

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой

Кафедра математического
анализа и дифф.уравнений
(МАиДУ_ФМиИ)

наименование кафедры

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__ г.

институт, реализующий ОП ВО

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

Кафедра математического анализа
и дифф.уравнений
(МАиДУ_ФМиИ)

наименование кафедры

Фроленков И.В.

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА
ОБРАТНЫЕ ЗАДАЧИ
МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ**

Дисциплина Б1.В.ДВ.02.02.03 МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА
Обратные задачи математической физики

Направление подготовки / 01.04.02 Прикладная математика и
специальность информатика Магистерская программа
01 04 02 01 Математическое моделирование

Направленность
(профиль)

Форма обучения очная

Год набора 2020

Красноярск 2021

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования с учетом профессиональных стандартов по укрупненной группе

010000 «МАТЕМАТИКА И МЕХАНИКА»

Направление подготовки /специальность (профиль/специализация)

Направление 01.04.02 Прикладная математика и информатика

Магистерская программа 01.04.02.01 Математическое моделирование

Программу
составили

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

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

ПК-1:Способен разрабатывать и исследовать математические модели, методы и алгоритмы по тематике проводимых исследований	
Уровень 1	Знает постановки обратных задач
Уровень 1	Выбирать метод для исследования конкретной обратной задачи
Уровень 1	Методами исследования обратных задач

1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных студентами при освоении базовых математических дисциплин бакалавриата, а также дисциплинах "Нелинейный функциональный анализ и его приложения", "Теория и методы решения нелинейных дифференциальных уравнений".

Знания, умения и навыки, полученных студентами при освоении данной дисциплины используются в научно-исследовательской работе, при прохождении преддипломной практики, при работе на научно-исследовательском семинаре и в дисциплинах "Численное решение

обратных задач", "Некорректные задачи".

1.5 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)	Семестр
		3
Общая трудоемкость дисциплины	4 (144)	4 (144)
Контактная работа с преподавателем:	1,06 (38)	1,06 (38)
занятия лекционного типа	0,53 (19)	0,53 (19)
занятия семинарского типа		
в том числе: семинары		
практические занятия	0,53 (19)	0,53 (19)
практикумы		
лабораторные работы		
другие виды контактной работы		
в том числе: групповые консультации		
индивидуальные консультации		
иная внеаудиторная контактная работа:		
групповые занятия		
индивидуальные занятия		
Самостоятельная работа обучающихся:	1,94 (70)	1,94 (70)
изучение теоретического курса (ТО)		
расчетно-графические задания, задачи (РГЗ)		
реферат, эссе (Р)		
курсовое проектирование (КП)	Нет	Нет
курсовая работа (КР)	Нет	Нет
Промежуточная аттестация (Экзамен)	1 (36)	1 (36)

3 Содержание дисциплины (модуля)

3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа (акад. час)	Занятия семинарского типа		Самостоятельная работа, (акад. час)	Формируемые компетенции
			Семинары и/или Практические занятия (акад. час)	Лабораторные работы и/или Практикумы (акад. час)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Задачи Коши для параболических уравнений	5	5	0	24	ПК-1
2	Краевые задачи для параболических уравнений	8	8	0	24	ПК-1
3	Некоторые свойства решений обратных задач	6	6	0	22	ПК-1
Всего		19	19	0	70	

3.2 Занятия лекционного типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Основные постановки обратных задач для уравнений в частных производных	1	0	0
2	1	Задача идентификации функции источника в многомерном параболическом уравнении. Доказательство разрешимости.	1	0	0

3	1	Задача идентификации коэффициента при младшем члене в многомерном параболическом уравнении. Доказательство разрешимости.	1	0	0
4	1	Задача идентификации коэффициента при производной по времени и правой частью в двумерном полулинейном параболическом уравнении. Доказательство разрешимости	1	0	0
5	1	Общие подходы к доказательству единственности классического решения обратных задач для параболических уравнений с данными Коши	1	0	0
6	2	Задача идентификации функции источника, зависящей только от пространственной переменной в первой краевой задаче для параболического уравнения в случае интегрального условия переопределения	2	0	0
7	2	Решение задачи Коши с периодическими входными данными. Связь между решением задачи Коши и краевой задачей.	2	0	0

8	2	Задача идентификации функции источника, зависящей только от пространственной переменной в первой краевой задаче для параболического уравнения в случае финального условия переопределения	2	0	0
9	2	Задача идентификации функции источника, зависящей только от временной переменной в первой краевой задаче для параболического уравнения в случае финального условия переопределения	2	0	0
10	3	Исследование поведения решения задачи идентификации функции источника в многомерном параболической уравнении при стремлении временной переменной к бесконечности	3	0	0
11	3	Исследование непрерывной зависимости решения обратных задач от входных данных	3	0	0
Всего			10	0	0

3.3 Занятия семинарского типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Основные постановки обратных задач для уравнений в частных производных	2	0	0

2	1	Задача идентификации функции источника в многомерном параболическом уравнении. Доказательство разрешимости.	1	0	0
3	1	Задача идентификации коэффициента при младшем члене в многомерном параболическом уравнении. Доказательство разрешимости.	1	0	0
4	1	Задача идентификации коэффициента при производной по времени и правой частью в двумерном полулинейном параболическом уравнении. Доказательство разрешимости	1	0	0
5	1	Общие подходы к доказательству единственности классического решения обратных задач для параболических уравнений с данными Коши	0	0	0
6	2	Решение задачи Коши с периодическими входными данными. Связь между решением задачи Коши и краевой задачей.	2	0	0
7	2	Задача идентификации функции источника, зависящей только от пространственной переменной в первой краевой задачи для параболического уравнения в случае интегрального условия переопределения	2	0	0

8	2	Задача идентификации функции источника, зависящей только от пространственной переменной в первой краевой задаче для параболического уравнения в случае финального условия переопределения	2	0	0
9	2	Задача идентификации функции источника, зависящей только от временной переменной в первой краевой задаче для параболического уравнения в случае финального условия переопределения	2	0	0
10	3	Исследование поведения решения задачи идентификации функции источника в многомерном параболическом уравнении при стремлении временной переменной к бесконечности	3	0	0
11	3	Исследование непрерывной зависимости решения обратных задач от входных данных	3	0	0
Всего			10	0	0

3.4 Лабораторные занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
Всего					

4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
--	---------------------	----------	-------------------

Л1.1	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, 2008
------	--	---	--------------------------

5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

6 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

6.1. Основная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	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, 2009
Л1.2	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, 2012
6.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Belov Y. Y.	Inverse Problems for Partial Differential Equations	Boston: VSP, 2002
Л2.2	Белов Ю. Я., Кантор С. А.	Метод слабой аппроксимации: монография	Красноярск: Красноярский университет [КрасГУ], 1999
Л2.3	Тихонов А. Н., Самарский А. А.	Уравнения математической физики: учебник для физико-математических специальностей университетов	Москва: Издательство МГУ, 2004
6.3. Методические разработки			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год

ЛЗ.1	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, 2008
------	--	---	-----------------------

7 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Э1	Специализация "Теория обратных задач математической физики"	http://igor.frolenkov.ru/onlinelab/specia1/
----	---	---

8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Студент осваивает дисциплину в течение семестра. В процессе освоения он посещает занятия лекционного и семинарского типа, принимает участие в беседах, научных дискуссиях, в обсуждениях результатов научных исследований, проводимых кафедрой математического анализа и дифференциальных уравнений СФУ по изучаемым темам.

Для самостоятельного изучения теоретического материала используются учебники и учебные пособия, приведенные в списке литературы

В рамках самостоятельной работы студент в течение семестра должен изучить теоретический материал, предназначенный для самостоятельного изучения, и решить комплект задач. Темы для самостоятельного изучения и комплекты задач выдаются лектором в начале семестра. Проверка качества усвоения материала проходит на экзамене.

Самостоятельная работа включает в себя изучение следующих тем:

1. Априорные оценки первых производных для параболического уравнения второго порядка.
2. Метод слабой аппроксимации для обыкновенных дифференциальных уравнений и систем.
3. Метод слабой аппроксимации для задачи Коши для уравнения типа Бюргера.
4. Постановки обратных задач для уравнений и систем составного типа.
5. Задачи идентификации двух коэффициентов параболического полулинейного уравнения.

6. Задачи идентификации трех и более неизвестных коэффициентов.

7. Разрешимость краевых задач для уравнений эллиптического и гиперболического типа в пространствах Соболева.

8. Задача идентификации двух функции источника в многомерной системе составного типа.

Итоговая оценка за курс учитывает посещение лекций, деятельностное участие студента в работе на практических занятиях, результаты выполнения самостоятельной работы.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям

их здоровья и восприятия информации в зависимости от нозологии:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа

9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)

9.1 Перечень необходимого программного обеспечения

9.1.1	Не требуется.
-------	---------------

9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем

9.2.1	Не требуется.
-------	---------------

10 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.