

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Механико-математический факультет

УТВЕРЖДЕНО:

Декан
Л. В. Гензе

Рабочая программа дисциплины

Некорректные и обратные задачи

по направлению подготовки / специальности

01.03.01 Математика

02.03.01 Математика и компьютерные науки

Направленность (профиль) подготовки/ специализация:
Современная математика и математическое моделирование
Вычислительная математика и компьютерное моделирование

Форма обучения

Очная

Квалификация

Математик. Преподаватель / Математик. Аналитик / Математик. Исследователь
Математик. Преподаватель / Математик. Вычислитель /
Исследователь в области математики и компьютерных наук

Год приема

2024, 2025

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП
Л.В. Гензе

Председатель УМК
Е.А. Тарасов

Томск – 2024

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПК-1 Способен самостоятельно решать и ставить отдельные задачи в рамках реализации научного (научно-технического, инновационного) исследования / проекта.

ПК-2 Способен представлять собственные научные (научно-технические) результаты профессиональному сообществу.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

РОПК-1.1 Знаком с решенными и не решенными задачами в области своих научных интересов, знаком с методами решения научных задач в области своих научных интересов

РОПК-1.2 Умеет: - Понимать цели и задачи исследования, предмет и объект исследований, актуальность и значимость проводимых исследований

- Анализировать методы и способы решения исследовательских задач
- Проводить информационный поиск (собирать и обрабатывать научную и научно-техническую информацию) для решения исследовательских задач
- Использовать цифровые и информационные ресурсы, научную, опытно-экспериментальную и приборную базы по тематике проводимых исследований и (или) разработок
- Проводить исследования, эксперименты, наблюдения, измерения в рамках решаемых задач
- Интерпретировать научные (научно-технические) результаты, полученные в ходе решения исследовательских задач

РОПК-2.1 Знаком с отечественными и зарубежными базами данных и системами учета научных (научно-технических) результатов

РОПК-2.2 Умеет: - Использовать в профессиональной деятельности отечественные и зарубежные базы данных и системы учета научных (научно-технических) результатов

- Информировать научную общественность о своих результатах полученных в ходе проведенных исследований, экспериментов, наблюдений, измерений на научных (научно-практических) мероприятиях
- Участвовать в научных дискуссиях по тематике своей исследовательской работы на научных (научно-практических) мероприятиях
- Представлять научные (научно-технические) результаты в форме публикаций в рецензируемых научных изданиях
- Представлять научные (научно-технические) результаты в отечественных и зарубежных базах данных и системах учета

2. Задачи освоения дисциплины

– Обеспечить освоение теоретических основ и практических навыков применения методов регуляризации к некорректным и обратным задачам.

– Сформировать целостное представление о теории некорректных и обратных задач как о самостоятельном разделе математики, обладающем собственным аппаратом и задачами.

– Улучшить навыки создания и использования математических моделей для анализа и решения некорректных и обратных задач в различных областях науки и техники.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, предлагается обучающимся на выбор.

4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине

Восьмой семестр, экзамен

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции, сформированные в ходе освоения образовательных программ предшествующего уровня образования.

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: Численные методы, Дифференциальные уравнения, Уравнения в частных производных, Программирование.

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:

-лекции: 24 ч.

-практические занятия: 24 ч.

в том числе практическая подготовка: 0 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тема 1. Общие замечания. Интегральные уравнения как один из методов решения задач математической физики: из истории развития теории интегральных уравнений; классификация линейных интегральных уравнений; пример некорректно поставленной задачи, описываемой интегральным уравнением Фредгольма первого рода.

Тема 2. Примеры задач, приводящих к решению интегральных уравнений. Связь между дифференциальными уравнениями и интегральными уравнениями Вольтерра. Две задачи об упругой нити. Некоторые постановки некорректных задач: обработка показаний физических приборов; поиск полезных ископаемых (электроразведка); ограниченная обратная задача теплопроводности; задача вычислительной диагностики.

Тема 3. Численные методы решения некорректных задач. Некоторые аспекты теории некорректных задач: корректность по Тихонову; теорема Тихонова; классификация методов решения некорректных задач. Метод квадратур: построение вычислительного правила; оценка погрешности приближенного решения; сходимость метода квадратур; примеры выбора коэффициентов и узлов квадратурной формулы; иллюстрация элементов теории на примере.

Тема 4. Метод регуляризации. Определение регуляризующего оператора и регуляризованного решения. Примеры построения регуляризующих операторов. Метод регуляризации нахождения приближенных решений интегральных уравнений первого рода. Понятие псевдорешения и нормального решения. Метод регуляризации нахождения нормального решения и его обоснование. Алгоритмы подбора параметра регуляризации. Моделирование некорректности на примере численного решения интегрального уравнения Фредгольма первого рода.

Тема 5. Регуляризация по Тихонову путем замены уравнения первого рода на уравнение второго рода. Пример. Метод подбора решения некорректно поставленных задач.

Тема 6. Некорректные и обратные коэффициентные задачи в компьютерной томографии. Постановка и классификация обратных коэффициентных задач в томографии. Исследование некорректности и разработка алгоритмов решения для эллиптических уравнений с использованием итерационных методов и регуляризации.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения тестов по лекционному материалу, выполнения практических заданий и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

Оценочные материалы текущего контроля размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Экзамен в восьмом семестре проводится в письменной форме по билетам. Экзаменационный билет состоит из трех частей. Продолжительность экзамена 1,5 часа.

Пример экзаменационного билета:

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Томский государственный университет
Кафедра вычислительной математики и компьютерного моделирования ММФ

«Некорректные и обратные задачи», экзамен

Билет № 1

1. Моделирование некорректности на примере интегрального уравнения Фредгольма первого рода.
2. Понятие корректности постановки задач математической физики.
3. Типы обратных задач математической физики.

Зав.кафедрой ВМ и КМ _____ (Старченко А.В.)

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

Устная часть экзамена максимально может быть оценена 5 баллами за каждый вопрос при условии выполнения практических заданий. Итоговая оценка суммируется из оценок за каждый вопрос и оценки за дополнительные вопросы по желанию преподавателя. При ответе на вопрос оценивается полнота и точность ответа, логичность и аргументированность изложения материала, умения использовать в ответе фактический материал.

Оценка	Критерии соответствия
5	Дан правильный и развернутый ответ на вопрос. Студент четко и логично изложил свой ответ на поставленный в билете вопрос.
4	Дан правильный ответ на вопрос, но не все изложено развернуто и логически структурировано.
3	В целом дан правильный ответ на вопрос, но он изложен поверхностно и с нарушением логики изложения.
2	Ответ представлен очень поверхностно и с нарушением логики изложения. Студент очень плохо владеет основными моделями и концепциями механики. Допущены существенные терминологические и фактические ошибки.
1	Дан неправильный ответ, однозначно неправильная трактовка темы.

11. Учебно-методическое обеспечение

- а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «IDo» - <https://lms.tsu.ru/course/view.php?id=37873>
- б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) Перечень основной учебной литературы.

1. Калиткин Н. Н. Численные методы : [учебное пособие] / Н. Н. Калиткин ; под ред. А. А. Самарского. – 2-е изд., [испр.]. – СПб. : БХВ-Петербург, 2014, 2011. – 586 с.
2. Бахвалов Н. С. Численные методы : [учебное пособие] / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков ; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. – 7-е изд. – М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2011. – 636 с.
3. Вержбицкий В. М. Основы численных методов: [учебник] / В. М. Вержбицкий. – Изд. 3-е, стер. – М. : Высшая школа, 2009. – 847 с.
4. Леонов А.С. Решение некорректно поставленных обратных задач. Очерк теории, практические алгоритмы и демонстрация в МАТЛАБ. – М.:Либроком, 2016. – 336с.
5. Самарский А.А., Вабищевич П.Б. Численные методы решения обратных задач математической физики.
6. Кабанихин С.И. Обратные и некорректные задачи. Новосибирск: Сибирское научное изд-во, 2009.

б) Перечень дополнительной учебной литературы.

- 1.Тихонов А.Н., Арсенин В.Я. Методы решения некорректных задач.- М.: Наука, 1986.- 288с.
- 2.Лаврентьев М.М., Романов В.Г., Шишатский С.П. Некорректные задачи математической физики и анализа.- М.: Наука,1980.-286с.
- 3.Бакушинский А.Б., Гончарский А.В. Некорректные задачи. Численные методы и приложения.- М.: МГУ,1989.-199с.
- 4.Тихонов А.Н., Кальнер В.Д., Гласко В.Б. Математическое моделирование технологических процессов и метод обратных задач в машиностроении. - М.: Машиностроение, 1990.
5. Пеккер Я.С., Бразовский К.С., Усов В.Ю. и др. Электроимпедансная томография. Изд-во: Томск: НТЛ, 2004. – 192с.

13. Перечень информационных технологий

- а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:
- Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office On-eNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);
 - публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).
- б) информационные справочные системы:
- Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>
 - Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>
 - ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>
- в) профессиональные базы данных (при наличии):
- <http://e-science.sources.ru/> – портал естественных наук
 - Университетская информационная система РОССИЯ – <https://uisrussia.msu.ru/>

– Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС) –
<https://www.fedstat.ru/>.

14. Материально-техническое обеспечение

Оборудование аудитории для проведения занятий лекционного типа:
Интерактивный набор (доска InterWrite, экран, 2 проектора EPSON)
1 Компьютер

Оборудование аудиторий для проведения практических занятий и самостоятельной работы студентов:

314 ауд.

Интерактивный набор (доска InterWrite, экран, 2 проектора EPSON)
16 Компьютеров

Свободное и лицензионное программное обеспечение:

- операционные системы: Microsoft Windows 10.
- офисные и издательские пакеты: Microsoft Office 2013, MikTeX+ TeXstudio, Libre Office.
- средства разработки приложений и СУБД: Microsoft Visual Studio 2015, Delphi 2006 (для работы с базами данных - Borland Database Engine, Database Desktop), Lazarus, PascalABC.NET, Intel Fortran Compiler 2015 (Parallel Studio), CUDA Toolkit 10.2, IDE CodeBlocks, MinGW compilers (C, C++, Fortran), Qtcreator, cmake, python3 (anakonda3), Visual Studio Code, R-lang, node.js, Pycharm, free pascal, python3 (anakonda3).
- математические пакеты: PTC Mathcad 15, Mathematica 8, Maple 15, Matlab R2015.
- пакеты математической и графической обработки данных: Golden Software Grapher, Golden Software Surfer.
- пакеты для решения задач вычислительной гидродинамики: Ansys 17.2, Fluent 6.3 + Gambit.
- Утилиты для получения удаленного доступа Winscp, Putty, Xming.
- утилиты 7zip, Adobe Acrobat Reader, DjVu Reader, Far manager, Mozilla Firefox, Notepad++.

316 ауд.

Интерактивный набор (доска InterWrite, экран, 2 проектора EPSON)
16 Компьютеров

Свободное и лицензионное программное обеспечение:

- операционные системы: Microsoft Windows 7
- офисные и издательские пакеты: Microsoft Office 2013, MikTeX 2.9+Texmaker+TeXstudio, Libre Office.
- средства разработки приложений и СУБД: Microsoft Visual Studio 2015, Delphi 2006 (для работы с базами данных - Borland Database Engine, Database Desktop), Lazarus, PascalABC.NET, Intel Fortran Compiler 2015, CUDA Toolkit 9.2, IDE CodeBlocks, MinGW compilers (C, C++, Fortran), PGI fortran, python3 (anakonda3).
- математические пакеты: PTC Mathcad 15, Maple 15, Matlab R2015; Statistica 10, Mathematica 8
- пакеты математической и графической обработки данных: Golden Software Grapher, Golden Software Surfer.
- пакеты для решения задач вычислительной гидродинамики: Ansys 17.2, Fluent 6.3 + Gambit.
- Утилиты для получения удаленного доступа Winscp, Putty, Xming.
- утилиты 7zip, Adobe Acrobat Reader, DjVu Reader, Far manager, Mozilla Firefox, Notepad++.

319 ауд.

Интерактивный набор (доска Smart с проектором, экран и проектор EPSON)
13 Компьютеров

Свободное и лицензионное программное обеспечение:

- операционные системы: Microsoft Windows 7
- офисные и издательские пакеты: Microsoft Office 2013, MikTeX 2.9;
- средства разработки приложений и СУБД: Microsoft Visual Studio 2015, Delphi 2006 (для работы с базами данных - Borland Database Engine, Database Desktop), Lazarus, PascalABC.NET, Intel Fortran Compiler 2015, CUDA Toolkit 9.2, IDE CodeBlocks, MinGW compilers (C, C++, Fortran), python3 (anakonda3).
- математические пакеты: PTC Mathcad 15, Maple 15, Matlab R2015.
- пакеты математической и графической обработки данных: Golden Software Grapher, Golden Software Surfer.
- пакеты для решения задач вычислительной гидродинамики: Ansys 17.2, Fluent 6.3 + Gambit.
- утилиты для получения удаленного доступа Winscp, Putty, Xming

15. Информация о разработчиках

Старченко Александр Васильевич, д.ф.-м.н., профессор, каф. ВМиКМ, зав. каф.
Афанасьева Анна Александровна, аспирант каф. ВМиКМ.