

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра прикладной математики

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**ДИСЦИПЛИНЫ**

*«Б.1.Б.18 Математическая физика»*

Уровень высшего образования

**БАКАЛАВРИАТ**

Направление подготовки

*03.03.02 Физика*

(код и наименование направления подготовки)

*Физика конденсированного состояния*

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Тип образовательной программы

*Программа академического бакалавриата*

Квалификация

*Бакалавр*

Форма обучения

*Очная*

Год набора 2016

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра прикладной математики

*наименование кафедры*

протокол № 7 от "19" марта 2016 г.

Заведующий кафедрой

Кафедра прикладной математики

*наименование кафедры*



*подпись*

И.П. Болодурина

*расшифровка подписи*

Исполнители:

Доцент

*должность*



*подпись*

Завалий М.В.

*расшифровка подписи*

*должность*

*подпись*

*расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

03.03.02 Физика

*код наименование*



*личная подпись*

Бергинский В.Л.

*расшифровка подписи*

Заведующий отделом комплектования научной библиотеки

*личная подпись*



Т.В. Истомина

*расшифровка подписи*



Уполномоченный по качеству факультета

*личная подпись*



В.В. Крашкова

*расшифровка подписи*

№ регистрации 43355

© Завалий М.В., 2016

© ОГУ, 2016

## 1 Цели и задачи освоения дисциплины

### Цель (цели) освоения дисциплины:

усвоение основных математических методов физики, овладение навыками применения математических моделей, возникающих при математическом моделировании физических процессов, приобретение способности корректно ставить основные краевые задачи, изучение методов решения поставленных задач математической физики, а также формирование у студента набора компетенций, соответствующих его специализации и обеспечивающих его конкурентоспособность на рынке труда.

### Задачи:

- изучение основных математических моделей, описывающих физические явления и функционирование физических систем, приводящих к дифференциальным уравнениям в частных производных;
- формирование способности четко ставить основные задачи математической физики, основные краевые задачи и находить соответствующие методы их решения;
- умение анализировать полученные решения;
- изучение методов обработки математических моделей физических явлений;
- развитие у студентов умения самостоятельно изучать учебную и научную литературу;
- повышение общей математической подготовки и развитие логического и творческого мышления.

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к базовой части блока 1 «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б.1.Б.10.1 Математический анализ, Б.1.Б.11 Механика*

Постреквизиты дисциплины: *Б.1.Б.19 Теоретическая механика и механика сплошных сред, Б.1.Б.20 Электродинамика и электродинамика сплошных сред, Б.1.Б.21 Статистическая физика и кинетика*

## 3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
<p><b>Знать:</b> содержание процессов самоорганизации и самообразования, их особенностей и технологий реализации, исходя из целей совершенствования профессиональной деятельности.</p> <p><b>Уметь:</b> -планировать цели и устанавливать приоритеты при выборе способов принятия решений с учетом условий, средств, личностных возможностей и временной перспективы достижения; осуществления деятельности; -самостоятельно строить процесс овладения информацией, отобранной и структурированной для выполнения профессиональной деятельности.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками работы с электронными библиотеками, базами данных, литературой и другими информационными источниками.</p>	ОК-7 способностью к самоорганизации и самообразованию
<p><b>Знать:</b> методы и способы поиска необходимой информации, математические ресурсы библиотек и сети Интернет по методам математической физики.</p> <p><b>Уметь:</b> пользоваться справочной математической литературой по</p>	ОПК-4 способностью понимать сущность и значение информации в развитии современного

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
<p>математической физике и соответствующими ресурсами сети Интернет.</p> <p><b>Владеть:</b> методами и приемами получения и систематизации знаний в области математической физики., методами информационной безопасности</p>	<p>общества, сознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности</p>
<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- принципы работы технических и программных средств в информационных системах;</li> <li>- типы и структуры данных, основные виды обработки данных</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать специализированные прикладные программы;</li> <li>- разрабатывать и составлять алгоритмы решения задач практической направленности;</li> <li>- реализовывать разработанные алгоритмы программами</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- приемами работы в различных ОС;</li> <li>- методами поиска и обработки информации по профилю деятельности</li> </ul>	<p>ОПК-5 способностью использовать основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации и навыки работы с компьютером как со средством управления информацией</p>
<p><b>Знать:</b> основные понятия, теоремы и методы математической физики и ее приложений.</p> <p><b>Уметь:</b> решать стандартные прикладные задачи; использовать для решения задач математической физики специализированные пакеты прикладных программ.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками работы с учебной литературой и информационно-коммуникационными технологиями; основной терминологией и понятийным аппаратом математической физики.</p>	<p>ОПК-6 способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности</p>
<p><b>Знать:</b> основные физические принципы теоретической механики, оптики, электродинамики и физики конденсированного состояния.</p> <p><b>Уметь:</b> пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями физики</p> <p><b>Владеть:</b> методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации.</p>	<p>ПК-1 способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин</p>
<p><b>Знать:</b> педагогическая деятельность при изложении основных физических принципов теоретической механики, оптики, электродинамики и физики конденсированного состояния.</p> <p><b>Уметь:</b> организовывать и анализировать педагогическую деятельность пользуясь теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями физики</p> <p><b>Владеть:</b> последовательностью изложения материала и междисциплинарные связи физики с другими дисциплинами при обработке и анализе экспериментальной и теоретической информации.</p>	<p>ПК-9 способностью проектировать, организовывать и анализировать педагогическую деятельность, обеспечивая последовательность изложения материала и междисциплинарные связи физики с другими дисциплинами</p>

## 4 Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 академических часа).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	5 семестр	всего
<b>Общая трудоёмкость</b>	<b>144</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа:</b>	<b>35,25</b>	<b>35,25</b>
Лекции (Л)	18	18
Практические занятия (ПЗ)	16	16
Консультации	1	1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25
<b>Самостоятельная работа:</b> - самостоятельное изучение разделов (Вывод уравнений малых продольных колебаний упругого стержня и малых поперечных колебаний мембраны, задача Коши для двумерного волнового уравнения, решение задачи Дирихле для шара.); - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий); - подготовка к коллоквиумам; - подготовка к рубежному контролю	<b>108,75</b>	<b>108,75</b>
<b>Вид итогового контроля</b>	<b>экзамен</b>	

Разделы дисциплины, изучаемые в 5 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1.	Применение методов математической физики для описания общих закономерностей различных физических явлений.	11	3		-	8
2.	Дифференциальные уравнения первого порядка.	21	1		4	16
3.	Классификация дифференциальных уравнений второго порядка в частных производных.	14	2		2	10
4.	Метод распространяющихся волн.	21	2		3	16
5.	Метод разделения переменных.	13	2		1	10
6.	Метод Римана.	10	2		-	8
7.	Уравнения эллиптического типа.	18	2		2	14
8.	Уравнения параболического типа	18	2		2	14
9.	Специальные функции.	18	2		2	14
	Итого:	144	18	16		110
	Всего:	144	18	16		110

### 4.2 Содержание разделов дисциплины

#### Раздел № 1 Применение методов математической физики для описания общих закономерностей различных физических явлений

Понятие о построении математических моделей физических задач. Корректно и некорректно поставленные задачи. Примеры. Вывод основных уравнений математической физики – волнового,

теплопроводности, Лапласа и Пуассона. Физические задачи, приводящие к ним. Условия применимости различных математических моделей.

## **Раздел № 2 Дифференциальные уравнения первого порядка**

Линейные однородные дифференциальные уравнения в частных производных первого порядка: интегральная поверхность, интеграл системы, система первых интегралов, общее решение.

## **Раздел № 3 Классификация дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка**

Типы линейных дифференциальных уравнений второго порядка в частных производных. Приведение к каноническому виду дифференциального уравнения второго порядка от двух независимых переменных. Понятие характеристики.

## **Раздел № 4 Метод распространяющихся волн**

Задача Коши для одномерного волнового уравнения: постановка задачи Коши, общее решение уравнения, бегущие волны. Формула Даламбера, распространение волн. Корректность задачи Коши для уравнения колебаний струны. Характеристический треугольник фазовой плоскости. Отражение волн в случае полубесконечной струны.

## **Раздел № 5 Метод разделения переменных**

Постановка краевой задачи для одномерного волнового уравнения. Метод Фурье разделения переменных. Задача Штурма-Лиувилля. Собственные значения и собственные функции. Вещественность собственных значений, ортогональность собственных функций. Ряд Фурье по собственным функциям.

## **Раздел № 6 Метод Римана**

Постановка задачи Коши для общего уравнения гиперболического типа с двумя независимыми переменными. Вывод формулы Римана. Существование и единственность функции Римана. Обобщенный принцип суперпозиции. Симметрия функции Римана сопряженных операторов. Существование задачи Коши. Задача Коши для телеграфного уравнения.

## **Раздел № 7 Уравнения эллиптического типа**

Уравнение Лапласа, гармонические функции. Фундаментальные решения уравнения Лапласа. Первая, вторая и интегральная формулы Грина для гармонических функций. Теорема о среднем. Принцип максимума и минимума для гармонических функций. Теоремы Гарнака о последовательностях гармонических функций.

Основные задачи для уравнений Лапласа и Пуассона. Задачи Дирихле и Неймана, внутренние и внешние. Преобразование Кельвина. Поведение гармонической функции на бесконечности. Сведение внешних задач к внутренним.

Метод функции Грина. Построение функции Грина и ее свойства.

Решение задачи Дирихле и Неймана с помощью функции Грина. Решение задачи Дирихле для шара. Формула Пуассона.

## **Раздел № 8 Уравнения параболического типа**

Одномерное уравнение теплопроводности. Постановка краевых задач. Принцип максимума. Теоремы единственности. Метод разделения переменных для уравнения теплопроводности. Однородная краевая задача. Неоднородное уравнение теплопроводности. Общая первая краевая задача. Задачи на бесконечной прямой: задача Коши, краевые задачи для полуограниченной прямой.

## **Раздел № 9 Специальные функции**

Функции Бесселя. Полное разделение переменных в уравнении колебаний круглой мембраны. Многочлены Лежандра. Определение потенциала внутри сферы. Сферические функции. Задача Дирихле для шара.

### 4.3 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	2,3	Решение дифференциальных уравнений в частных производных первого и второго порядков. Приведение к каноническому виду дифференциальных уравнений второго порядка с двумя неизвестными.	2
2	4	Постановка краевых задач. Решение задачи Коши для уравнений гиперболического типа с помощью метода характеристик.	2
3	4	Решение задачи Коши для свободных колебаний струны. Решение задачи Коши для вынужденных колебаний струны. Формула Даламбера.	2
4	7	Гармонические функции. Перевод оператора Лапласа из декартовых координат в полярные и цилиндрические. Решение краевых задач для уравнения Лапласа	2
5	7	Построение функции Грина краевой задачи и решение краевых задач с помощью функции Грина.	2
6	8	Постановка задач для уравнения теплопроводности. Решение смешанной задачи для однородного уравнения теплопроводности методом разделения переменных.	2
7	8	Решение задачи Коши для уравнения теплопроводности.	2
8	9	Применение специальных функций для решения различных задач математической физики.	2
		Итого	16

## 5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 5.1 Основная литература

1. Ильин А. М. Уравнения математической физики: Учебник для вузов. - М.: Физматлит -2009. – 193 с. ISBN: 978-5-9221-1036-5 [Электронный ресурс] – Режим доступа: [WWW.URL:http://biblioclub.ru/69318\\_Uravneniya\\_matematicheskoi\\_fiziki.html](http://biblioclub.ru/69318_Uravneniya_matematicheskoi_fiziki.html)
2. Будак Б.М., Самарский А.А., Тихонов А.И. Сборник задач по математической физике. М.: Физматлит, 2003. – 688 с. ISBN: 978-5-9221-0311-4 [Электронный ресурс] – Режим доступа: [WWW.URL:http://biblioclub.ru/67912\\_Sbornik\\_zadach\\_po\\_matematicheskoi\\_fizike.html](http://biblioclub.ru/67912_Sbornik_zadach_po_matematicheskoi_fizike.html)

### 5.2 Дополнительная литература

1. Владимиров, В. С. Уравнения математической физики [Текст] : учеб. для вузов / В. С. Владимиров, В. В. Жаринов. - М. : Физико-математическая литература, 2000. - 400 с - ISBN 5-9221-0011-4.
2. Мартинсон, Л. К. Дифференциальные уравнения математической физики [Текст] : учебник для вузов / Л. К. Мартинсон, Ю. И. Малов; под ред. В. С. Зарубина, А. П. Крищенко.- 3-е изд., испр. - М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. - 368 с. - (Математика в техническом университете ; вып. XII). - Библиогр.: с. 361-362. - Предм. указ.: с. 363. - ISBN 5-7038-2792-2. - ISBN 5-7038-2484-2.
3. Самарский, А. А. Численные методы математической физики [Текст] : учеб. пособие / А. А. Самарский, А. В. Гулин.- 2-е изд. - М. : Научный мир, 2003. - 316 с. - Библиогр.: с. 311-312. - Предм. указ.: с. 313-315. - ISBN 5-89176-196-3.
4. Павленко А.Н. Уравнения математической физики [Электронный ресурс] / Павленко А.Н., Пихтилькова О.А. - Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2013.
5. Павленко, А. Н. Уравнения математической физики (параболический тип) [Электронный ресурс] : метод. указания к выполнению расчет.-граф. задания / А. Н. Павленко; - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 266 КБ). - Оренбург : ГОУ ОГУ, 2009.
6. Павленко, А. Н. Уравнения математической физики (эллиптический тип) [Электронный ресурс] : метод. указания к выполнению расч.- граф. задания / А. Н. Павленко; - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 216 КБ). - Оренбург : ГОУ ОГУ, 2009.

7. Павленко, А. Н. Уравнения математической физики (гиперболический тип) [Электронный ресурс] : метод. указания к выполнению расч.-граф. задания / А. Н. Павленко; - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 207 КБ). - Оренбург : ИПК ГОУ ОГУ, 2010.

### **5.3 Периодические издания**

Прикладная математика и механика: - журнал. – М.: Агентство «Роспечать», 2016

### **5.4 Интернет-ресурсы**

<https://www.lektorium.tv/mooc> - «Лекториум» MOOK,  
[www.math.reshebnik.ru](http://www.math.reshebnik.ru) – Методы высшей математики,  
[www.matburo.ru](http://www.matburo.ru) – Материалы по высшей математике.  
[www.exponenta.ru](http://www.exponenta.ru) – Internet-класс по высшей математике.

### **5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий**

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 оснащено компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.