

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

Кафедра прикладной математики



УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета математики и информационных технологий

С.А. Герасименко

(подпись, расшифровка подписи)

"24" апреля 2015 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

*«Б.1.Б.18 Методы математической физики»*

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

*03.03.03 Радиофизика*

(код и наименование направления подготовки)

*Квантовая электроника*

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Тип образовательной программы

*Программа академического бакалавриата*

Квалификация

*Бакалавр*

Форма обучения

*Очная*

**Рабочая программа дисциплины «Б.1.Б.18 Методы математической физики» /сост.  
С.В. Ханжин - Оренбург: ОГУ, 2015**

Рабочая программа предназначена студентам очной формы обучения по направлению подготовки 03.03.03 Радиофизика

## Содержание

1 Цели и задачи освоения дисциплины .....	4
2 Место дисциплины в структуре образовательной программы .....	4
3 Требования к результатам обучения по дисциплине .....	6
4 Структура и содержание дисциплины .....	7
4.1 Структура дисциплины .....	7
4.2 Содержание разделов дисциплины .....	8
4.3 Практические занятия (семинары) .....	9
5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины .....	9
5.1 Основная литература .....	9
5.2 Дополнительная литература .....	9
5.3 Периодические издания .....	10
5.4 Интернет-ресурсы .....	10
5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий .....	10
6 Материально-техническое обеспечение дисциплины .....	10
Лист согласования рабочей программы дисциплины .....	11

## 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 численных 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 численных 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.16.1 Математический анализ, Б.1.Б.16.3 Дифференциальные и интегральные уравнения и вариационное исчисление, Б.1.Б.17 Информатика и программирование*

Требования к входным результатам обучения, необходимым для освоения дисциплины

Предварительные результаты обучения, которые должны быть сформированы у обучающегося до начала изучения дисциплины	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> основы математического анализа, дифференциальных и интегральных уравнений, основные понятия информатики и программирования.</p> <p><b>Уметь:</b> доказывать основные теоремы математического анализа, решать типовые учебные задачи по основным разделам математического анализа, дифференциальных и интегральных уравнений.</p>	ОПК-1 способностью к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности

Предварительные результаты обучения, которые должны быть сформированы у обучающегося до начала изучения дисциплины	Компетенции
<p><b>Владеть:</b> основной терминологией и понятийным аппаратом высшей математики</p>	
<p><b>Знать:</b> аппарат математического анализа, необходимый для решения профессиональных задач в области физики и смежных с ней дисциплинах; основные понятия, теоремы и методы дифференциальных и интегральных уравнений и вариационного исчисления и их приложения; теоретические основы, основные понятия, законы и модели механики.</p> <p><b>Уметь:</b> доказывать основные теоремы и решать классические задачи дифференциальных и интегральных уравнений и вариационного исчисления; использовать дополнительные сведения из специальных разделов математического анализа и других разделов высшей математики для решения профессиональных задач; понимать, излагать и критически анализировать базовую общефизическую информацию; пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями физики.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками построения математических моделей конкретных прикладных задач, а также навыками последующего применения методов математического анализа к исследованию полученных моделей; методами построения решений дифференциальных уравнений и систем, исследования их на устойчивость, решения интегральных уравнений, решения экстремальных задач вариационного исчисления.</p>	<p>ОПК-2 способностью самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии</p>
<p><b>Знать:</b> основные задачи физики и модели физических явлений.</p> <p><b>Уметь:</b> строить процесс овладения информацией, отобранной и структурированной для выполнения профессиональной деятельности.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками работы с учебной литературой и информационно-коммуникационными технологиями; основной терминологией и понятийным аппаратом математического анализа, дифференциальных и интегральных уравнений, информатики и программирования.</p>	<p>ОПК-3 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 радиоэлектроники.</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 понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования</p>
<p><b>Знать:</b> пакеты прикладных программ, ориентированных на решение математических задач.</p> <p><b>Уметь:</b> вычислять численными методами производные и интегралы в специализированном программном пакете</p> <p><b>Владеть:</b> способами использования современных информационно-коммуникационных технологий обработки физической информации.</p>	<p>ПК-3 владением компьютером на уровне опытного пользователя, применению информационных технологий</p>

Постреквизиты дисциплины: *Б.1.Б.25 Статистическая радиофизика, Б.1.В.ОД.2 Математическое моделирование физических процессов, Б.1.В.ОД.4 Магнитная релаксация и методы радиоспектроскопии, Б.1.В.ОД.7 Динамика нелинейных систем в лазерной, химической и биологической физике, Б.1.В.ДВ.5.2 Современные материалы с микро и наноструктурой*

### 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> методы и приемы самоорганизации и дисциплины в получении и систематизации знаний в области математической физики.</p> <p><b>Уметь:</b> самостоятельно приобретать и использовать новые знания и умения в области математической физики</p> <p><b>Владеть:</b> технологиями организации процесса самообразования; приемами целеполагания во временной перспективе, способами планирования, организации, самоконтроля и самооценки деятельности.</p>	<p>ОК-7 способностью к самоорганизации и самообразованию</p>
<p><b>Знать:</b> основные задачи, уравнения и методы математической физики; физический смысл основных понятий и фактов математической физики и сферы их применения.</p> <p><b>Уметь:</b> корректно поставить задачу и определить краевые условия; аналитически и численно решать основные задачи математической физики и корректно интерпретировать полученные результаты.</p> <p><b>Владеть:</b> основной терминологией и понятийным аппаратом математической физики; основными аналитическими и численными методами решения уравнений в частных производных.</p>	<p>ОПК-1 способностью к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности</p>
<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 математической физике и соответствующими ресурсами сети Интернет.</p> <p><b>Владеть:</b> методами и приемами получения и систематизации знаний в области математической физики.</p>	<p>ОПК-2 способностью самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии</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-3 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> специализированные математические пакеты прикладных программ.</p> <p><b>Уметь:</b> пользоваться пакетами прикладных программ, ориентированных на решение математических задач.</p> <p><b>Владеть:</b> приемами численного решения дифференциальных уравнений в частных производных с помощью специальных прикладных программ.</p>	<p>ПК-3 владением компьютером на уровне опытного пользователя, применению информационных технологий</p>

## 4 Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц (144 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	6 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>	<b>108,75</b>	<b>108,75</b>
- <i>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.);</i>	50	50
- <i>самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий);</i>	20	20
- <i>подготовка к лабораторным занятиям;</i>	20	20
- <i>подготовка к коллоквиумам;</i>	10	10
- <i>подготовка к рубежному контролю и т.п.)</i>	8,75	8,75
<b>Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)</b>	<b>экзамен</b>	

Разделы дисциплины, изучаемые в 6 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 расч.-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**

Периодическая литература не рекомендуется к изучению дисциплины.

### **5.4 Интернет-ресурсы**

[www.math.reshebnik.ru](http://www.math.reshebnik.ru) - Этот сайт призван помочь в первую очередь студентам первого и второго курсов технических ВУЗов, изучающих высшую математику. Материалы, представленные на данном сайте, должны помочь всем: и тем, кто решает сам (здесь вы найдете задания и образцы решений), и тем, кто не может справиться самостоятельно с решением задач.

[www.matburo.ru](http://www.matburo.ru) – На сайте предлагаются ссылки на лучшие материалы по высшей математике математике.

[www.exponenta.ru](http://www.exponenta.ru) – Internet-класс по высшей математике: Вся математика, от пределов и производных до методов оптимизации, уравнений математической физики и проверки статистических гипотез в среде самых популярных математических пакетов.

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

Лицензионное программное обеспечение, имеющееся в компьютерном классе кафедры радиофизики и электроники.

### **6 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

1. Компьютерный класс, оснащенный современной техникой (PENTIUM 3, PENTIUM 4, IN-TEL CORE 2)

2. LCD – проектор EPSON EMP-X3;

3. Ноутбук ASUS A6RP;

4. Экран для проектора ЭКСКЛЮЗИВ MW 213\*213.

