

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б1.В.13 Уравнения математической физики

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

01.03.04 Прикладная математика

Направленность (профиль)

01.03.04 Прикладная математика

Форма обучения

очная

Год набора

2023

Красноярск 2023

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Программу составили \_\_\_\_\_

д.ф.-м.н., профессор, Рыжков И.И.

\_\_\_\_\_  
должность, инициалы, фамилия

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель преподавания дисциплины

Курс “Уравнения математической физики” является одним из базовых курсов цикла специальных дисциплин для направления «Прикладная математика».

Целью курса является получение целостного представления о процессах и явлениях, имеющих физическую природу, понимание возможности современных математических методов познания природы и овладение ими на уровне, необходимом для решения задач, имеющих естественнонаучное содержание.

### 1.2 Задачи изучения дисциплины

Задача курса – освоение методов исследования задач уравнений математической физики и умение их использовать

### 1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине
<b>ПК-3: Способен применять математический аппарат для решения поставленных задач.</b>	
ПК-3.1: Знать основы применения математического аппарата для решения поставленных задач.	Принципы построения математических моделей стационарных и нестационарных процессов Сформулировать математическую модель (уравнения и граничные условия) на основе физической модели математическим аппаратом для решения задач математической физики (методы упрощения и интегрирования дифференциальных уравнений в частных производных)
ПК-3.2: Уметь самостоятельно разрабатывать математические модели, на основе содержательного и физического описания процессов и объектов.	Принципы построения математических моделей процессов распространения колебаний, теплопроводности, диффузии выбрать метод решения поставленной задачи математическим аппаратом для решения задач математической физики
ПК-3.3: Владеть основными понятиями и результатами основополагающих математических дисциплин;	постановки основных начально-краевых задач и условия их корректности построить решение и дать его физическую интерпретацию математическим аппаратом для решения задач математической физики (метод разделения переменных, метод функции источника, метод интегральных преобразований)

### 1.4 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины: Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется с применением ЭО и ДОТ

URL-адрес и название электронного обучающего курса: <https://e.sfu-kras.ru/enrol/index.php?id=3079>.

## 2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Сем естр	
		1	2
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>4 (144)</b>		
занятия лекционного типа	2 (72)		
практические занятия	2 (72)		
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>3 (108)</b>		
курсовое проектирование (КП)	Нет		
курсовая работа (КР)	Нет		
<b>Промежуточная аттестация (Экзамен)</b>	<b>2 (72)</b>		

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

#### 3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

		Контактная работа, ак. час.							
№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа				Самостоятельная работа, ак. час.	
				Семинары и/или Практические занятия		Лабораторные работы и/или Практикумы			
		Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС
<b>1. Классификация уравнений с частными производными второго порядка</b>									
	1. 1. Классификация уравнений с частными производными второго порядка. 2. Канонические формы линейных уравнений с постоянными коэффициентами. 3. Классификация уравнения второго порядка со многими независимыми переменными	4							
	2. Приведение уравнений второго порядка с двумя и со многими независимыми переменными к каноническому виду			4					
	3. Классификация уравнений с частными производными второго порядка							8	
<b>2. Вывод основных уравнений математической физики и постановка задач</b>									

1. 1. Уравнение малых поперечных колебаний стержня. 2. Уравнение малых продольных колебаний стержня. 3. Уравнение малых поперечных колебаний мембраны. 4. Уравнение переноса тепла в стержне. 5. Уравнение переноса тепла в пространстве. 6. Уравнение распространение примеси в пространстве. 7. Основные типы краевых задач	4							
2. Постановка начально-краевых задач для основных уравнений математической физики			4					
3. Постановка начально-краевых задач							8	
<b>3. Уравнения гиперболического типа</b>								
1. 1. Постановка краевых задач о поперечных колебаниях струны. 2. Редукция общей задачи. 3. Энергия колебаний струны. 4. Теорема единственности.	2							
2. Метод распространяющихся волн. 1. Формула Д'Аламбера. 2. Физическая интерпретация формулы Д'Аламбера. Характеристики. 3. Неоднородное волновое уравнение. 4. Устойчивость решений. 5. Полуограниченная прямая и метод продолжения. 6. Задачи для ограниченного отрезка.	6							
3. Решение задач о колебаниях струн и стержней методом распространяющихся волн			6					
4. Метод разделения переменных. 1. Задача о свободных колебаниях струны. Функция источника. 2. Физическая интерпретация решения. 3. Представление произвольных колебаний в виде суперпозиции стоячих волн. 4. Решение неоднородного уравнения. 5. Редукция общей задачи. 6. Колебания струны в среде с сопротивлением. 7. Задачи без начальных условий	8							

5. Решение задач о колебаниях струн и стержней методом разделения переменных			8					
6. Распространение волн в пространстве. 1. Задача Коши для уравнения колебаний в пространстве. 2. Формулы Грина. 3. Метод усреднения. 4. Метод спуска. 5. Физическая интерпретация решений. 6. Метод отражения. 7. Характеристический конус.	6							
7. Решение задач о распространении волн в пространстве			4					
8. Колебания органических объемов. 1. Постановка задачи. 2. Задача Штурма-Лиувилля. Свойства собственных значений и собственных функций. 3. Решение задачи методом разделения переменных. 4. Колебания прямоугольной мембраны. 5. Колебания круглой мембраны.	4							
9. Решение задач о колебаниях ограниченных объемов			6					
10. Метод интегральных преобразований. 1. Преобразование Фурье. 2. Применение к решению начально-краевых задач. 3. Преобразование Лапласа.	2							
11. Применение метода интегральных преобразований к решению задач для волнового уравнения			4					
12. Решение начально-краевых задач для гиперболических уравнений							20	
<b>4. Уравнения параболического типа</b>								
1. 1. Постановка основных начально-краевых задач для уравнений параболического типа. 2. Принцип максимума. 3. Теорема единственности. 4. Непрерывная зависимость решения от начальных и граничных условий	2							



2. Метод разделения переменных. 1. Первая краевая задача для однородного уравнения теплопроводности на отрезке. 2. Функция источника. 3. Неоднородное уравнение теплопроводности. 4. Общая первая краевая задача	4							
3. Решение начально-краевых задач для уравнения теплопроводности методом разделения переменных			6					
4. 1. Задача Коши для уравнения теплопроводности. 2. Функция источника для бесконечной прямой и ее физическая интерпретация.	2							
5. 1. Краевые задачи для полуограниченной прямой. Метод продолжения. 2. Учет неоднородных граничных условий. 3. Задача о фазовом переходе. 4. Задачи без начальных условий.	6							
6. Решение начально-краевых задач для уравнения теплопроводности на бесконечной и полуограниченной прямых			6					
7. Распространение тепла в неограниченном пространстве. 1. Функция температурного влияния точечного источника. 2. Решение задачи Коши о распространении тепла в пространстве.	2							
8. Распространение тепла в ограниченных телах. 1. Схема метода разделения переменных. 2. Задача об остывании круглого цилиндра.	2							
9. Решение начально-краевых задач о распространении тепла в пространстве и в ограниченных телах			4					
10. Дельта-функция Дирака и ее свойства	2							
11. Применение дельта-функции к решению начально-краевых задач			2					

12. Решение начально-краевых задач для параболических уравнений								38	
<b>5. Уравнения эллиптического типа</b>									
1. 1. Уравнения Лапласа и Пуассона. Постановка краевых задач. 2. Частные решения уравнения Лапласа. 3. Преобразование обратных радиус-векторов	2								
2. Общие свойства гармонических функций. 1. Формулы Грина. Интегральное представление решения. 2. Свойства гармонических функций. 3. Принцип максимума и следствия из него.	4								
3. Краевые задачи для уравнения Лапласа. 1. Внутренняя первая краевая задача. 2. Внешняя первая краевая задача. 3. Внутренняя вторая краевая задача. 4. Внешняя вторая краевая задача	2								
4. Решение краевых задач методом разделения переменных. 1. Первая краевая задача для круга. 2. Интеграл Пуассона.	2								
5. Решение краевых задач для уравнений Лапласа и Пуассона			8						
6. Функция источника для уравнения Лапласа. 1. Функция источника и ее основные свойства. 2. Элементы электростатики. 3. Построение функции источника для сферы методом электростатических изображений. 3. Построение функции источника для круга методом электростатических изображений 4. Функция источника для полупространства	4								
7. Применение функции источника для решения краевых задач для уравнений Лапласа и Пуассона			6						

8. Стационарные задачи о переносе массы в условиях неоднородных тепловых и электрических полей	2							
9. Решение стационарных задач о переносе массы			4					
10. Решение краевых задач для эллиптических уравнений							34	
Всего	72		72				108	

## **4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **4.1 Печатные и электронные издания:**

1. Тихонов А. Н., Самарский А. А. Уравнения математической физики: учебник для физико-математических специальностей университетов (Москва: Издательство МГУ).
2. Владимиров В. С., Жаринов В. В. Уравнения математической физики: Учебник для вузов(Москва: Издательство физико-математической литературы).
3. Захаров Е. В., Дмитриева И. В., Орлик С. И. Уравнения математической физики: учеб. для студентов вузов(Москва: Академия).
4. Араманович И. Г., Левин В. И. Уравнения математической физики: учеб. пособие(Москва: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит.).

### **4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):**

1. Методика проведения занятий допускает использование технических средств (проекторы, интерактивные доски), обеспеченных соответствующим программным обеспечением, предлагается применение вычислительной техники и стандартных пакетов прикладных программ (MS Office, MathCad, MathLab и др.)

### **4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

1. Наличие электронно-библиотечной системы (электронной библиотеки) и электронной информационно-образовательной среды СФУ, которые обеспечивают возможность индивидуального доступа для каждого обучающегося из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет, как на территории СФУ, так и вне университета

## **5 Фонд оценочных средств**

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

## **6 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Методика проведения занятий допускает как использование технических средств (проекторы, интерактивные доски), так и классические аудиторные занятия, обеспечиваемые стандартными материально-техническими средствами