

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Беспалов Владимир Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 31.08.2023 12:23:50
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
« 27 » 11 2020г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Уравнения математической физики»

Направление подготовки - 01.03.04 «Прикладная математика»

Направленность (профиль) – «Применением математических методов для решения инженерных и естественнонаучных задач»

Москва 2020

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательных программ:

Компетенция, формируемая в дисциплине	Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Индикаторы достижения компетенций
ОПК-2. Способен обоснованно выбирать, дорабатывать и применять для решения исследовательских и проектных задач математические методы и модели, осуществлять проверку адекватности, анализировать результаты, оценивать надежность и качество функционирования систем	ОПК-2.УрМФ. Способен обоснованно выбирать и применять методы решения уравнений математической физики для решения типовых прикладных задач	Знает: - основные типы уравнений математической физики и методы их вывода из физических моделей, - аналитические методы решения базовых уравнений математической физики, в том числе с использованием интегральных преобразований Фурье. Умеет использовать аналитические и численные методы решения основных краевых задач математической физики. Имеет опыт применения методов математической физики для построения математических моделей колебательных процессов и процессов распределения тепловой энергии в твердых телах

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в обязательную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы.

Входные требования:

- Знания и умения студента по решению линейных и квазилинейных обыкновенных дифференциальных уравнений
- Знания и умения студента в области линейной алгебры
- Знания и умения студента в области основ математического анализа
- Знания и умения студента в области физики твердого тела

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)		
3	5	5	180	32	16	32	64	Экз (36)

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
1. Типичные задачи математической физики. Линейные и квазилинейные уравнения с частными производными первого порядка.	16	8	16	32	Отчет и защита Домашнего задания № 1 (ДЗ №1)
					Контрольная работа №1
2. Методы решения краевых задач математической	16	8	16	32	Отчет и защита Домашнего задания № 2 (ДЗ №2)

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
физики. Линейные уравнения с частными производными второго порядка.					Контрольная работа №2
					Защита реферата
					Отчет и защита лабораторных работ

4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Общие представления о дифференциальных уравнениях в частных производных. Понятие о совокупности решений. Некоторые методы интегрирования.
	2	2	Линейные и квазилинейные уравнения первого порядка. Примеры интегрирования (Замена переменных, разделение переменных). Задача Коши и теорема существования.
	3	2	Поля и непрерывные среды. Уравнения полей. Ротор и Дивергенция, градиент
	4	2	Понятие обобщенной функции. Дельта функция и тэта функция, их свойства.
	5	2	Теплопроводность. Введение в проблематику и вывод уравнения. Решение в виде комбинации Синусов или Косинусов для различных ГУ. Решение методом разделения переменных
	6	2	Дискретная задача. Краевая задача. Ряд Фурье, решение дифференциального уравнения теплопроводности. Задача Штурма-Леувилля, Разложение по собственным функциям. Полные ортонормированные системы функций. Многомерные случаи.
	7-8	4	Типичные задачи математической физики, приводящие к уравнениям с частными производными. Волновое уравнение. Метод Даламбера решения краевых задач для волнового уравнения. Метод Фурье
2	9-10	4	Метод Даламбера для решения КЗ Теплопроводности. Интерпретация результатов. Понятие о функции Грина краевой задачи.
	11	2	Методы интегральных преобразований Фурье и Лапласа в решении краевых задач

	12	2	Эллиптический тип. Уравнения Лапласа и Пуассона. Внутренняя и внешняя задачи Дирихле.
	13	2	Специальные функции (функции Бесселя, полиномы Лежандра, полиномы Эрмита, гамма-функция)
	14	2	Уравнение Шрёдингера и краевые задачи для стационарных квантовых состояний.
	15	2	Представление о разделяющих координатах.
	16	2	Криволинейные координаты, основные дифференциальные операторы в криволинейных координатах. Полярные, цилиндрические координаты вращения и сферические координаты, оператор Лапласа в этих координатах

4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Наименование занятия
1	1	2	Обыкновенные ДУ и ДУ в частных производных в физике. Примеры решений, Фазовое пространство. Решение задачи маятника.
	2,3	4	Методы решения линейных и квазилинейных уравнений первого порядка. Выдача домашнего задания № 1.
	4	2	Линейные ДУЧП второго порядка, типы, приведение к каноническому виду
	5	2	Линейные ДУЧП второго порядка, исключение первых производных
	6	2	Решение типовых задач, подготовка к Контрольной работе, консультация по задачам БДЗ
	7	2	Телеграфное уравнение, Уравнение Лапласа и Пуассона (уравнение Максвелла), физический смысл.
	8	2	Контрольная работа № 1, Прием домашнего задания №1
2	9-10	4	Уравнение колебаний струны, Граничные и начальные условия, Понятие задачи Коши, ГУ 1-го и 2-го рода. <ul style="list-style-type: none"> • Подробный разбор метода продолжений. • Пример решения методом Даламбера • Пример решения методом продолжений • Пример решений методом Коши • Ответ на вопросы. Выдача домашнего Задания 2
	11	2	Интегральные Методы Лапласа и Фурье
	12-	4	Уравнение параболического типа. Уравнение теплопроводности. Метод

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Наименование занятия
	13		разделения переменных Фурье. Функция Грина
	14	2	Уравнения эллиптического типа. Различные типы краевых задач, задача Штурма-Лиувилля . Подготовка к контрольной
	15	2	Контрольная работа № 2 Прием домашнего задания 2.
	16	2	Обзор совокупности методов решения. Решение типовых задач колебаний струны и теплопроводности.

4.3. Лабораторные работы

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Наименование работы
1	1	8	Разностные методы численного решения некоторых краевых задач математической физики. Изучение некоторых специальных функций.
2	2	8	Численное решение и исследование индивидуальной задачи математической физики, работа над Рефератом

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	8	Подготовка к контрольной работе № 1
	12	Выполнение лабораторных работ
	8	Выполнение Домашнего задания № 1(ДЗ №1)
2	8	Подготовка к контрольной работе № 2
	8	Выполнение Домашнего задания № 2 (ДЗ №2)
	12	Выполнение лабораторных работ
	8	Подготовка Реферата
1,2	36	Подготовка к экзамену

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// URL: , <http://orioks.miet.ru/>):

Общее

✓ Методические указания студентам по изучению дисциплины

Модуль 1 «Типичные задачи математической физики. Линейные и квазилинейные уравнения с частными производными первого порядка»

✓ Материалы для проработки теоретического материала: Учебная литература по дисциплине, тексты лекций

✓ Материалы для подготовки к практическим занятиям: Учебная литература по дисциплине, примеры решения типовых задач

✓ Материалы для подготовки к контрольной работе №1: Учебная литература по дисциплине, примеры решения типовых задач

✓ Материалы для выполнения лабораторных работ: МУС по выполнению ПОЗ 1 (Ссылка на ОРИОКС.; теоретические материалы по лабораторным работам

✓ Материалы для выполнения самостоятельной работы (ДЗ №1): Учебная литература по дисциплине, примеры решения типовых задач

Модуль 2 «Методы решения краевых задач математической физики. Линейные уравнения с частными производными второго порядка»

✓ Материалы для проработки теоретического материала: Учебная литература по дисциплине, тексты лекций

✓ Материалы для подготовки к практическим занятиям: Учебная литература по дисциплине, примеры решения типовых задач

✓ Материалы для подготовки к контрольной работе №2: Учебная литература по дисциплине, примеры решения типовых задач

✓ Материалы для выполнения лабораторных работ: МУС по выполнению ПОЗ 1, теоретические материалы по лабораторным работам

✓ Материалы для подготовки Реферата: МУС по выполнению ПОЗ 11 (Ссылка на ОРИОКС:

✓ Материалы для выполнения самостоятельной работы (ДЗ №2): Учебная литература по дисциплине, примеры решения типовых задач

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Литература

1. Лесин В.В. Уравнения математической физики : Учеб. пособие / В.В. Лесин. - М. : Курс : Инфра-М, 2017. - 240 с. - ISBN 978-5-906818-61-4

2. Тихонов А.Н. Уравнения математической физики : Учеб. пособие для вузов / А.Н. Тихонов, А.А. Самарский. - 5-е стер. изд. - М. : Наука, 1977. - 736 с.
3. Будаков Б.М. Сборник задач по математической физике : Учеб. пособие / Б.М. Будаков, А.А. Самарский, А.Н. Тихонов. - 4-е изд., испр. - М. : Физматлит, 2004. - 688 с. - ISBN 5-9221-0311-3
4. Эльсгольц Л.Э. Дифференциальные уравнения : Учебник / Л.Э. Эльсгольц. - 8-е изд. - М. : URSS. ЛКИ, 2014. - 312 с. - (Классический учебник МГУ). - ISBN 978-5-382-01491-3
5. Бугров Я. С. Высшая математика : Учебник для вузов: В 3-х т. Т. 3 : Дифференциальные уравнения. Кратные интегралы. Ряды. Функции комплексного переменного / Я.С. Бугров, С.М. Никольский; Под ред. В.А. Садовниченко. - 5-е стер. изд. - М. : Дрофа, 2003. - 512 с. - (Высшее образование. Современный учебник). - ISBN 5-7107-6556-2
6. Шарма Дж. Н. Уравнения в частных производных для инженеров : [Учебник] / Шарма Дж. Н., К. Сингх; Пер. с англ. Б.В. Карпова, под ред. А.Г. Кюркчана. - М. : Техносфера, 2002. - 320 с. - (Мир математики). - ISBN 5-94836-004-0
7. Калиткин Н.Н. Численные методы : В 2-х кн.: Учебник. Кн. 1 : Численный анализ / Н.Н. Калиткин, Е.А. Альшина. - М. : Академия, 2013. - 304 с. - (Университетский учебник. Сер. Прикладная математика и информатика). - ISBN 978-5-7695-5089-8
8. Пакет MATLAB и его применение в лабораторном компьютерном практикуме: Учеб. пособие / Ю. П. Лисовец [и др.].- М. : МИЭТ, 1998.- 96 с.
9. Самарский А.А. Теория разностных схем: учеб. пособие для вузов - 2-е изд., испр. - М.: Наука, 1983. - 616 с.

Периодические издания

1. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ / Российская академия наук, Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН. – Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша Российской академии наук, 1989 - . - URL: http://www.mathnet.ru/php/journal.phtml?jrnid=mm&option_lang=rus (дата обращения: 28.10.2020)

7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. Лань : Электронно-библиотечная система Издательства Лань. - СПб., 2011-. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 28.10.2020). - Режим доступа: для авторизованных пользователей МИЭТ
2. eLIBRARY.RU : Научная электронная библиотека: сайт. - Москва, 2000 -. - URL: <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения: 05.11.2020). - Режим доступа: для зарегистрированных 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 зарегистрированных пользователей.
4. EqWorld : Мир математических уравнений: сайт / А. Д. Полянин. – Москва, 2004 - . - URL: <http://eqworld.ipmnet.ru/indexr.htm> (дата обращения: 05.10.2020).

5. zbMATH Open : [Открытая математическая библиотека Европейского Математического Общества] : сайт. – На англ. языке. - URL: <https://zbmath.org/> (дата обращения: 05.10.2020).
6. Math.ru/lib : [Библиотека] : сайт. - URL: <https://math.ru/lib/> (дата обращения: 05.10.2020).

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В данной дисциплине используется смешанное обучение.

Применяется модель «перевернутый класс». Учебный процесс начинается с постановки проблемного задания, для выполнения которого студент должен самостоятельно ознакомиться с материалом, размещенным в электронной среде. В аудитории проверяются и дополняются полученные знания с использованием докладов, дискуссий и обсуждений. Работа поводится по следующей схеме:

- СРС (онлайновая предаудиторная работа с использованием внешнего или внутреннего ресурса: записи видеолекции, темы онлайн-курса);
- аудиторная работа (семинар с представлением и обсуждением выполненной работы, возможно презентаций с применением на практическом примере изученного материала, тематической дискуссии);
- обратная связь с обсуждением и подведением итогов.

№ п\п	Тип занятия или внеаудиторной работы	Тематика занятия по модели «перевернутый класс»
1	Лекция № 3	Поля и непрерывные среды. Связь векторных полей с линейными операторами. Пространство сжимающих отображений и его применение в физике
2	Лекция № 6	Задача Штурма Лиувилля как предельный переход от векторных к функциональным пространствам
3	Лекция № 9	Функция Грина, Дискретный случай
4	Лекция № 11	Причины повсеместного применения преобразования Фурье его основы
5	Лекция № 13	Гамма функция как неизбежный результат аналитического продолжения функции на комплексной плоскости

Освоение образовательной программы обеспечивается ресурсами электронной информационно-образовательной среды ОРИОКС <http://orioks.miet.ru>.

Для взаимодействия студентов с преподавателем используются сервисы обратной связи: ОРИОКС «Домашние задания», электронная почта преподавателя.

В процессе обучения при проведении занятий и для самостоятельной работы используются **внутренние электронные ресурсы** (<http://orioks.miet.ru>).

При проведении занятий и для самостоятельной работы используются **внешние электронные ресурсы** в формах:

- База знаний, интерпретатор языка программирования Mathematica и среда решения и визуализации математических уравнений и систем Wolfram Alpha
URL: <https://www.wolframalpha.com/> (Дата обращения: 25.12.2020)
- Онлайн-приложения для визуализации графиков функций и неравенств Desmos
URL: <https://www.desmos.com/calculator?lang=ru> (Дата обращения: 25.12.2020)
- MIT, Онлайн-лекции на английском языке
URL: <https://www.youtube.com/playlist?list=PLZHQObOWTQDNPOjrT6KVlfJuKtYTftqH6> (Дата обращения: 25.12.2020)

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
Учебная аудитория	Учебная доска Мультимедийное оборудование (компьютер с ПО и возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронно-образовательную среду МИЭТ; телевизоры; акустическое оборудование (микрофон, звуковые колонки))	Операционная система Microsoft Windows от 7 версии и выше, Microsoft Office Professional Plus или Open Office, браузер (Firefox, Google Chrome); Acrobat reader DC MATLAB
Компьютерный класс	Системный блок Intel Core i5, монитор TFT 21,5" AOC i2269Vw	Операционная система Microsoft Windows от 7 версии и выше, Microsoft Office Professional Plus или Open Office, браузер (Firefox, Google Chrome); Acrobat reader DC MATLAB, Octave, Python
Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную	Операционная система Microsoft Windows от 7 версии и выше, Microsoft Office Professional Plus или Open Office,

	информационно-образовательную среду МИЭТ	браузер (Firefox, Google Chrome); Acrobat reader DC MATLAB, Octave, Python
--	--	--

10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ

ФОС по подкомпетенции **ОПК- 2.УрМФ** Способен обоснованно выбирать и применять методы решения уравнений математической физики для решения типовых прикладных задач

Фонды оценочных средств представлены отдельными документами и размещены в составе УМК дисциплины электронной информационной образовательной среды ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1. Особенности организации процесса обучения

Курс направлен на решение узкоспециализированных задач математической физики, которые, в то же время, требуют глубокого понимания теории дифференциальных уравнений и хороших знаний в области физики твердого тела и математического анализа.

Если в ходе обучения возникают темы, которые вызывают недопонимание, но не являются предметом изучения, необходимо обратиться к преподавателю и провести самостоятельную подготовку, восполнить недостающие знания теоретического плана.

Необходимо посещать все лекционные и практические занятия, лабораторные практикумы. При самостоятельной работе изучить материал прослушанной лекции и задачи, рассмотренные на практических занятиях, рекомендуемую литературу и регулярно выполнять домашние задания по изученным разделам. При возникновении вопросов и неясностей обратиться за консультацией к преподавателю.

В самостоятельной работе обращать внимание на связь теоретического материала с практическими приложениями в решении задач математической физики и результатами лабораторного практикума. Для углублённого изучения обращаться также к рекомендуемой литературе, в том числе, дополнительной.

Условие успешного изучения дисциплины - регулярные занятия на протяжении всего семестра с самого его начала - когда самостоятельные занятия следуют непосредственно за теоретическими и практическими.

Полезно обращение к материалам ФОС, содержащим темы лекций и практических занятий и образцы контрольных и текущих заданий, а также к Интернет- ресурсам.

Лабораторные работы включают практико-ориентированные задания на опыт деятельности.

11.2. Система контроля и оценивания

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется балльная накопительная система.

По сумме баллов выставляется итоговая оценка по предмету. Структура и сроки сдачи контрольных мероприятий, а также детальная схема начисления баллов представлена в таблице ниже (см. также журнал успеваемости на ОРИОКС <http://www.rpk.miet.ru>).

При выставлении итоговой оценки используется следующая шкала:

Сумма баллов	Оценка
Менее 50	2
50 – 69	3
70 – 85	4
86 – 100	5

По сумме баллов выставляется итоговая оценка по предмету. Структура и график контрольных мероприятий доступен в ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>

РАЗРАБОТЧИК:

Доцент кафедры ВМ-1 к.ф.-м.н.



/Гурьянов М.А./

Рабочая программа дисциплины «Уравнения математической физики» по направлению подготовки 01.03.04 «Прикладная математика», направленность (профиль) «Применение математических методов для решения инженерных и естественнонаучных задач», разработана на кафедре ВМ-1 и утверждена на заседании кафедры 10.11.2020 года, протокол № 3

Заведующий кафедрой ВМ-1  /А.А. Прокофьев/

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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 /