, направленности (профилю) «Интегральная электроника и нанoeлектроника» разработана в институте ФПМ, и утверждена на заседании учёного совета института ФПМ «22» июня 2021 года, протокол № 3.

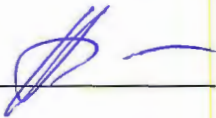
Директор института ФПМ  /Н.И. Боргардт/

Лист согласования

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой ИЭМС

/Заведующий кафедрой ИЭМС  /Ю.А. Чаплыгин/

Программа согласована с Центром подготовки к аккредитации и независимой оценки качества

Начальник АНОК  /И.М. Никулина/

Программа согласована с библиотекой МИЭТ

/Директор библиотеки  /Т.П. Филиппова/