

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Наименование образовательной программы: Математическое моделирование

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
УРАВНЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.05
Трудоемкость в зачетных единицах:	5 семестр - 5; 6 семестр - 4; всего - 9
Часов (всего) по учебному плану:	324 часа
Лекции	5 семестр - 32 часа; 6 семестр - 28 часа; всего - 60 часов
Практические занятия	5 семестр - 32 часа; 6 семестр - 28 часа; всего - 60 часов
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	5 семестр - 2 часа; 6 семестр - 2 часа; всего - 4 часа
Самостоятельная работа	5 семестр - 113,5 часов; 6 семестр - 85,5 часа; всего - 199,0 часа
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Контрольная работа Расчетно-графическая работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	5 семестр - 0,5 часа;
Экзамен	6 семестр - 0,5 часа;
	всего - 1,0 час

Москва 2024

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Перескоков А.В.
	Идентификатор	R18c9cf13-PereskokovAV-f91d19a

А.В. Перескоков

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Черепова М.Ф.
	Идентификатор	R9267877e-CherepovaMF-dbb9bf1

М.Ф. Черепова

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Зубков П.В.
	Идентификатор	R4920bc6f-ZubkovPV-8172426c

П.В. Зубков

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: состоит в изучении базовой теории уравнений математической физики

Задачи дисциплины

- изучение основ теории задачи Коши для уравнений математической физики;
- изучение основ теории краевых и смешанных задач для уравнений математической физики;
- приобретение навыков применения методов теории уравнений математической физики для решения математических задач.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
РПК-2 Способен участвовать в компьютерной реализации математических моделей	ИД-1РПК-2 Демонстрирует знание терминологии, базовых результатов и методов фундаментальной математики	знать: - основные методы решения задачи Коши; - основные методы решения смешанных задач для уравнений параболического и гиперболического типов; - основные методы решения краевых задач для уравнений эллиптического типа.
РПК-2 Способен участвовать в компьютерной реализации математических моделей	ИД-2РПК-2 Демонстрирует понимание принципов построения простейших математических моделей различных явлений и процессов	знать: - простейшие математические модели физических явлений и процессов, приводящие к решению линейных уравнений, и принципы их построения.
РПК-2 Способен участвовать в компьютерной реализации математических моделей	ИД-3РПК-2 Использует базовые знания и методы фундаментальной математики для анализа простейших свойств математических моделей	уметь: - приводить линейные уравнения 2 порядка к каноническому виду.
РПК-2 Способен участвовать в компьютерной реализации математических моделей	ИД-4РПК-2 Применяет математические методы для аналитического и численного решения прикладных задач и анализирует полученные результаты	уметь: - находить общие решения и решать задачу Коши для квазилинейных уравнений 1 порядка; - находить общие решения и решать задачу Коши для линейных уравнений 2 порядка; - решать смешанные задачи для линейных уравнений 2 порядка методом разделения переменных; - находить функции Грина для уравнения Лапласа и с их помощью решать задачи Дирихле; - решать краевые задачи для уравнения Лапласа методом разделения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		переменных.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Математическое моделирование (далее – ОПОП), направления подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать «Для освоения дисциплины требуется знание математического анализа, комплексного анализа, дифференциальных уравнений», физики.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 9 зачетных единиц, 324 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания	
				Контактная работа							СР				
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль		
КПР	ГК	ИККП	ТК												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Квазилинейные уравнения 1 порядка	28	5	5	-	8	-	-	-	-	-	15	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Выполнение домашних заданий и подготовка к контрольной работе 1 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [5], стр. 211-230 [6], стр. 211-230 [9], стр. 161-169	
1.1	Квазилинейные уравнения 1 порядка	28		5	-	8	-	-	-	-	-	15	-		
2	Канонические формы квазилинейных уравнений 2 порядка. Теорема Коши-Ковалевской	44		11	-	8	-	-	-	-	-	-	25	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Выполнение домашних заданий и подготовка к контрольным работам 2, 3 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 15-25 [2], стр. 15-25 [16], стр. 5-22 [17], стр. 5-22
2.1	Канонические формы квазилинейных уравнений 2 порядка. Теорема Коши-Ковалевской	44		11	-	8	-	-	-	-	-	-	25	-	
3	Задача Коши для уравнений гиперболического типа	47		9	-	13	-	-	-	-	-	-	25	-	
3.1	Задача Коши для уравнений гиперболического типа	47		9	-	13	-	-	-	-	-	-	25	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Выполнение домашних заданий и подготовка к контрольной работе 4 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 54-86, 427-436 [2], стр. 54-86, 427-436 [7], стр. 23-31, 115-121 [8], стр. 23-31, 115-121 [10], стр. 134-158

														[15], стр. 10-38
4	Задача Коши для уравнений параболического типа	25		7	-	3	-	-	-	-	-	15	-	<u>Подготовка домашнего задания:</u> Выполнение домашних заданий
4.1	Задача Коши для уравнений параболического типа	25		7	-	3	-	-	-	-	-	15	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 189-208, 228-249 [2], стр. 189-208, 228-249 [3], стр. 191-201 [4], стр. 191-201 [10], стр. 159-169 [15], стр. 39-49
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	180.0		32	-	32	-	2	-	-	0.5	80	33.5	
	Итого за семестр	180.0		32	-	32	2	-	-	0.5	113.5			
5	Гармонические функции. Краевые задачи для уравнений эллиптического типа	56	6	13	-	13	-	-	-	-	-	30	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Выполнение домашних заданий и подготовка к контрольным работам 5, 6. Выполнение РТР
5.1	Гармонические функции. Краевые задачи для уравнений эллиптического типа	56		13	-	13	-	-	-	-	-	30	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 295-347 [2], стр. 295-347 [3], стр. 261-275 [4], стр. 261-275 [7], стр. 69-84 [8], стр. 69-84 [13], стр. 210-234 [14], стр. 210-234 [18], стр. 4-17
6	Смешанные задачи для уравнений параболического типа	17		4	-	5	-	-	-	-	-	8	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Выполнение домашних заданий и подготовка к контрольной работе 7.
6.1	Смешанные задачи для уравнений параболического типа	17		4	-	5	-	-	-	-	-	8	-	Выполнение РТР <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [7], стр. 51-56 [8], стр. 51-56 [10], стр. 241-270 [11], стр. 116-173

													[13], стр. 210-234 [14], стр. 210-234	
7	Смешанные задачи для уравнений гиперболического типа	35		11	-	10	-	-	-	-	-	14	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Выполнение домашних заданий и подготовка к контрольной работе 8. Выполнение РГР.
7.1	Смешанные задачи для уравнений гиперболического типа	35		11	-	10	-	-	-	-	-	14	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [7], стр. 32-40 [8], стр. 32-40 [10], стр. 241-270 [12], стр. 116-173 [13], стр. 210-234 [14], стр. 210-234
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	144.0		28	-	28	-	2	-	-	0.5	52	33.5	
	Итого за семестр	144.0		28	-	28	2	-	-	0.5	85.5			
	ИТОГО	324.0	-	60	-	60	4	-	-	1.0	199.0			

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Квазилинейные уравнения 1 порядка

1.1. Квазилинейные уравнения 1 порядка

Квазилинейные уравнения с частными производными 1 порядка. Характеристики. Задача Коши для квазилинейных уравнений 1 порядка..

2. Канонические формы квазилинейных уравнений 2 порядка. Теорема Коши-Ковалевской

2.1. Канонические формы квазилинейных уравнений 2 порядка. Теорема Коши-Ковалевской

Вывод уравнения продольных упругих колебаний стержня. Вывод уравнения теплопроводности. Начальные и граничные условия. Границы применимости математических моделей.. Классификация квазилинейных дифференциальных уравнений 2 порядка с двумя независимыми переменными. Приведение к каноническому виду уравнений гиперболического, параболического и эллиптического типа. Уравнения смешанного типа. Уравнение Трикоми.. Канонические формы линейных уравнений с постоянными коэффициентами. Приведение к каноническому виду в точке и классификация линейных уравнений 2 порядка от n независимых переменных.. Постановка задачи Коши. Теорема Коши-Ковалевской. Идея доказательства теоремы на примере обыкновенных дифференциальных уравнений. Построение мажорант. Доказательство существования и единственности решения задачи Коши в классе аналитических функций для линейных уравнений.. Пример не существования аналитического решения. Характеристики. Роль характеристик при постановке задачи Коши. Примеры нахождения характеристик..

3. Задача Коши для уравнений гиперболического типа

3.1. Задача Коши для уравнений гиперболического типа

Задача о колебании струны. Формула Даламбера. Физическая интерпретация формулы Даламбера. Характеристический треугольник. Корректность задач математической физики. Пример Адамара. Корректность задачи Коши для одномерного волнового уравнения в классе дифференцируемых функций. Задача Коши для одномерного неоднородного волнового уравнения. Принцип Дюамеля.. Теорема о единственности решения задачи Коши для волнового уравнения. Характеристический конус. Формула Кирхгофа. Метод спуска. Формула Пуассона. Анализ распространения волн в пространстве, на плоскости и на прямой. Принцип Гюйгенса. Диффузия волн.. Закон сохранения энергии для волнового уравнения. Задача Коши для неоднородного волнового уравнения в случае 2 и 3 пространственных переменных. Принцип Дюамеля..

4. Задача Коши для уравнений параболического типа

4.1. Задача Коши для уравнений параболического типа

Вывод интеграла Пуассона для уравнения теплопроводности с помощью преобразования Фурье. Непрерывная зависимость решения от начальных данных. Бесконечная скорость теплопередачи. Некорректность задачи Коши для уравнения обратной теплопроводности и для уравнения теплопроводности в случае быстро растущих начальных данных.. Интеграл Пуассона для неоднородного уравнения теплопроводности. Принцип Дюамеля. Принцип максимума для уравнения теплопроводности. Единственность решения задачи Коши для уравнения теплопроводности. Стабилизация решений уравнения теплопроводности..

5. Гармонические функции. Краевые задачи для уравнений эллиптического типа

5.1. Гармонические функции. Краевые задачи для уравнений эллиптического типа

Начальные и граничные условия. Задача о прогибе мембраны в положении равновесия..
Формулы Грина для оператора Лапласа. Некоторые частные решения уравнения Лапласа.
Фундаментальные решения.. Гармонические функции. Интегральное представление гармонических функций. Формулы о среднем арифметическом для гармонических функций.
Принцип максимума для гармонических функций.. Единственность решения задачи Дирихле для уравнения Лапласа. Непрерывная зависимость решений от граничных данных. Решение задачи Дирихле для уравнения Лапласа в круге методом разделения переменных. Интеграл Пуассона.. Функция Грина задачи Дирихле для уравнения Лапласа. Свойства функции Грина. Функция Грина и решение задачи Дирихле для шара. Метод отражения.. Теорема Лиувилля. Задача Дирихле для уравнения Лапласа в полуплоскости. Единственность решения. Функция Грина.. Лемма о нормальной производной. Единственность решения задачи Неймана для уравнения Лапласа. Условие разрешимости..

6. Смешанные задачи для уравнений параболического типа

6.1. Смешанные задачи для уравнений параболического типа

Краевые условия для уравнения теплопроводности. Принцип максимума для уравнения теплопроводности. Единственность и непрерывная зависимость от граничных и начальных условий решений первой краевой задачи.. Метод разделения переменных для уравнения теплопроводности. Случай нулевых граничных условий. Первая краевая задача с неоднородными граничными условиями..

7. Смешанные задачи для уравнений гиперболического типа

7.1. Смешанные задачи для уравнений гиперболического типа

Простейшая смешанная задача для волнового уравнения. Метод четного и нечетного продолжения. Первая краевая задача для волнового уравнения с ненулевым граничным условием. Смешанная задача для волнового уравнения в случае отрезка. Метод отражения.. Смешанная задача для однородного и неоднородного волнового уравнения. Решение методом разделения переменных. Общая схема метода разделения переменных для уравнений гиперболического типа в многомерном случае.. Функции Бесселя. Нахождение решений уравнения Бесселя в виде суммы степенного ряда. Решение задачи о колебаниях круглой мембраны методом разделения переменных.. Постановка смешанной задачи для уравнений гиперболического типа. Первая формула Грина. Интеграл энергии. Априорные оценки. Единственность и непрерывная зависимость от данных задачи решений смешанной задачи для уравнений гиперболического типа..

3.3. Темы практических занятий

1. Задача Коши для уравнения теплопроводности. Интеграл Пуассона;
2. Функции Бесселя. Смешанные задачи для волнового уравнения, требующие применения функций Бесселя;
3. Задача Коши для волнового уравнения. Формулы Кирхгофа и Пуассона;
4. Задача Коши для квазилинейных уравнений 1-го порядка;
5. Приведение к каноническому виду уравнений 2-го порядка от 2-х независимых переменных;
6. Нахождение общих решений уравнений 2-го порядка от 2-х независимых переменных;
7. Приведение к каноническому виду уравнений 2 -го порядка от n независимых переменных;
8. Решение задачи Коши для уравнений 2 -го порядка;

9. Метод разделения переменных для уравнений гиперболического и параболического типов;
10. Характеристики. Нахождение характеристик для уравнений и систем;
11. Уравнение Лапласа в криволинейных координатах. Гармонические функции;
12. Простейшие задачи для уравнения Лапласа;
13. Метод разделения переменных для уравнения Лапласа;
14. Функция Грина. Решение задачи Дирихле для уравнения Лапласа;
15. Метод разделения переменных для уравнения теплопроводности;
16. Задачи на полупрямой и на отрезке для волнового уравнения и уравнения теплопроводности. Метод четного и нечетного продолжения;
17. Метод разделения переменных для волнового уравнения;
18. Задача Коши для волнового уравнения. Формула Даламбера;
19. Нахождение общих решений квазилинейных уравнений в частных производных 1-го порядка.

3.4. Темы лабораторных работ не предусмотрено

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов раздела "Квазилинейные уравнения 1 порядка"
2. Обсуждение материалов раздела "Канонические формы квазилинейных уравнений 2 порядка. Теорема Коши-Ковалевской"
3. Обсуждение материалов раздела "Задача Коши для уравнений гиперболического типа"
4. Обсуждение материалов раздела "Задача Коши для уравнений параболического типа"
5. Обсуждение материалов раздела "Гармонические функции. Краевые задачи для уравнений эллиптического типа"
6. Обсуждение материалов раздела "Смешанные задачи для уравнений параболического типа"
7. Обсуждение материалов раздела "Смешанные задачи для уравнений гиперболического типа"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)							Оценочное средство (тип и наименование)	
		1	2	3	4	5	6	7		
Знать:										
основные методы решения краевых задач для уравнений эллиптического типа	ИД-1 _{РПК-2}					+				Контрольная работа/Метод разделения переменных для уравнения Лапласа
основные методы решения смешанных задач для уравнений параболического и гиперболического типов	ИД-1 _{РПК-2}								+	Контрольная работа/Решение краевых и смешанных задач для уравнений 2 порядка методом разделения переменных
основные методы решения задачи Коши	ИД-1 _{РПК-2}			+						Контрольная работа/Задача Коши для волнового уравнения
простейшие математические модели физических явлений и процессов, приводящие к решению линейных уравнений, и принципы их построения	ИД-2 _{РПК-2}					+	+	+		Расчетно-графическая работа/Уравнения математической физики
Уметь:										
приводить линейные уравнения 2 порядка к каноническому виду	ИД-3 _{РПК-2}		+							Контрольная работа/Приведение к каноническому виду линейных уравнений 2 порядка
решать краевые задачи для уравнения Лапласа методом разделения переменных	ИД-4 _{РПК-2}					+				Контрольная работа/Метод разделения переменных для уравнения Лапласа Расчетно-графическая работа/Уравнения математической физики
находить функции Грина для уравнения Лапласа и с их помощью решать задачи Дирихле	ИД-4 _{РПК-2}					+				Контрольная работа/Функция Грина для уравнения Лапласа. Решение задачи Дирихле с помощью функции Грина
решать смешанные задачи для линейных уравнений 2 порядка методом разделения переменных	ИД-4 _{РПК-2}						+	+		Контрольная работа/Метод разделения переменных для волнового уравнения и уравнения теплопроводности Контрольная работа/Решение краевых и смешанных задач для уравнений 2 порядка

									методом разделения переменных Расчетно-графическая работа/Уравнения математической физики
находить общие решения и решать задачу Коши для линейных уравнений 2 порядка	ИД-4 _{РПК-2}			+	+				Контрольная работа/Задача Коши для волнового уравнения Контрольная работа/Задача Коши для линейных уравнений 2 порядка
находить общие решения и решать задачу Коши для квазилинейных уравнений 1 порядка	ИД-4 _{РПК-2}	+							Контрольная работа/Общее решение и решение задачи Коши для уравнений 1 порядка

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

5 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Задача Коши для волнового уравнения (Контрольная работа)
2. Задача Коши для линейных уравнений 2 порядка (Контрольная работа)
3. Общее решение и решение задачи Коши для уравнений 1 порядка (Контрольная работа)
4. Приведение к каноническому виду линейных уравнений 2 порядка (Контрольная работа)

6 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Метод разделения переменных для волнового уравнения и уравнения теплопроводности (Контрольная работа)
2. Метод разделения переменных для уравнения Лапласа (Контрольная работа)
3. Решение краевых и смешанных задач для уравнений 2 порядка методом разделения переменных (Контрольная работа)
4. Функция Грина для уравнения Лапласа. Решение задачи Дирихле с помощью функции Грина (Контрольная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. Уравнения математической физики (Расчетно-графическая работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №5)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих

Экзамен (Семестр №6)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих

В диплом выставляется оценка за 6 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Тихонов, А. Н. Уравнения математической физики : учебник для физико-математических специальностей университетов / А. Н. Тихонов, А. А. Самарский, Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова (МГУ) . – 7-е изд. – М. : Изд-во МГУ : Наука, 2004 . – 798 с. – (Классический университетский учебник) . - ISBN 5-211-04843-1 .;

2. А. Н. Тихонов, А. А. Самарский- "Уравнения математической физики", (Изд. 5-е, стереотип.), Издательство: "Наука", Москва, 1977 - (734 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=468275>;
3. Владимиров, В. С. Уравнения математической физики : учебник для вузов / В. С. Владимиров, В. В. Жаринов . – 2-е изд., стер . – М. : Физматлит, 2008 . – 400 с. - ISBN 978-5-9221-0310-7 .;
4. В. С. Владимиров, В. В. Жаринов- "Уравнения математической физики", Издательство: "Физматлит", Москва, 2000 - (400 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68126>;
5. Тихонов, А. Н. Дифференциальные уравнения : учебник для физических специальностей и специальности "Прикладная математика" / А. Н. Тихонов, А. Б. Васильева, А. Г. Свешников ; Ред. А. Н. Тихонов ; и др. – 4-е изд., стереотип . – М. : Физматлит, 2005 . – 256 с. – (Курс высшей математики и математической физики ; Вып. 6) . - ISBN 5-922102-77-X .;
6. Тихонов А. Н., Васильева А. Б., Свешников А. Г.- "Дифференциальные уравнения", Издательство: "ФИЗМАТЛИТ", Москва, 2002 - (256 с.)
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=48171;
7. Будак, Б. М. Сборник задач по математической физике : Учебное пособие для университетов / Б. М. Будак, А. А. Самарский, А. Н. Тихонов . – 3-е изд. – М. : Наука, 1980 . – 688 с.;
8. Б. М. Будак, А. А. Самарский, А. Н. Тихонов- "Сборник задач по математической физике", (4-е изд., испр.), Издательство: "Физматлит", Москва, 2004 - (688 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=67912>;
9. Филиппов, А. Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям : [учебное пособие] / А. Ф. Филиппов . – 4-е изд . – М. : Эдиториал УРСС, 2011 . – 240 с. – (Классический учебник МГУ) . - ISBN 978-5-397-01632-2 .;
10. Сборник задач по уравнениям математической физики / Ред. В. С. Владимиров . – 3-е изд . – М. : Физматлит, 2001 . – 288 с. - ISBN 5-922100-72-6 .;
11. Чудесенко, В. Ф. Сборник заданий по специальным курсам высшей математики. Типовые расчеты : учебное пособие / В. Ф. Чудесенко . – 5-е изд., стер . – СПб. : Лань-Пресс, 2010 . – 192 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература) . - ISBN 978-5-8114-0661-6 .;
12. Чудесенко В. Ф.- "Сборник заданий по специальным курсам высшей математики (типовые расчеты)", (5-е изд.,стер.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2010 - (192 с.)
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=433;
13. Кузнецов, Л. А. Сборник заданий по высшей математике. Типовые расчеты : учебное пособие для вузов по направлениям подготовки и специальностям в области естественных наук и математики, техники и технологий, образования и педагогики / Л. А. Кузнецов . – 9-е изд., стер . – СПб. : Лань-Пресс, 2007 . – 240 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература) . - ISBN 978-5-8114-0574-9 .;
14. Кузнецов Л. А.- "Сборник заданий по высшей математике. Типовые расчеты", (13-е изд., стер.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2015 - (240 с.)
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=4549;
15. Григорьев, В. П. Нестационарные задачи: Сборник задач по курсу "Уравнения математической физики" / В. П. Григорьев, М. Ф. Черепова, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. – 1997 . – 68 с. : 3.00 .;
16. Смирнов, М. М. Задачи по уравнениям математической физики : Учебное пособие для механико-математических , физико-математических факультетов университетов и втузов / М. М. Смирнов . – 6-е изд., доп . – М. : Наука, 1975 . – 128 с.;
17. М. М. Смирнов- "Задачи по уравнениям математической физики", (Изд. 6-е, доп.), Издательство: "Наука", Москва, 1975 - (128 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=468273>;

18. Григорьев, В. П. Эллиптические уравнения : Сборник задач : Учебное пособие по курсу "Уравнения математической физики" / В. П. Григорьев, М. Ф. Черепова ; Ред. Н. В. Кислов ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 1999 . – 43 с. - ISBN 5-7046-0279-1 : 3.00 ..

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др).

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	М-710, Учебная аудитория каф. МКМ	стол преподавателя, стол учебный, стул, доска меловая
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	М-710а, Учебная аудитория каф. МКМ	стол, стул, доска меловая
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	М-808, Учебная аудитория	стол учебный, стул, доска меловая
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-201, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	М-714, Преподавательская каф. МКМ	рабочее место сотрудника, стул, шкаф, шкаф для документов, шкаф для одежды, тумба, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, книги, учебники, пособия
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	М-301/1, Кладовая	стул
	М-713/1, Учебно-научная лаборатория каф. МКМ	рабочее место сотрудника, стул, шкаф, шкаф для одежды, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, книги, учебники, пособия

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Уравнения математической физики

(название дисциплины)

5 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Общее решение и решение задачи Коши для уравнений 1 порядка (Контрольная работа)
- КМ-2 Приведение к каноническому виду линейных уравнений 2 порядка (Контрольная работа)
- КМ-3 Задача Коши для линейных уравнений 2 порядка (Контрольная работа)
- КМ-4 Задача Коши для волнового уравнения (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	15
1	Квазилинейные уравнения 1 порядка					
1.1	Квазилинейные уравнения 1 порядка		+			
2	Канонические формы квазилинейных уравнений 2 порядка. Теорема Коши-Ковалевской					
2.1	Канонические формы квазилинейных уравнений 2 порядка. Теорема Коши-Ковалевской			+		
3	Задача Коши для уравнений гиперболического типа					
3.1	Задача Коши для уравнений гиперболического типа				+	+
4	Задача Коши для уравнений параболического типа					
4.1	Задача Коши для уравнений параболического типа				+	+
Вес КМ, %:			30	20	30	20

6 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-5 Метод разделения переменных для уравнения Лапласа (Контрольная работа)
- КМ-6 Функция Грина для уравнения Лапласа. Решение задачи Дирихле с помощью функции Грина (Контрольная работа)
- КМ-7 Метод разделения переменных для волнового уравнения и уравнения теплопроводности (Контрольная работа)
- КМ-8 Решение краевых и смешанных задач для уравнений 2 порядка методом разделения переменных (Контрольная работа)
- КМ-9 Уравнения математической физики (Расчетно-графическая работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ- 5	КМ- 6	КМ- 7	КМ- 8	КМ- 9
		Неделя КМ:	4	8	10	13	14
1	Гармонические функции. Краевые задачи для уравнений эллиптического типа						
1.1	Гармонические функции. Краевые задачи для уравнений эллиптического типа		+	+			+
2	Смешанные задачи для уравнений параболического типа						
2.1	Смешанные задачи для уравнений параболического типа				+	+	+
3	Смешанные задачи для уравнений гиперболического типа						
3.1	Смешанные задачи для уравнений гиперболического типа				+	+	+
Вес КМ, %:			20	25	25	25	5