

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

Радиофизический факультет

УТВЕРЖДЕНО:
Декан
А. Г. Коротаев

Рабочая программа дисциплины

Обратные задачи и цифровая радиотомография

по направлению подготовки

03.03.03 Радиофизика

Направленность (профиль) подготовки:
Радиофизика, электроника и информационные системы

Форма обучения
Очная

Квалификация
Бакалавр

Год приема
2024

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ОП
М.Л. Громов

Председатель УМК
А.П. Коханенко

Томск – 2025

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПК-2 Способен проводить математическое моделирование процессов в приборах и устройствах радиофизики и электроники, владеть современными отечественными и зарубежными пакетами программ при решении профессиональных задач..

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИПК 2.1 Понимает принцип действия и модели разрабатываемого радиоэлектронного прибора или устройства.

ИПК 2.2 Применяет в профессиональной деятельности различные численные методы, в том числе реализованные в готовых библиотеках при решении конкретных радиофизических задач.

ИПК 2.3 Владеет современными пакетами программ при решении задач в области радиофизики и радиоэлектроники.

2. Задачи освоения дисциплины

– Освоить аппарат инструментальных методов и подходов решения обратных задач применительно к радиоволновым методам томографии.

– Научиться применять понятийный аппарат обратных задач для на примере решения практических задач профессиональной деятельности.

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. Дисциплина входит в модуль Модуль «Радиоволновая томография».

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 результаты обучения по следующим дисциплинам: Б1.Б.15 «Программирование», Б1.Б.29 « Статистическая радиофизика», Б1.Б.20 «Численные методы и матмоделирование»

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 часов, из которых:

-лекции: 30 ч.

-лабораторные: 60 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тема 1. Введение. Алгебраическая теория решения обратных задач

Прямые и обратные задачи радиофизики. Понятие корректности обратной задачи по Тихонову. Стабилизирующий функционал, параметр регуляризации. Метод наименьших квадратов и псевдообратная матрица. Метод сингулярных разложений и матрица Мура-Пенроуза. Сингулярная регуляризация. Алгоритм Левенберга-Марквардта

для решения нелинейных уравнений. Итерационные алгоритмы решения обратных задач. Решение интегрального уравнения в свертках и винеровская фильтрация.

Тема 2. Примеры решения обратных задач радиофизики

Устранение размытия изображений. Спектральный анализ как обратная задача анализа сигналов. Задача местоопределения положения источника по измерениям взаимных задержек сигналов. Задача юстировки микрострипных датчиков. Радиозатменный мониторинг атмосфер планет. Решение обратной задачи наклонной рефракции в атмосфере Земли.

Тема 3. Радиоволновая томография

Метод обратных проекций. Метод Фурье-синтеза. Импедансная томография. Трансмиссионная томография полупрозрачных сред и приближение Гюйгенса-Кирхгофа. Метод обратной фокусировки в восстановлении распределения источников радиоизлучения. Радиоволновой томосинтез и метод Столта. Метод согласованной фильтрации в восстановлении распределения источников радиоизлучения. Метод миграции в пространственно-временной области с использованием импульсных сигналов. Решения задачи радиолокационной томографии. Радиотомография с использованием ЛЧМ- сигналов. Некогерентное зондирование через преграду.

Лабораторные работы

1. Восстановление ДН и распределения тока в антенне по фрагменту ДН.
2. Винеровская фильтрация и восстановление смазанных изображений.
3. Местоопределение положения дефекта на плоскости электронной платы.
4. Наклонное зондирование атмосферы.
5. Нахождение обратной функции для произвольной трансцендентной функции.
6. Томография по теневым проекциям – метод Фурье-синтеза.
7. Метод согласованной фильтрации в радиоволновой томографии.
8. Метод Столта в радиоволновой томографии.
9. Томография методом миграции.
10. Томография с использованием ЛЧМ излучения.
11. Некогерентное зондирование объектов за преградой.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения лабораторных работ 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 двух вопросов. Продолжительность экзамена 1,5 часа.

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

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://lms.tsu.ru/course/view.php?id=3718>

- б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.
- в) План семинарских / практических занятий по дисциплине.
- г) Методические указания по проведению лабораторных работ.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

1. Якубов В.П., Шипилов С.Э., Суханов Д.Я., Клоков А.В. Радиоволновая томография: достижения и перспективы. – Томск: Изд-во НТЛ, 2014. – 280 с.
2. Сизиков В.С. Обратные прикладные задачи и MatLab. Уч. пособие. - СПб.: Изд-во "Лань", 2011. - 256 с.
3. Якубов В.П., Шипилов С.Э. Обратные задачи радиофизики: учебное пособие. – Томск: Изд-во НТЛ, 2016. – 164 с.– ...

б) дополнительная литература:

4. Moeness G. Amin. (Ed.). Through The Wall: Radar Imaging. – CRC Press, 2011. - 585 p.
5. Taylor J.D. (Ed.). Ultrawideband Radar: Applications and Design. – CRC Press, 2012. - 536 p.
6. Радиовидение. Радиолокационные системы дистанционного зондирования Земли. – Радиотехника, 2005. – 368 с. Сергиенко А. Б. Цифровая обработка сигналов. — 2-е. — СПб.: Питер, 2007. — С. 751.
7. Рапопорт М.Б. Вычислительная техника в полевой геофизике: Учебник для вузов. – М.: Недра, 1993. – 350 с.
8. Дряконов В., Абраменкова И. MATLAB. Обработка сигналов и изображений. Специальный справочник. – СПб.: Питер, 2002. – 608 с.– ...

в) ресурсы сети Интернет:

9. Системы трёхмерного радиовидения. [Электронный ресурс] – URL: <http://www.3dradiovision.ru> (дата обращения 05.09.2016).
10. Томография и обратная задача рассеяния. [Электронный ресурс] – URL: <https://mipt.ru/dcam/science/seminars/tomografiya-i-obratnaya-zadacha-rasseyaniya.php> (дата обращения 05.09.2016).
11. Обратные задачи диагностики. [Электронный ресурс] – URL: <http://inverseproblems.ru/ru/diag.htm> (дата обращения 05.09.2016).– ...

13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- среда для выполнения научных расчетов MathWorks MatLab R2011a (License No: 700021)
- пакеты расширения MathWorks MatLab: MathWorks Simulink, MathWorks FixedPoint Toolbox, Simulink FixedPoint Blockset, Simulink HDL Coder (License No: 700021).

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 Лань – <http://e.lanbook.com/>
- ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>
- Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>

- ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>
- ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>
- ...

14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

15. Информация о разработчиках

Шипилов Сергей Эдуардович, доктор физ.-мат. наук, профессор кафедры радиофизики.