

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Гаврилов Сергей Александрович
Должность: И.О. Ректора
Дата подписания: 28.07.2025 14:42:59
Уникальный программный ключ:
f17218015d82e3c1457d1df9e244def505047355

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

А.Г. Балашов

«28» июля 2025 г.

М.П.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«Методы математического моделирования»

Направление подготовки – **11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника»**

Направленность (профиль) – «Материалы и технологии микро- и нанoeлектроники»

Москва 2025

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательной программы:

Компетенция ПК-3 «Способен к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов, в т.ч. при разработке технологических маршрутов» сформулирована на основе профессионального стандарта 40.058 «Инженер-технолог по производству изделий микроэлектроники».

Обобщенная трудовая функция **D [7]** Разработка групповых технологических процессов и модернизация производства изделий микроэлектроники

Трудовая функция **D/02.7** Организация и проведение экспериментальных работ по отработке и внедрению новых материалов, технологических процессов и оборудования производства изделий микроэлектроники

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения компетенций
ПК-3.МММ Способен использовать методы математической физики для проведения исследований и решения инженерных задач	- разработка физических и математических моделей - компьютерное моделирование исследуемых физических процессов, приборов, схем и устройств, относящихся к профессиональной сфере	Знания: основные типы уравнений математической физики, типы краевых условий и их физический смысл; методы решения и исследования уравнений математической физики Умения: применять знания и алгоритмы численных методов к решению практических задач, использовать их при изучении математических, физических и технических вопросов Опыт деятельности: выбирать тип уравнения в частных производных и задавать краевые условия для создания моделирования явлений и процессов в полупроводниковых структурах

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы.

Входные требования к дисциплине: знания, умения по дисциплинам математический анализ, дифференциальные уравнения, дискретная математика, линейная алгебра и опыт их применения к решению практико-ориентированных задач.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Курс	Семестр	Общая трудоём- кость (ЗЕ)	Общая трудоём- кость (часы)	Контактная работа			Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация
				Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
1	1	2	72	32	–	–	40	ЗаО

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
1. Уравнения математи- ческой физики	16	–	–	20	Защита индивидуального задания (часть № 1)
2. Метод конечных раз- ностей и метод конеч- ных элементов для мо- делирования физиче- ских явлений и процес- сов	16	–	–	20	Защита индивидуального задания (часть № 2)
					Итоговая контрольная рабо- та

4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1-2	4	Постановка краевых задач для уравнений различных типов.
	3-4	4	Методы решения уравнений математической физики в декарто- вых координатах.
	5-6	4	Методы решения уравнений математической физики в полярных и цилиндрических координатах. Цилиндрические функции.
	7-8	4	Методы решения уравнений математической физики в сфериче- ских координатах. Сферические функции.
2	9-10	4	Метод конечных разностей. Аппроксимация дифференциального уравнения разностной схемой. Устойчивость, аппроксимация,

			сходимость. Методы исследования устойчивости.
	11-12	4	Уравнения с частными производными гиперболического, эллиптического и параболического типов. Алгоритмы решения и сходимость методов.
	13-14	4	Основные понятия метода конечных элементов.
	15-16	4	Представление дифференциального уравнения в вариационной постановке. Метод конечных элементов в глобальной системе координат.

4.2. Практические занятия

Не предусмотрены

4.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	10	Работа с учебными пособиями, конспектами лекций, материалами ЭМИРС и ресурсами Интернет по освоению содержания лекций
	10	Выполнение индивидуального задания (часть № 1)
2	6	Работа с учебными пособиями, конспектами лекций, материалами ЭМИРС и ресурсами Интернет по освоению содержания лекций
	10	Выполнение индивидуального задания (часть № 2)
	4	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 контрольных мероприятий.

Модуль 1 «Уравнения математической физики»

- ✓ 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»).

Модуль 2 «Метод конечных разностей и метод конечных элементов для моделирования физических явлений и процессов»

- ✓ 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»).

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Литература

1. 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: 01.02.2025). - ISBN 978-5-9775-2575-6.
2. Вычислительная математика: Учеб. пособие / В.Б. Яковлев; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ". - 2-е изд., испр. - М.: МИЭТ, 2017. - 132 с. - Имеется электронная версия издания. - ISBN 978-5-7256-0859-5.
3. Уравнения математической физики. Практикум по решению задач: учебное пособие для вузов / В. М. Емельянов, Е. А. Рыбакина. - 3-е изд., стер. - СПб.: Лань, 2021. - 216 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/156410> (дата обращения: 22.02.2025). - ISBN 978-5-8114-7173-7.
4. Теория разностных схем: Учеб. пособие для вузов / А.А. Самарский. - 3-е изд., испр. - М.: Наука, 1989. - 616 с.

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: 30.01.2025). – Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ.
2. eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000. – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 09.02.2025). – 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: 06.02.2025). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

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

В обучении используются внутренние электронные ресурсы (видео-лекции, текстовые материалы лекций и практических 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. 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
Помещение для самостоятельной работы	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 ПК-3.МММ «Способен использовать методы математической физики для проведения исследований и решения инженерных задач» 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 первом семестре. В первой половине семестра читаются лекции (2 лекции в неделю). Во второй половине семестра предусмотрены еженедельные консультации. В начале семестра студентам предоставляются следующие учебно-методические материалы:

1) план лекций на семестр с указанием тем лекций, со ссылками на параграфы или страницы учебников и учебных пособий, содержащих соответствующий материал, темы для первой части индивидуального задания.

2) список рекомендуемой 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 является обязательным. Посещение консультаций необязательное, за исключением тех случаев, когда преподаватель персонально приглашает студента на консультацию.

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.

Индивидуальное задание состоит из двух частей. Первая часть носит реферативный характер. Студент должен изложить, осуществив самостоятельно поиск, теоретические основы решения определенного класса уравнений в частных производных и показать на примере применение рассмотренной теории к конкретным уравнениям. Во второй части индивидуального задания необходимо решить численным методом с использованием программного математического обеспечения заданную краевую задачу.

Итоговая контрольная работа направлена на проверку знаний по дисциплине, проводится по отдельному расписанию и может проводиться в режиме онлайн тестирования.

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.

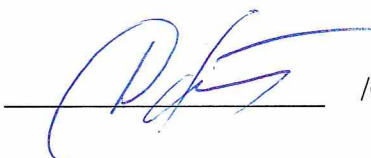
Баллами оцениваются: выполнение каждого контрольного мероприятия в семестре (максимальная сумма 80 баллов), посещаемость занятий (10 баллов), итоговая контрольная работа (10 баллов).

По сумме баллов выставляется итоговая оценка по дисциплине за семестр.

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

Разработчик:

Доцент Института ФПМ, к.ф.-м.н., доцент



/С.Г. Кальней/

Рабочая программа дисциплины «**Методы математического моделирования**» по направлению подготовки **11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника»**, направленности (профилю) «Материалы и технологии микро- и нанoeлектроники» разработана в Институте ФПМ, и утверждена на заседании Института ФПМ «19» июль 2025 года, протокол № 6.

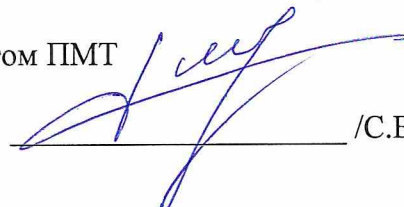
Директор института ФПМ

 /Н.И. Боргардт/

Лист согласования

Рабочая программа согласована с Институтом ПМТ

Директор Института ПМТ

 /С.В.Дубков/

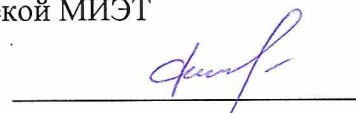
Рабочая программа согласована с Центром подготовки к аккредитации и независимой оценки качества

Начальник АНОК

 /И.М. Никулина/

Рабочая программа согласована с библиотекой МИЭТ

Директор библиотеки

 /Т.П. Филиппова/