

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

Радиофизический факультет

УТВЕРЖДЕНО:

Декан

А. Г. Коротаев

Рабочая программа дисциплины

Цифровая обработка сигналов

по направлению подготовки / специальности

11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Направленность (профиль) подготовки/ специализация:

Радиоэлектронные системы передачи информации

Форма обучения

Очная

Квалификация

Инженер

Год приема

2025

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

В.А. Мещеряков

Председатель УМК

А.П. Коханенко

Томск – 2025

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-9 Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения.

ПК-3 Способен формулировать математические модели процессов и явлений, происходящих в радиоэлектронных системах и на их основе проводить компьютерное моделирование и оптимизацию.

ПК-4 Способен выполнять исследования с целью совершенствования и роста технических характеристик радиоэлектронной аппаратуры с использованием стандартных пакетов прикладных программ.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК 9.1 Применяет современные инструментальные системы программирования и компьютерного моделирования при решении прикладных задач.

ИОПК 9.2 Владеет навыками работы в компьютерной среде.

ИПК 3.1 Использует фундаментальные знания о физической природе и физических явлениях происходящих элементах и объектах радиоэлектронных систем и комплексов

ИПК 3.2 Разрабатывает математические модели исследуемых физических процессов, приборов, схем и электронных систем

ИПК 4.1 Применяет прикладные методы моделирования процессов в радиоэлектронных системах передачи информации

ИПК 4.2 Владеет приемами компьютерного моделирования радиоэлектронных систем и комплексов передачи информации с целью предсказания и улучшения их параметров

ИПК 4.3 Применяет стандартные прикладные программные средства при проведении модельных экспериментов

2. Задачи освоения дисциплины

– Освоить аппарат методов и подходов цифровой обработки сигналов.

– Научиться применять понятийный аппарат методов и подходов цифровой обработки сигналов для разработки программ цифрового спектрального анализа сигналов и полей.

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, зачет

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 3 з.е., 108 часов, из которых:

-лекции: 30 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Раздел 1. Основные понятия и определения теории передачи цифровых сигналов

Историческая перспектива. Преобразование Фурье с непрерывным временем и дискретное преобразование Фурье. Соотношение между ними. Периодические повторения спектров. Свертка дискретных сигналов. Методы сверхразрешения. Мера количества информации. Энтропия источника дискретных сообщений. Статистические свойства источников сообщений. Скорость передачи информации и пропускная способность канала. Помехоустойчивое кодирование.

Раздел 2. Метод периодограмм в пространственном и временном спектральном анализе

Быстрое преобразование Фурье (БПФ). Перестановка данных и двоичная инверсия. Прореживание по частоте и прореживание по времени. Разрешение. Теорема Котельникова (отсчетов). Метод периодограмм и метод коррелограмм. Многомерный спектральный анализ сигналов и полей. Графическое представление спектров. Проблемы оценивая частоты, амплитуды сигналов. Спектральный анализ пространственных сигналов и полей. Пространственные частоты. Спектр пространственных частот и угловой спектр. Мнимые углы. Использование окон в спектральном анализе. Дискретная фильтрация. Спектральный анализ последовательности импульсов.

Раздел 3. Элементы теории приема и обработки цифровых сигналов

Энергетический спектр и спектральный анализ случайных сигналов и полей. Характеристики согласованных и оптимальных фильтров. Методы регуляризации в задаче оценки спектров

Раздел 4. Основы вейвлет преобразования сигналов

Свойства вейвлет функций. Непрерывное вейвлет-преобразование. Обратное преобразование. Дискретное вейвлет-преобразование. Практическое использование

Раздел 5. Модуляция и демодуляция сигналов

Классификация сигналов и методов модуляции. Методы амплитудной, фазовой и частотной модуляции и демодуляции. Принципы амплитудной и частотной манипуляции. Принципы импульсной и цифровой модуляции.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения контрольных работ, тестов по лекционному материалу.

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

Зачет в восьмом семестре проводится в письменной форме по билетам. Экзаменационный билет состоит из трех частей. Продолжительность зачета 1 час.

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=13846>

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. Статистическая радиофизика: Учебное пособие. – Томск: Изд-во НТЛ, 2006. – 132 С.
2. Алан В. Оппенгейм, Рональд В. Шафер. Цифровая обработка сигналов. – Техносфера, 2012. – 1048 с.
3. В. Волосюк, О. Горячкин. Цифровая обработка сигналов и изображений. – ФИЗМА-ТЛИТ, 2007. – 552 с.
4. Кирьянов Д. В. K43 Mathcad 15/Mathcad Prime 1.0. — СПб.: БХВ-Петербург, 2012. — 432 с.
5. В. Г. Коберниченко Основы цифровой обработки сигналов. Изд. Уральского университета, 2018. – 156 С.

б) дополнительная литература:

1. Сергиенко А. Б. Цифровая обработка сигналов. — 2-е. — СПб.: Питер, 2007. — С. 751.
2. Тропченко А Ю., Тропченко А.А. Цифровая обработка сигналов. Методы предварительной обработки. Учебное пособие по дисциплине "Теоретическая информатика". – СПб: СПбГУ ИТМО, 2009. – 100 с.
3. Макс Ж. Методы модуляции и кодирования в современных системах связи – Наука. Ленинградское отделение, 2017. – 402 с.
4. Дьяконов В., Абраменкова И. MATLAB. Обработка сигналов и изображений. Специальный справочник. – СПб.: Питер, 2002. – 608 с.
5. Смоленцев Н.К. Основы теории вейвлетов. Вейвлеты в matlab. 5-е издание – 2019. – 560 стр.

в) ресурсы сети Интернет:

1. Цифровой фильтр . [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Цифровой_фильтр (дата обращения 10.10.2016).
2. The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing . [Электронный ресурс]. URL: <http://dspguide.com/pdfbook.htm> (дата обращения 10.10.2016).
3. WinFilter. The easiest way to design a Digital Filter . [Электронный ресурс]. URL: <http://www.winfilter.20m.com> (дата обращения 10.10.2016).

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 Юпайт | – 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

Кандидат физ.-мат. наук, доцент кафедры радиофизики Кузьменко И.Ю.