

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

Б1.В.ДВ.02.01.03 МАТЕМАТИЧЕСКОЕ  
МОДЕЛИРОВАНИЕ

Обратные задачи математической физики

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

01.04.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль)

01.04.02.01 Математическое моделирование

Форма обучения

очная

Год набора

2022

Красноярск 2023

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Программу составили \_\_\_\_\_

канд. физ.-мат. наук, доцент, Сорокин Р.В.

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

## **1 Цели и задачи изучения дисциплины**

### **1.1 Цель преподавания дисциплины**

Целью изучения дисциплины является формирование ключевых компетенций, необходимых магистру, на основании углубленного изучения методов исследования обратных задач математической физики

При изучении физических объектов или явлений экспериментальными методами типична ситуация, когда интересующие исследователя количественные характеристики объекта недоступны для непосредственного наблюдения. Или проведение самого эксперимента вообще невозможно, потому что он либо запрещен (например, при изучении здоровья человека), либо слишком опасен (например, при изучении экологических явлений). Наконец, эксперимент может быть связан с очень большими финансовыми затратами. Тем не менее, мы практически всегда можем получить некоторую косвенную информацию об исследуемом объекте, по которой исследователь должен сделать заключение о свойствах изучаемого объекта или процесса. Данная информация определяется природой изучаемого объекта и используемым при этом изучении экспериментальным комплексом. В таких ситуациях для диагностики объектов (например, их внутренней структуры) требуются математическая обработка и интерпретация результатов наблюдений.

Речь идет о задачах, в которых требуется определить причины, если известны полученные в результате наблюдения следствия. Например, определить место и мощность землетрясения по измеренным на поверхности земли колебаниям. При обработке данных натурных экспериментов по дополнительным косвенным измерениям делается вывод о внутренних связях явления или процесса. В условиях, когда структура математической модели исследуемого процесса известна, можно ставить проблему идентификации математической модели, например, определение коэффициентов дифференциальных уравнений, правой части, границы области, граничных или начальных условий и пр. Такие задачи относятся к классу обратных задач математической физики и в настоящий момент во всем мире играют большую роль в естественных науках и их приложениях.

В целом под обратными задачами понимаются задачи, решение которых состоит в обращении причинно-следственных связей, проводится в рамках некоторой математической модели исследуемого объекта или процесса и заключается в определении параметров данной модели по имеющимся результатам наблюдений и прочей экспериментальной информации.

В данном курсе, главным образом, рассматриваются актуальные многомерные коэффициентные обратные задачи для дифференциальных уравнений параболического типа. Исследуются вопросы разрешимости задач и единственности решения, исследуются свойства решений. Также уделяется внимание физическим и экологическим постановкам рассматриваемых задач. Большинство изложенных в курсе результатов получены сотрудниками кафедры математического анализа и дифференциальных уравнений СФУ в течение последних лет.

Отдельный блок посвящен повторению и углублению знаний, полученных студентами при изучении других дисциплин, таких как дифференциальные уравнения, уравнения в частных производных, функциональный анализ и других

## 1.2 Задачи изучения дисциплины

Основными задачами изучения дисциплины "Обратные задачи математической физики" являются знакомство слушателей с понятием и методами исследования обратных задач, развитие владения сложным математическим аппаратом и формирование способностей и навыков к самостоятельной интенсивной научно-исследовательской и научно-изыскательской деятельности.

## 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-1: Способен разрабатывать и исследовать математические модели, методы и алгоритмы по тематике проводимых исследований</b>	
ПК-1.1: Обладает достаточными фундаментальными теоретическими и практическими знаниями математических и естественных наук, основ программирования и информационных технологий для проведения в конкретной области профессиональной деятельности	Знает фундаментальные определения и теоремы математического и функционального анализа, дифференциальных уравнений, позволяющие проводить исследования в области обратных задач для дифференциальных уравнений Умеет применять фундаментальные знания при проведении исследований в области обратных задач для дифференциальных уравнений Владеет терминологическим аппаратом, необходимым для проведения исследований в области обратных задач для дифференциальных уравнений
ПК-1.2: Решает научные задачи в соответствии с поставленной целью и в соответствии с выбранной методикой	Знает методы исследования корректности обратных задач математической физики Умеет исследовать корректность и качественные свойства решений обратных задач математической физики Владеет современными методами и приемами исследования корректности обратных задач математической физики

## 1.4 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины: Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

## 2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	е
		1
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>1,06 (38)</b>	
занятия лекционного типа	0,53 (19)	
практические занятия	0,53 (19)	
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>1,94 (70)</b>	
курсовое проектирование (КП)	Нет	
курсовая работа (КР)	Нет	
<b>Промежуточная аттестация (Экзамен)</b>	<b>1 (36)</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. Задачи Коши для параболических уравнений</b>									
	1. Основные постановки обратных задач для уравнений в частных производных	1							
	2. Задача идентификации функции источника в многомерном параболическом уравнении. Доказательство разрешимости.	1							
	3. Задача идентификации коэффициента при младшем члене в многомерном параболическом уравнении. Доказательство разрешимости.	1							
	4. Задача идентификации коэффициента при производной по времени и правой частью в двумерном полулинейном параболическом уравнении. Доказательство разрешимости	1							
	5. Общие подходы к доказательству единственности классического решения обратных задач для параболических уравнений с данными Коши	1							

6. Основные постановки обратных задач для уравнений в частных производных			2					
7. Задача идентификации функции источника в многомерном параболическом уравнении. Доказательство разрешимости.			1					
8. Задача идентификации коэффициента при младшем члене в многомерном параболическом уравнении. Доказательство разрешимости.			1					
9. Задача идентификации коэффициента при производной по времени и правой частью в двумерном полулинейном параболическом уравнении. Доказательство разрешимости			1					
10. Общие подходы к доказательству единственности классического решения обратных задач для параболических уравнений с данными Коши								
11. Самостоятельное изучение теоретического материала по разделу 1							12	
12. Самостоятельное решение задач по разделу 1							12	
<b>2. Краевые задачи для параболических уравнений</b>								
1. Задача идентификации функции источника, зависящей только от пространственной переменной в первой краевой задачи для параболического уравнения в случае интегрального условия переопределения	2							
2. Решение задачи Коши с периодическими входными данными. Связь между решением задачи Коши и краевой задачей.	2							

3. Задача идентификации функции источника, зависящей только от пространственной переменной в первой краевой задаче для параболического уравнения в случае финального условия переопределения	2							
4. Задача идентификации функции источника, зависящей только от временной переменной в первой краевой задаче для параболического уравнения в случае финального условия переопределения	2							
5. Решение задачи Коши с периодическими входными данными. Связь между решением задачи Коши и краевой задачей.			2					
6. Задача идентификации функции источника, зависящей только от пространственной переменной в первой краевой задаче для параболического уравнения в случае интегрального условия переопределения			2					
7. Задача идентификации функции источника, зависящей только от пространственной переменной в первой краевой задаче для параболического уравнения в случае финального условия переопределения			2					
8. Задача идентификации функции источника, зависящей только от временной переменной в первой краевой задаче для параболического уравнения в случае финального условия переопределения			2					
9. Самостоятельное изучение теоретического материала по разделу 2							12	
10. Самостоятельное решение задач по разделу 2							12	
<b>3. Некоторые свойства решений обратных задач</b>								



1. Исследование поведения решения задачи идентификации функции источника в многомерном параболической уравнении при стремлении временной переменной к бесконечности	3							
2. Исследование непрерывной зависимости решения обратных задач от входных данных	3							
3. Исследование поведения решения задачи идентификации функции источника в многомерном параболической уравнении при стремлении временной переменной к бесконечности			3					
4. Исследование непрерывной зависимости решения обратных задач от входных данных			3					
5. Самостоятельное изучение теоретического материала по разделу 3							12	
6. Самостоятельное решение задач по разделу 3							10	
Всего	19		19				70	

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

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

1. Кабанихин С. И. Обратные и некорректные задачи: учебное пособие для студентов вузов по специальностям направлений подготовки "Прикладная математика и информатика", "Прикладная математика", "Механика", "Прикладная механика" (решение Бюро Президиума Научно-методического совета по математике, протокол N22 от 15.04.2008)(Новосибирск: Сибирское научное издательство).
2. Белов Ю. Я., Сорокин Р. В., Фроленков И. В. Аппроксимация и корректность краевых задач для дифференциальных уравнений: учебное пособие для студентов вузов по направлениям подготовки 010100 "Математика" и 010200 "Математика и компьютерные науки"(Красноярск: СФУ).
3. Belov Y. Y. Inverse Problems for Partial Differential Equations(Boston: VSP).
4. Белов Ю. Я., Кантор С. А. Метод слабой аппроксимации: монография (Красноярск: Красноярский университет [КрасГУ]).
5. Тихонов А. Н., Самарский А. А. Уравнения математической физики: учебник для физико-математических специальностей университетов (Москва: Издательство МГУ).
6. Белов Ю. Я., Любанова А. Ш., Полынцева С. В., Сорокин Р. В., Фроленков И. В., Шипина Т. Н., Черепанова О. Н. Обратные задачи математической физики: электрон. учеб.-метод. комплекс дисциплины (Красноярск: СФУ).

**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. Не требуется.

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

1. Не требуется.

## **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)**

Учебные аудитории, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории. При этом могут использоваться меловые, маркерные или интерактивные доски.

Освоение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья, в зависимости от нозологий, осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.