



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.О.04.06 Уравнения в частных производных

Направление подготовки: 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль): Компьютерное моделирование экономических процессов

Квалификация (степень): бакалавр

Форма обучения: очная

Институт: математики, естествознания и техники

Кафедра: математики и методики ее преподавания

	очная форма	очно-заочная форма	заочная форма
Курс	3		
Семестр	6		

Лекции	36		
Лабораторные занятия	—		
Практические (семинарские) занятия	36		
Консультации	2		
Форма(ы) промежуточной аттестации	Экзамен - 0,3		
Контроль	27		
Иные формы работы	—		
Самостоятельная работа	114,7		

Всего часов: 216

Трудоемкость: 6 зачетных единиц.

Разработчик рабочей программы:

кандидат физико-математических наук, доцент Щербатых В.Е.

I. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Цель изучения дисциплины:

- ознакомление студентов с основными типами уравнений математической физики;
- показать связь уравнений с процессами, происходящими в физике, механике и технике, приводящими к этим уравнениям;
- формирование соответствующей культуры мышления, способности к обобщению, анализу.

Задачи изучения дисциплины:

- ознакомление с общей теорией уравнений математической физики;
- исследование уравнений в частных производных второго порядка;
- научить делать правильный выбор метода решения задачи (задача Коши, краевая задача, начально-краевая задача);
- заложить теоретические основы для обоснования и техники применения методов математической физики при решении соответствующих задач;
- осознание неразрывной связи различных математических курсов;
- развитие системного мышления, исследовательских способностей.

Место дисциплины в структуре ОПОП: реализуется в рамках обязательной части ОПОП.

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций:

Код компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-1	Знать: <ul style="list-style-type: none">- факты, концепции, принципы теорий, связанные с прикладной математикой и информатикой;	Знает: <ul style="list-style-type: none">- типы дифференциальных уравнений второго порядка,- физические и механические процессы, описываемые ими,- ориентируется в методах нахождения решений задачи Коши, краевой задачи, начально-краевой задачи.
	Уметь: <ul style="list-style-type: none">- разрабатывать алгоритмы, вычислительные модели и модели данных для решения научно-исследовательских задач;	Умеет: <ul style="list-style-type: none">- приводить уравнения к каноническому виду и классифицировать их,- находить метод решения конкретного уравнения и применять его для нахождения решения.
	Владеть: <ul style="list-style-type: none">- навыками применения математического аппарата для решения научно-исследовательских задач.	Владеет: <ul style="list-style-type: none">- основами теории уравнений эллиптического, параболического и гиперболического типов,- теорией потенциала,- методом характеристик,- методом Фурье,- методом функции Грина.

II. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся
с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу

Очная форма обучения

№ п/п	Наименование разделов и тем	Всего	Аудиторные занятия			Сам. раб.
			ЛК	ПЗ	ЛБ	
	Раздел 1. Вывод основных уравнений математической физики	20	4	2		14
1.	Тема1. Вывод основных уравнений математической физики.	6	2			4
2.	Тема2. Постановка основных задач для уравнений в частных производных. Понятие о корректно поставленной задаче математической физики. Пример Адамара	14	2	2		10
	Раздел 2. Классификация уравнений	21	3	4		14
3.	Тема3. Типы уравнений второго порядка. Приведение к каноническому виду уравнений второго порядка	21	3	4		14
	Раздел 3. Уравнения гиперболического типа	65	11	12		42
4.	Тема4. Уравнение колебания струны. Ограниченная и неограниченная струна. Решение Даламбера. Задача Коши	21	3	4		14
5.	Тема6. Метод Фурье для уравнений свободных колебаний струны	20	4	4		12
6.	Тема7. Вынужденные колебания струны, закрепленной на концах	14	2	2		10
7.	Тема8. Вынужденные колебания струны с подвижными концами	10	2	2		6
	Раздел 4. Уравнения параболического типа	32,7	8	8		16,7
8.	Тема10. Первая краевая задача	18,7	4	4		10,7
9.	Тема11. Задача Коши	14	4	4		6
	Раздел 5. Уравнения эллиптического типа	48	10	10		28
10.	Тема12. Уравнение Лапласа. Формулы Грина. Интегральное представление произвольной функции.	6	1	1		4
11.	Тема13. Основные свойства гармонических функций	6	1	1		4
12.	Функция Грина оператора Лапласа	8	2	2		4
	Решение внутренней и внешней задач Дирихле для шара.	20	4	4		12

13.	Задача Неймана. Теорема единственности	8	2	2		4
14.	Экзамен	29,3				
	Итого за 6 семестр	216	36	36		114,7
	ИТОГО:	216	36	36		114,7

Очно-заочная форма обучения не реализуется

Заочная форма обучения не реализуется

III. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Текущая аттестация проводится в форме контрольной работы.

Типовой вариант контрольной работы №1:

1) Определить тип дифференциального уравнения

$$\frac{\partial^2 u(x,y,z)}{\partial x^2} - 2 \frac{\partial^2 u(x,y,z)}{\partial z^2} + 4 \frac{\partial^2 u(x,y,z)}{\partial x \partial y} - \frac{\partial u(x,y,z)}{\partial y} + y^2 u(x,y,z) = 0.$$

2) Определить тип и привести к каноническому виду уравнение:

$$u_{xx} + 2u_{xy} - 3u_{yy} + 2u_x + 7u_y - 3u = 0.$$

3) Найти общее решение уравнения:

$$u_{xx} + 2u_{xy} - 15u_{yy} = 0.$$

4) Решить задачу Коши:

$$u_{tt} = u_{xx}, t > 0, x \in R,$$

$$u(x, 0) = e^{-x^2}, \quad x \in R,$$

$$u_t(x, 0) = \frac{1}{1+x^2}, \quad x \in R.$$

Типовой вариант контрольной работы №2:

1) Решить задачу Коши:

$$u_t = u_{xx}, \quad t > 0, x \in R,$$

$$u(x, 0) = e^{-x}, \quad x \in R.$$

2) Решить первую смешанную задачу на отрезке:

$$u_t = 4u_{xx}, \quad t > 0, x \in (0; 2),$$

$$u(x, 0) = \sin^3 2\pi x - \sin 4\pi x, \quad u(0, t) = u(2, t) = 0.$$

2) Решить краевую задачу Дирихле для уравнения Лапласа в круге:

$$\Delta u = 0, \quad 0 \leq r < 2,$$

$$u|_{r=2} = 2\cos^3 \varphi - \sin^3 \varphi + \sin \varphi.$$

Промежуточная аттестация обучающихся осуществляется в форме экзамена с использованием следующих оценочных материалов: перечень вопросов к экзамену.

Вопросы к экзамену (6 семестр, очная форма обучения)

1. Вывод основных уравнений математической физики.
2. Понятие о корректно поставленной задаче математической физики. Пример Адамара.
3. Приведение к каноническому виду уравнений второго порядка с двумя независимыми переменными.
4. Задача Коши для уравнения колебаний струны (случай ограниченной струны).
5. Задача Коши для уравнения колебаний струны (случай неограниченной струны).
6. Формула Пуассона для волнового уравнения.
7. Метод Фурье (свободные и вынужденные колебания струны).
8. Метод Фурье (закрепленные и подвижные концы).
9. Первая краевая задача для уравнения теплопроводности (постановка). Теорема о максимуме и минимуме.
10. Решение первой краевой задачи для уравнения теплопроводности.
11. Задача Коши для уравнения теплопроводности (постановка задачи, единственность).
12. Существование задачи Коши для уравнения теплопроводности.
13. Непрерывная зависимость задачи Коши для уравнения теплопроводности от начальной функции.
14. Уравнение Лапласа. Формулы Грина.
15. Основные свойства гармонических функций
16. Функция Грина оператора Лапласа
17. Решение внутренней и внешней задач Дирихле для шара
18. Задача Неймана. Теорема единственности

IV. ПЕРЕЧЕНЬ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Основная литература

1. Сборник задач по уравнениям математической физики : учебное пособие / В.С. Владимиров, В.П. Михайлов, Т.В. Михайлова, М.И. Шабунин. – 4-е изд., пере-

- раб. и доп. – Москва : Физматлит, 2016. – 518 с. : граф. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=485543> (дата обращения: 06.07.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9221-1692-3. – Текст : электронный.
2. Розендорн, Э.Р. Уравнения с частными производными : учебник / Э.Р. Розендорн, Е.С. Соболева, Г.М. Фатеева ; ред. Э.Р. Розендорн. – 2-е изд., стер. – Москва : Физматлит, 2017. – 334 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=485339> (дата обращения: 06.07.2020). – Библиогр.: с. 324-325. – ISBN 978-5-9221-1756-2. – Текст : электронный.

4.2. Дополнительная литература

1. Треногин, В.А. Уравнения в частных производных : учебное пособие / В.А. Треногин, И.С. Недосекина. – Москва : Физматлит, 2013. – 227 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275574> (дата обращения: 06.07.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9221-1448-6. – Текст : электронный.
2. Сайко, Д.С. Уравнения математической физики : учебное пособие / Д.С. Сайко, Л.Н. Ляхов, Н.В. Минаева. – Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2010. – 137 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=142066> (дата обращения: 06.07.2020). – ISBN 978-5-89448-751-9. – Текст : электронный.

V. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№ пп	Ссылка на информационный ресурс	Наименование разработки в электронной форме	Доступность
1.	https://studwood.ru/	Лекция: уравнения в частных производных	Свободный доступ
2.	http://diplomba.ru/	Презентация: основы теории дифференциальных уравнений в частных производных	Свободный доступ
3.	https://market.yandex.ru/search	Электронные ресурсы по дифференциальным уравнениям в частных производных	Свободный доступ
4.	https://mylektsii.ru/	Лекция: применение частных производных в технике	Свободный доступ
5.	https://go.mail.ru/search_video	Презентация на тему "Решение краевых задач"	Свободный доступ
6.	https://go.mail.ru/search_video	Презентация на тему "Уравнение теплопроводности"	Свободный доступ
7.	https://www.matburo.ru/ex_ma	Практическая работа "Решение дифференциальных уравнений в частных производных"	Свободный доступ
8.	https://textarchive.ru/c-1969081.html	Лекции по начально-краевым задачам математической физики	Свободный доступ

VI. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ

1.	http://www.biblioclub.ru	Электронно-библиотечная система (ЭБС) Университетская библиотека онлайн	Регистрация через любой университетский компьютер. В дальнейшем предоставляется неограниченный индивидуальный доступ из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет
2.	www.garant.ru	Информационно-правовой портал	Свободный доступ
3.	www.elibrary.ru	Российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования	Свободный доступ
4.	window.edu.ru	Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»	Свободный доступ
5.	https://uisrussia.msu.ru	Университетская информационная система «РОССИЯ»	После регистрации
6.	www.iprbookshop.ru	Читальный зал	Свободный доступ
7.	https://openedu.ru	Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование»	Свободный доступ

VII. ЛИЦЕНЗИОННОЕ И СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

При реализации учебной дисциплины применяется следующее лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Windows;
- Microsoft Office;
- LibreOffice и др.

VIII. ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные занятия проводятся в аудиториях, укомплектованных специализированной мебелью, в том числе стационарными или переносными техническими средствами обучения (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Самостоятельная работа проводится в кабинетах, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.