

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

Б1.В.ДВ.02.02.04 МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

Численное решение обратных задач

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Программу составили _____

к.ф.-м.н., Доцент, Баранов С.Н.

должность, инициалы, фамилия

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель преподавания дисциплины

Целью изучения дисциплины является формирование у студентов знаний о методологии решения обратных задач.

Дисциплина изучается в третьем семестре магистратуры и продолжает формирование профессиональных компетенций студента.

1.2 Задачи изучения дисциплины

Задачей изучения дисциплины является: получение теоретических знаний по некорректным в классическом смысле задачам; получение теоретических знаний и практических навыков по численным методам решения обратных задач.

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
ПК-1: Способен разрабатывать и исследовать математические модели, методы и алгоритмы по тематике проводимых исследований	
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	<ul style="list-style-type: none">- основные понятия, принципы и методологию математического моделирования;- типовые алгоритмы решения основных задач математического моделирования;- анализировать информационные источники (сайты, форумы, периодические издания);- разрабатывать алгоритмы и методы решения поставленных задач;- строить математические модели при решении прикладных задач;- способностью к освоению новых алгоритмов и методов в математическом моделировании;
ПК-1.2: Решает научные задачи в соответствии с поставленной целью и в соответствии с выбранной методикой	<ul style="list-style-type: none">- структуру и основы проведения исследований в рамках дисциплины;- условия применимости алгоритмов решения основных задач математического моделирования;- адаптировать задачи из различных областей науки и практики для представления их в терминах дисциплины;- выбирать наиболее эффективные алгоритмы решения прикладных задач;- способностью интерпретации полученных результатов в проводимом исследовании в рамках математической теории;

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
Контактная работа с преподавателем:	1,06 (38)	
занятия лекционного типа	0,53 (19)	
практические занятия	0,53 (19)	
Самостоятельная работа обучающихся:	1,94 (70)	
курсовое проектирование (КП)	Нет	
курсовая работа (КР)	Нет	
Промежуточная аттестация (Экзамен)	1 (36)	

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
1. Корректно и некорректно поставленные задачи. Обратные задачи математической физики.									
	1. Корректность по Адамару. Корректно и некорректно поставленные задачи. Примеры. Условно корректные задачи. Понятие обратных задач. Классификация обратных задач. ретроспективные, граничные, коэффициентные, обратные задачи. Постановки обратных задач математической физики.	2							
	2. Исследование корректности постановок начально-краевых задач для дифференциальных и интегральных уравнений. Операторные уравнения. Хорошо и плохо обусловленные задачи.			2					
2. Методы решения некорректных задач. Квазирешения. Регуляризация по А.Н. Тихонову									

1. Метод подбора решения некорректно поставленных задач. Квазирешения. Приближенное нахождение квазирешений. Корректность по А.Н. Тихонову. Метод регуляризации по А.Н. Тихонову. Метод регуляризации. Метод Лагранжа построения регуляризирующего оператора. Уравнения Эйлера для сглаживающего функционала. Метод невязки.	2							
2. Корректность по А.Н. Тихонову. Регуляризация по А.Н. Тихонову. Плохо обусловленные системы линейных алгебраических уравнений.			2					
3. Методы регуляризации. Вариационный метод. Метод невязки.			2					
4. Регуляризация разностных схем. Регуляризованные аддитивные схемы.			2					
3. Коэффициентные обратные задачи для параболического уравнения. Идентификация правой части.								
1. Методы решения обратных коэффициентных задач. Теоремы существования и единственности решений коэффициентных обратных задач для параболических уравнений.	2							
2. Сведение обратных задач к прямым. Алгоритмы численного решения краевых задач в случаях, когда неизвестен один из коэффициентов в младших членах параболического уравнения, зависящий от t_0	2							

<p>3. Численное решение обратных краевых задач для уравнений параболического типа с неизвестным коэффициентом, зависящим от x, в младших членах. Численная идентификация правой части параболического уравнения. Прочая часть – сумма двух неизвестных функций, каждая из которых зависит только от одной независимой переменной. Сведение обратной задачи к прямой. Эквивалентность задач.</p>	2							
<p>4. Разностная аппроксимация. Доказательство устойчивости и сходимости. Решение сеточной задачи. Доказательство сходимости итерационного процесса. Идентификация правой части параболического уравнения. Правая часть – произведение двух функций одного аргумента. Неизвестна одна из функций.</p>	2							
<p>5. Идентификация правой части параболического уравнения. Правая часть – произведение двух неизвестных функций, каждая из которых зависит только от одного аргумента. Примеры расчётов. Численная идентификация неизвестного коэффициента при старшей производной. Коэффициент зависит только от t. Примеры расчетов. Численное определение неизвестного коэффициента при старшей производной. Коэффициент зависит только от x. Краевая задача. Задача Коши.</p>	3							
<p>6. Разностные схемы начально-краевых обратных коэффициентных задач для параболических уравнений. Неизвестен один коэффициент. Неизвестны несколько коэффициентов. Исследование разностных схем. Алгоритмы численной реализации.</p>			2					

7. Постановки задач по идентификации коэффициента при старшей производной в уравнении теплопроводности. Теоремы существования. Методы исследования и алгоритмы идентификации. Краевая задача. Задача Коши. Алгоритмы и результаты расчётов. Непрерывное и дискретное задание начально-краевых условий и условий переопределения.			2					
8. Сведение обратных задач к прямым. Линейные разностные схемы с матрицами специального вида. Обусловленность. Методы решения. Неявные разностные схемы.			1					
9. Итерационные методы решения коэффициентных обратных задач. Постановки задач. Задачи тепло-массо обмена. Выбор метода. Критерии сходимости. Организация расчётов.			1					
10. Постановки задач идентификации правых частей двумерных задач. Постановки условий переопределения. Разностные схемы. Алгоритмы численного решения.			1					
4. Итерационные методы решения обратных задач.								
1. Методы последовательных приближений решения обратных задач. теоремы сходимости. Организация расчётов. Приближённое решение задачи с обратным временем. Итерационное уточнение начального условия. Пример итерационного уточнения граничных условий.	2							
2. Итерационные методы решения коэффициентных обратных задач. Постановки задач. Задачи тепло-массо обмена. Выбор метода. Критерии сходимости. Организация расчётов.			2					

5. Коэффициентные обратные задачи для систем уравнений в частных производных.								
1. Численное решение коэффициентных обратных начально-краевых задач для систем уравнений гиперболического и параболического типа. Идентификация параметров математических моделей экосистем водоёмов с помощью решения обратных задач.	2							
2. Постановки обратных задач для систем уравнений в частных производных. Условия переопределения. Выбор метод решения. Организация численных расчётов.			2					
3. Самостоятельное изучение теоретического материала, реализация численных алгоритмов							70	
Всего	19		19				70	

4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

4.1 Печатные и электронные издания:

1. Ковеня В. М., Шокин Ю. И. Алгоритмы расщепления при решении многомерных задач аэрогидродинамики: [монография](Новосибирск: Издательство СО РАН).
2. Бахвалов Н. С., Жидков Н. П., Кобельков Г. М. Численные методы: Рекомендовано Министерством образования Российской Федерации в качестве учебного пособия для студентов физико-математических специальностей высших учебных заведений(Москва: БИНОМ).
3. Ягола А. Г. Обратные задачи и методы их решения. Приложения к геофизике(Москва: Бинум. Лаборатория знаний).
4. Коршун К. В., Белов Ю. Я. Некоторые обратные задачи для квазилинейных параболических уравнений и систем: автореферат дис. ... канд. физ.-мат. наук(Красноярск).
5. Романов В. Г., Яхно В. Г. Обратные задачи математической физики: монография(Москва: Наука).
6. Марчук Г. И. Методы вычислительной математики: учебное пособие (Москва: Лань).
7. 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).
8. Бухгейм А. Л., Лаврентьев М. М. Введение в теорию обратных задач: монография(Новосибирск: Наука. Сибирское отделение [СО]).
9. Тихонов А. Н., Самарский А. А. Прямые и обратные задачи математической физики: сборник трудов факультета вычислительной математики и кибернетики Московского государственного университета (Москва: МГУ им. М. В. Ломоносова).
10. Тихонов А. Н., Гончарский А. В., Степанов В. В., Ягола А. Г. Численные методы решения некорректных задач(Москва: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит.).
11. Тихонов А. Н., Арсенин В. Я. Методы решения некорректных задач: учебное пособие для вузов, обучающихся по специальности "Прикладная математика" допущено Министерством высшего и среднего специального образования СССР?(Москва: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит.).
12. Самарский А. А. Теория разностных схем: учеб. пособие для вузов по спец. "Прикладная математика"(Москва: Наука).
13. Самарский А. А., Вабищевич П. Н. Вычислительная теплопередача: научное издание(Москва: Едиториал УРСС).
14. Алифанов О. М., Полежаев В. М., Ненарокомов А. В. Обратные задачи в исследовании сложного теплообмена: монография(Москва: Янус-К).
15. Сорокин Р. В., Белов Ю. Я. Некоторые обратные задачи с данными

- Коши. Разрешимость "в целом" и стабилизация: диссертация ... кандидата физико-математических наук(Красноярск: Б. и.).
16. Тихонов А. Н., Самарский А. А. Численные методы решения обратных задач математической физики: сборник трудов факультета вычислительной математики и кибернетики Московского государственного университета(Москва: МГУ им. М. В. Ломоносова).
 17. Самарский А. А., Вабищевич П. Н. Численные методы решения обратных задач математической физики: [учебное пособие](Москва: Эдиториал УРСС).
 18. Ватульян А. О., Сухов Д. Ю., Беляк О. А., Явруян О. В. Обратные и некорректные задачи: учебник(Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета (ЮФУ)).
 19. Белов Ю. Я., Любанова А. Ш., Полынцова 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. ОС MS Windows;
2. MS Office;
3. MS Visual Studio; MatLab.

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)

- Проектор и проекционный экран / плазменная панель
- Маркерная / меловая доска
- Компьютеры

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