Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«Оренбургский государственный университет»**

Кафедра прикладной математики

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

*«Б1.Д.Б.29 Уравнения математической физики»*

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

*01.03.02 Прикладная математика и информатика*
(код и наименование направления подготовки)

*Прикладное программирование и корпоративные информационные системы*
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

*Бакалавр*

Форма обучения

*Очная*

Год набора 2023

Рабочая программа дисциплины «*Б1.Д.Б.29 Уравнения математической физики*» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра прикладной математики
*наименование кафедры*

протокол № 6 от "18" января 2023 г.

Заведующий кафедрой
Кафедра прикладной математики _____ И.П. Болодурина
*наименование кафедры* *подпись* *расшифровка подписи*

*Исполнители:*
Профессор кафедры прикладной математики _____ Ю.Г. Полкунов
*должность* *подпись* *расшифровка подписи*

_____
*должность* *подпись* *расшифровка подписи*

---

СОГЛАСОВАНО:
Председатель методической комиссии по направлению подготовки
01.03.02 Прикладная математика и информатика _____ И.П. Болодурина
*код наименование* *личная подпись* *расшифровка подписи*

Заведующий отделом комплектования научной библиотеки
_____ Н.Н. Бигалиева
*личная подпись* *расшифровка подписи*

Уполномоченный по качеству факультета
_____ И.В. Крючкова
*личная подпись* *расшифровка подписи*

---

№ регистрации _____

© Полкунов Ю.Г., 2023
© ОГУ, 2023

**1 Цели и задачи освоения дисциплины**

**Цель (цели)** освоения дисциплины:

*Получение студентами фундаментальных знаний по уравнениям математической физики, необходимых при использовании их в профессиональной деятельности.*

**Задачи:**

*- изучение основных определений, теорем и методов уравнений математической физики;*

*- формирование умений в области практического применения методов уравнений математической физики;*

*- приобретение практического опыта применения математических методов в профессиональной деятельности.*

**2 Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к базовой части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.14 Физика, Б1.Д.Б.27 Численные методы, Б1.Д.Б.28 Методы оптимизации, Б1.Д.Б.25 Комплексный анализ*

Постреквизиты дисциплины: *Б2.П.В.П.1 Производственная практика (научно-исследовательская работа), Б2.П.В.П.2 Преддипломная практика, ФДТ.1 Тестирование бизнес-приложений*

**3 Требования к результатам обучения по дисциплине**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

| Код и наименование формируемых компетенций | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций |
|---|---|---|
| ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности | ОПК-1-В-1 Понимает основные положения, концепции и базовые теории в области математических и естественных наук<br>ОПК-1-В-3 Демонстрирует навыки решения типовых задач с учетом основных понятий и общих закономерностей, формулируемых в рамках базовых дисциплин математики, информатики и естественных наук<br>ОПК-1-В-4 Применяет полученные знания математического аппарата для решения конкретных задач в области профессиональной деятельности | **Знать:**<br>Основные фундаментальные знания из области уравнений математической физики<br>**Уметь:**<br>Применять фундаментальные математические знания в профессиональной деятельности<br>**Владеть:**<br>фундаментальными математическими методами и использовать их в профессиональной деятельности |
| ОПК-3 Способен применять и модифицировать математические модели для | ОПК-3-В-2 Подбирает к исследуемой математической модели подходящий метод, получает численный результат и | **Знать:**<br>Знать основные математические модели |

| Код и наименование формируемых компетенций | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций |
|---|---|---|
| решения задач в области профессиональной деятельности | анализирует полученные решения, а также использует полученные результаты в реальных тематических и исследовательских ситуациях | из уравнений математической физики<br>**Уметь:**<br>Применять математические модели в области профессиональной деятельности<br>**Владеть:**<br>Методами, позволяющими реализовывать математические модели в профессиональной дятельности |

## 4 Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц (216 академических часов).

| Вид работы | Трудоемкость, академических часов | | |
|---|---|---|---|
| | 5 семестр | 6 семестр | всего |
| **Общая трудоёмкость** | **108** | **108** | **216** |
| **Контактная работа:** | **34,25** | **35,25** | **69,5** |
| Лекции (Л) | 18 | 18 | 36 |
| Практические занятия (ПЗ) | 16 | 16 | 32 |
| Консультации | | 1 | 1 |
| Промежуточная аттестация (зачет, экзамен) | 0,25 | 0,25 | 0,5 |
| **Самостоятельная работа:**<br>*- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий;*<br>*- подготовка к практическим занятиям;*<br>*- подготовка к коллоквиумам;*<br>*- подготовка к рубежному контролю и т.п.)* | **73,75** | **72,75** | **146,5** |
| **Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)** | **зачет** | **экзамен** | |

Разделы дисциплины, изучаемые в 5 семестре

| № раздела | Наименование разделов | Количество часов | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | всего | аудиторная работа | | | внеауд. работа |
| | | | Л | ПЗ | ЛР | |
| 1 | Построение математических моделей для описания физических процессов | 12 | 2 | - | | 10 |

| № раздела | Наименование разделов | Количество часов | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | всего | аудиторная работа | | | внеауд. работа |
| | | | Л | ПЗ | ЛР | |
| 2 | Классификация уравнений в частных производных | 20 | 2 | 2 | | 16 |
| 3 | Гиперболические уравнения | 28 | 6 | 6 | | 16 |
| 4 | Параболические уравнения | 24 | 4 | 4 | | 16 |
| 5 | Эллиптические уравнения | 24 | 4 | 4 | | 16 |
| | Итого: | 108 | 18 | 16 | | 74 |

Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре

| № раздела | Наименование разделов | Количество часов | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | всего | аудиторная работа | | | внеауд. работа |
| | | | Л | ПЗ | ЛР | |
| 6 | Формулы Грина. Потенциалы | 24 | 4 | 2 | | 18 |
| 7 | Метод граничных элементов для эллиптических дифференциальных уравнений | 28 | 4 | 4 | | 20 |
| 8 | Метод граничных элементов для параболических дифференциальных уравнений | 26 | 4 | 4 | | 18 |
| 9 | Метод граничных элементов для гиперболических дифференциальных уравнений | 30 | 6 | 6 | | 18 |
| | | | | | | |
| | Итого: | 108 | 18 | 16 | | 74 |
| | Всего: | 216 | 36 | 32 | | 148 |

**4.2 Содержание разделов дисциплины**

**1** Построение математических моделей для описания физических процессов

2 Классификация уравнений в частных производных

Замена независимых переменных. Уравнения характеристик. Канонические формы уравнений. Основные уравнения математической физики: уравнение колебаний; уравнение теплопроводности; стационарное решение. Постановка основных краевых задач. Классификация краевых задач. Задача Коши. Краевая задача для уравнений эллиптического типа. Смешанная задача. Корректность постановки задач математической физики.

3 Гиперболические уравнения

Уравнение колебания струны и его решение методом Даламбера. Формула Даламбера. Неоднородное уравнение (Формула Даламбера). Метод продолжений (первая и вторая краевые задачи). Уравнение колебания струны и его решение методом разделения переменных (Метод Фурье). Уравнение свободных колебаний струны (Метод Фурье). Неоднородное уравнение (Метод Фурье).

4 Параболические уравнения

Одномерное уравнение теплопроводности. Постановка краевых задач. Метод разделения переменных для уравнения теплопроводности. Функция мгновенного точечного источника. Одномерная краевая задача. Неоднородное уравнение теплопроводности. Задачи на бесконечной прямой для уравнения теплопроводности. Задача Коши. Краевая задача для полуограниченной прямой.

5 Эллиптические уравнения

Уравнение Лапласа. Постановка краевых задач. Уравнение Лапласа в цилиндрических и сферических координатах. Фундаментальные решения. Гармонические функции и их основные свойства. Решение задачи Дирихле для круга методом Фурье. Решение краевых задач в шаре с использованием сферических функций. Решение задачи Дирихле.

6 Формулы Грина. Потенциалы

Формулы Грина. Интегральное представление решения. Функция источника и ее основные свойства. Поверхностные потенциалы. Применение поверхностных потенциалов к решению краевых задач.

7 Метод граничных элементов для эллиптических дифференциальных уравнений

Плоские модели. Основные уравнения. Сингулярные решения. Непрямой метод граничных элементов для однородной области. Дискретизация поверхностных и объемных интегралов. Формирование матриц системы. Вычисление значений потенциала и скорости во внутренних точках. Трехмерные задачи о потенциальных течениях. Сингулярное решение и соотношения непрямого метода граничных элементов. Дискретизация поверхностных интегралов. Метод граничных элементов в краевых задачах с аппроксимацией границ постоянными элементами.

8 Метод граничных элементов для параболических дифференциальных уравнений

Плоские модели. Основные уравнения. Фундаментальное сингулярное решение. Метод временных шагов. Основные интегральные представления метода граничных элементов для методов пошагового изменения времени.

9 Метод граничных элементов для гиперболических дифференциальных уравнений

Установившиеся колебания. Функции влияния точечных источников. Интегральное представление решения волнового уравнения. Потенциалы. Задачи для бесконечной области. Метод граничных интегральных уравнений, основанный на преобразовании Лапласа. Предварительные замечания. Решение интегральных уравнений при помощи преобразования Лапласа.

### 4.3 Практические занятия (семинары)

| № занятия | № раздела | Тема | Кол-во часов |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 | Классификация уравнений в частных производных | 2 |
| 2-4 | 3 | Гиперболические уравнения | 6 |
| 5-6 | 4 | Параболические уравнения | 4 |
| 7-8 | 5 | Эллиптические уравнения | 4 |
| | | | |
| | | 6 семестр | |
| 9 | 6 | Формулы Грина. Потенциалы | 2 |
| 10-11 | 7 | Метод граничных элементов для эллиптических дифференциальных уравнений | 4 |
| 12-13 | 8 | Метод граничных элементов для параболических дифференциальных уравнений | 4 |
| 14-16 | 9 | Метод граничных элементов для гиперболических дифференциальных уравнений | 6 |
| | | | |
| | | Итого: | 32 |

## 5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

*(В личном кабинете преподавателя, в разделе «Начало» размещены «Рекомендации к оформлению раздела 5 рабочих программ учебных дисциплин»)*

### 5.1 Основная литература

1. Задачи и упражнения по уравнениям математической физики/ Е.С. Соболева, Г.М. Фатеева. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012. - 96 с.: 60x90 1/16. (обложка) ISBN 978-5-9221-1053-2, 300 экз. Режим доступа https://znanium.com/catalog/product/392891.

2. Дзержинский, Р.И. Уравнения математической физики: курс лекций / Р.И. Дзержинский, В.А. Логинов; Министерство транспорта Российской Федерации, Московская государственная

академия водного транспорта. - М.: Альтаир : МГАВТ, 2015. - 67 с.: ил. - Библиогр. в кн.; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429675.

3. Ильин А. М.Уравнения математической физики: Учебник для вузов. - М.: Физматлит -2009. – 193 с. ISBN: 978-5-9221-1036-5 : [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://znanium.com/catalog/product/544745

### 5.2 Дополнительная литература

1. Прокудин, Д.А. Уравнения математической физики: учебное пособие / Д.А. Прокудин, Т.В. Глухарева, И.В. Казаченко; Министерство образования и науки РФ, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Кемеровский государственный университет». - Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2014. - 163 с. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-8353-1631-1; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=278923

2. Павленко А.Н. Уравнения математической физики [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов / А.Н. Павленко, О.А. Пихтилькова. – Оренбург: ОГУ, 2013.

3. Павленко А.Н. Уравнения математической физики [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению контрольной работы / А.Н. Павленко, О.А. Пихтилькова. – Оренбург: ОГУ, 2013.

4. Бенерджи, П. Методы граничных элементов в прикладных науках [Текст] : пер. с англ. / П. Бенерджи, Р. Баттерфилд. - М. : Мир, 1984. - 494 с. : ил.

5. Бахвалов, Н. С. Численные методы [Текст] : учеб. пособие для вузов / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков.- 2-е изд. - М. : Лаборатория базовых знаний, 2001. - 632 с. : ил. - (Технический университет) - ISBN 5-93208-043-4.

6. Марчук, Г. И. Методы вычислительной математики [Текст] : учеб. пособие / Г. И. Марчук.- 4-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2009. - 608 с. - (Классическая учебная литература по математике). - Библиогр.: с. 575-608. - ISBN 978-5-8114-0892-4.

### 5.3 Периодические издания

1. w.mathnet.ru/tmf Журнhttp://wwал «Теоретическая и математическая физика»;
2. http://link.springer.com/journal/volumesAndIssues/10625 Журнал «Дифференциальные уравнения»

### 5.4 Интернет-ресурсы

**Интернет-ресурсы**

1. https://www.coursera.org/ - «Coursera»;
2. https://openedu.ru/ - «Открытое образование»;
3. https://universarium.org/ - «Универсариум»;
4. https://www.lektorium.tv/ - «Лекториум»;
5. https://www.lektorium.tv/mooc - «Лекториум», МООК: «Дискретная математика»
6. https://online.mephi.ru/ Образовательный портал НИЯУ МИФИ
7. http://www.mathnet.ru/php/journal.phtml?jrnid=de&option_lang=rus Сборник журналов по математике.

**5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

1. Операционная система Microsoft Windows
2. Open Office/LibreOffice - свободный офисный пакет программ, включающий в себя текстовый и табличный редакторы, редактор презентаций и другие офисные приложения.
3. Интегрированная система решения математических, инженерно-технических и научных задач PTC MathCAD 14.0

**6 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.