

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

Радиофизический факультет

УТВЕРЖДЕНО:

Декан

А. Г. Коротаев

Рабочая программа дисциплины

Радиотехнические сигналы

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-3 Способен к логическому мышлению, обобщению, прогнозированию, постановке исследовательских задач и выбору путей их достижения, освоению работы на современном измерительном, диагностическом и технологическом оборудовании, используемом для решения различных научно-технических задач в области радиоэлектронной техники и информационно-коммуникационных технологий.

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

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК 3.1 Знает основные законы функционирования и процессы, происходящие в радиоэлектронных системах и комплексах

ИОПК 3.2 Анализирует, моделирует, прогнозирует поведение радиоэлектронных систем и комплексов

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

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

2. Задачи освоения дисциплины

- Освоить математический аппарат цифровой обработки сигналов.
- Обучить студентов методам цифровой обработки сигналов, используемых в системах связи с цифровой модуляцией.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы.

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

Пятый семестр, экзамен

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: «Математический анализ», «Радиоэлектроника».

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

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

-лекции: 34 ч.

-лабораторные: 36 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тема 1. Математический аппарат, используемый в цифровой обработке сигналов

Понятие комплексного числа, представление в полярной форме, арифметические действия над комплексными числами, формула Эйлера, корень из комплексного числа, понятие аналитической функции, правила дифференцирования, вычисление интегралов. Периодические сигналы, ряд Фурье, преобразование Фурье и его свойства, преобразование Лапласа и его свойства. Временная дискретизация сигналов, теорема Котельникова, спектральные свойства сигналов дискретного времени, квантование сигналов по уровню, шумы квантования. Дискретное преобразование Фурье и его свойства, дискретное преобразование Лапласа, Z-преобразование и его свойства, Z-преобразование типовых сигналов, практические способы вычисления обратного Z-преобразования.

Тема 2. Цифровая модуляция сигналов

Амплитудная манипуляция, фазовая манипуляция, квадратурная амплитудная манипуляция, манипуляция с частотным сдвигом. Детектирование сигналов с цифровой модуляцией сигналов: квадратурный прием сигналов, согласованная фильтрация, передискретизация, оценка максимального правдоподобия. Моделирование систем связи с цифровой модуляцией сигналов.

Тема 3. Фазовая и временная синхронизация в системах цифровой связи

Оценка максимального правдоподобия, фазовая синхронизация для BPSK и QPSK сигналов. Временная синхронизация для QPSK сигналов. Использование пилотных сигналов для синхронизации приемопередающих устройств

9. Текущий контроль по дисциплине

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

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

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

Структура экзамена должна соответствовать компетентностной структуре дисциплине. При описании системы оценивания итогового контроля по дисциплине необходимо продемонстрировать достижение всех запланированных индикаторов – результатов обучения.

Например,

Первая часть представляет собой тест из 5 вопросов, проверяющих ИУК-1.1. Ответы на вопросы первой части даются путем выбора из списка предложенных.

Вторая часть содержит один вопрос, проверяющий ИОПК-2.2. Ответ на вопрос второй части дается в развернутой форме.

Третья часть содержит 2 вопроса, проверяющих ИПК-3.3 и оформленные в виде практических задач. Ответы на вопросы третьей части предполагают решение задач и краткую интерпретацию полученных результатов.

Примерный перечень теоретических вопросов

1. Свойства z-преобразования
2. Свойства дискретного преобразования Фурье
3. Комплексные числа, формы представления, операции над комплексными числами.
4. Функции комплексного переменного. Комплексные контурные интегралы.
5. Аналитические функции. Интегральные теоремы.
6. Вычеты и контурные интегралы
7. Преобразование Лапласа и его свойства
8. Дисперсия шумов квантования
9. Критерий выбора частоты дискретизации

10. Эффекты, возникающие при передискретизации сигналов
11. Преобразование Фурье и его свойства
12. Дискретное преобразование Фурье
13. Дискретное преобразование Лапласа. Z-преобразование и его свойства
14. Пространство сигналов. Понятия и определения
15. Цифровой модулятор и уравнение синтеза. Цифровой детектор и уравнение анализа.
16. М-позиционная импульсная амплитудная модуляция (РАМ)
17. Квадратурная амплитудная модуляция
18. Фазовая автоподстройка частоты
19. PLL дискретного времени. Фазовая синхронизация при MQAM модуляции

Результаты экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценка неудовлетворительно ставится, если обучающийся не имеет представления об основных понятиях ЦОС.

Оценка удовлетворительно ставится, если обучающийся имеет общее представление об основных понятиях математического аппарата, используемого в цифровой обработке сигналов.

Оценка хорошо ставится, если обучающийся уверенно использует математический аппарат для описания методов и алгоритмов обработки сигналов в цифровых системах связи.

Оценка отлично ставится, если обучающийся уверенно использует математический аппарат для описания методов и алгоритмов обработки сигналов в цифровых системах связи. Легко создает модели систем цифровой радиосвязи в среде MatLab/Simulink

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=00000>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

в) Методические указания по проведению лабораторных работ.

д) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

– Сюзев В.В. Цифровая обработка сигналов: методы и алгоритмы. Уч. пособие. – М: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. – 532 с.

– Лайонс Р. Цифровая обработка сигналов. – М: «Бином-Пресс», 2011 г. – 654 с.

– Пономарев О.Г. Цифровая модуляция сигналов. Уч.-метод. пособие. – Томск: Томский государственный университет, 2010. – 46 с.

б) дополнительная литература:

– Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов. – СПб: «Питер», 2002 г. – 608 с.

– Смит С. Цифровая обработка сигналов. Практическое руководство для инженеров и научных работников. – М: «Додэка XXI», 2008. – 720 с.

– Rice M. Digital Communications: A Discrete-Time Approach. - Pearson, 2008. – 608 p.

в) ресурсы сети Интернет:

– The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing. [Электронный ресурс]. URL: <http://dspguide.com/pdfbook.htm> (дата обращения 10.10.2021).

– WinFilter. The easiest way to design a Digital Filter. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.winfilter.20m.com> (дата обращения 10.10.2021).

– Общероссийская Сеть КонсультантПлюс Справочная правовая система.
<http://www.consultant.ru>

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/>

в) профессиональные базы данных (*при наличии*):
– Университетская информационная система РОССИЯ – <https://uisrussia.msu.ru/>
– Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС) – <https://www.fedstat.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.

Лаборатории, оборудованные компьютерами и необходимым программным обеспечением

Аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации в смешенном формате («Актру»).

15. Информация о разработчиках

Пономарев Олег Геннадьевич, канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры радиофизики НИ ТГУ