

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»
(РУТ (МИИТ))



Рабочая программа дисциплины (модуля),
как компонент образовательной программы
высшего образования - программы бакалавриата
по направлению подготовки
11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и
системы связи,
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)
Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Цифровая обработка сигналов

Направление подготовки: 11.03.02 Инфокоммуникационные
технологии и системы связи

Направленность (профиль): Системы мобильной связи и сетевые
технологии на транспорте

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины (модуля) в виде
электронного документа выгружена из единой
корпоративной информационной системы управления
университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная РУТ (МИИТ)
ID подписи: 167783
Подписал: руководитель образовательной программы
Киселёва Анастасия Сергеевна
Дата: 10.03.2025

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целью освоения учебной дисциплины «Цифровая обработка сигналов» является формирование у обучающихся компетенций в соответствии с образовательным стандартом по направлению подготовки бакалавриата «Инфокоммуникационные технологии и системы связи». Задачи дисциплины включают в себя: основные понятия теории построения и принципы функционирования систем цифровой фильтрации, знакомство с методами их схемной реализации и техническими приемами обработки и преобразований информационных данных в современных системах передачи, методы представления и анализа цифровых сигналов, основные принципы построения и расчета цифровых систем обработки сигналов дисциплины (модуля).

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

ОПК-3 - Способен применять методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных, соблюдая при этом основные требования информационной безопасности.

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

Знать:

- математические способы описания цифровых сигналов и фильтров;
- методы преобразования аналоговых сигналов в цифровую форму;
- обобщенные схемы цифровых фильтров с конечными (КИХ) и бесконечными (БИХ) импульсными характеристиками;

Уметь:

- выбирать тип фильтра в соответствии с обрабатываемым сигналом и целью обработки;
- выбирать тип и определять параметры аналого-цифрового преобразователя сигналов;
- определять основные параметры системы цифровой обработки;

Владеть:

навыками расчета основных параметров КИХ- и БИХ-фильтров.

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 4 з.е. (144 академических часа(ов)).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Тип учебных занятий	Количество часов	
	Всего	Семестр №5
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	48	48
В том числе:		
Занятия лекционного типа	16	16
Занятия семинарского типа	32	32

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 96 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

4. Содержание дисциплины (модуля).

4.1. Занятия лекционного типа.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
1	Дискретные и цифровые сигналы и системы, математическое описание и анализ Рассматриваемые вопросы: - Введение в цифровую обработку сигналов. Сигналы и их преобразования при цифровой обработке. Методы математического описания линейных дискретных систем во временной в частотной областях и алгоритмы цифровой фильтрации на их основе.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	Области применения цифровой обработки сигналов. - Аналого-цифровое преобразование сигналов. Временная дискретизация сигналов и теорема Котельникова. Амплитудное квантование сигналов. Теоремы амплитудного квантования случайных сигналов.
2	Рекурсивные и нерекурсивные цифровые фильтры, методы реализации и синтеза Рассматриваемые вопросы: - Характеристики и структуры цифровых фильтров. - Передаточные функции и частотные характеристики фильтров. Обеспечение точности цифровых фильтров. - Частотные характеристики и формы реализации рекурсивных фильтров. - Частотные характеристики и формы реализации нерекурсивных фильтров. - Синтез рекурсивных фильтров по заданной частотной характеристике и по аналоговому прототипу.
3	Методы цифровой фильтрации сигналов на основе преобразования Фурье Рассматриваемые вопросы: - Алгоритм цифровой фильтрации сигналов на основе дискретного преобразования Фурье. - Спектрально-корреляционный анализ дискретных случайных сигналов.
4	Специальные применения и реализация систем цифровой обработки сигналов Рассматриваемые вопросы: - Цифровая обработка сигналов в многоканальных системах связи с частотным уплотнением каналов. - Методы переноса и преобразования спектров дискретных сигналов. - Методы и средства аппаратно-программной реализации систем цифровой обработки сигналов.

4.2. Занятия семинарского типа.

Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	Преобразование Фурье. Спектральный анализ Рассматриваемые вопросы: - Преобразование Фурье - Комплексная экспонента - Дискретное преобразование Фурье - Физическая интерпретация - ДПФ дискретного сигнала - Связь между преобразованиями - Порядок выполнения заданий - Изучение спектров периодических сигналов - Анализ спектра сложного периодического сигнала Индивидуальное задание выбирается согласно методическим указаниям к лабораторным занятиям.
2	Дискретные сигналы. Теорема Котельникова Рассматриваемые вопросы: - Дискретные сигналы - Спектральные свойства сигналов трех основных типов - Соотношение между сигналами - Теорема Котельникова - Порядок выполнения заданий - Анализ связи спектров дискретного и непрерывного сигналов 2.5.2 Восстановление сигнала с

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
	помощью ряда Котельникова Индивидуальное задание выбирается согласно методическим указаниям к лабораторным занятиям.
3	Быстрое преобразование Фурье. Фильтрация Рассматриваемые вопросы: - Быстрое преобразование Фурье - Свойства аналоговых фильтров - Фильтр Чебышева первого рода 3.4 Фильтр Чебышева второго рода - Эллиптический фильтр - Порядок выполнения заданий - Сравнение быстродействия алгоритмов ДПФ - Исследование свойства аналоговых фильтров - Исследование свойства эллиптического фильтра Индивидуальное задание выбирается согласно методическим указаниям к лабораторным занятиям.
4	Синтез цифровых фильтров Рассматриваемые вопросы: - Нахождение частотной характеристики фильтра - Нахождение импульсной характеристики фильтра - Нахождение нулей и полюсов передаточной функции фильтра - Функции синтеза стандартных фильтров - Синтез фильтра с использованием окон - Порядок выполнения заданий - Синтез фильтров методом билинейного z-преобразования - Работа с программой SPTool - Синтез КИХ фильтров с использованием окон Индивидуальное задание выбирается согласно методическим указаниям к лабораторным занятиям.
5	Разностные уравнения Рассматриваемые вопросы: - Теоретические сведения о разностных уравнениях - Импульсная характеристика - Собственная частота - Линейная частота - Нелинейная система - Z-преобразование - Нестабильность линейной системы - Определение стабильности системы Индивидуальное задание выбирается согласно методическим указаниям к лабораторным занятиям.
6	Расчет цифровых фильтров с бесконечными характеристиками Рассматриваемые вопросы: - Основные свойства БИХ-фильтров - Методы расчета коэффициентов БИХ-фильтра - Расчет аналоговых фильтров-прототипов - Преобразование полосы частот для аналоговых фильтров - Дискретизация аналогового фильтра - Расчет цифровых фильтров
7	Расчет цифровых КИХ-фильтров с линейной фазовой характеристикой методом взвешивания Рассматриваемые вопросы: - Основные свойства КИХ-фильтров - Расчет КИХ-фильтров с линейной характеристикой методом взвешивания - Прямоугольное окно

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
	- Обобщенное окно Хэмминга - Окно Кайзера
8	Акустические признаки Рассматриваемые вопросы: - Речевой сигнал - Спектрограмма - Определение частот, на которых находится основная энергия сигнала - Спектрограмма в мел-шкале

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Самостоятельное изучение и конспектирование отдельных тем учебной литературы, связанных с разделом
2	Подготовка к лабораторным занятиям
3	Подготовка к промежуточной аттестации.
4	Подготовка к текущему контролю.

5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Магазинникова, А. Л. Основы цифровой обработки сигналов : учебное пособие / А. Л. Магазинникова. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 132 с. — ISBN 978-5-8114-2175-6.	https://e.lanbook.com/book/168952
2	Фрейман, В. И. Цифровая обработка сигналов : учебное пособие / В. И. Фрейман. — Пермь : ПНИПУ, 2021. — 114 с. — ISBN 978-5-398-02542-2.	https://e.lanbook.com/book/239828
3	Цифровая обработка сигналов : учебное пособие / А. В. Безруков, А. С. Стукалова, Н. В. Сотникова, А. А. Сорокин. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2017. — 156 с. — ISBN 978-5-906920-80-5.	https://e.lanbook.com/book/121875

6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

Информационный портал Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (www.elibrary.ru);

Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов (<http://window.edu.ru>);

Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) (<http://library.mii.ru>);

Поисковые системы «Яндекс» для доступа к тематическим информационным ресурсам;

Электронно-библиотечная система издательства «Лань» – <http://e.lanbook.com/>;

Электронно-библиотечная система ibooks.ru – <http://ibooks.ru/>;

Электронно-библиотечная система «УМЦ» – <http://www.umczdt.ru/>;

Электронно-библиотечная система «Intermedia» – <http://www.intermediapublishing.ru/>;

Электронно-библиотечная система «BOOK.ru» – <http://www.book.ru/>;

Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» – <http://www.znanium.com/>

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

Программное обеспечение для выполнения практических заданий включает в себя программные продукты общего применения: операционная система Windows, Microsoft Office 2003 и выше, Браузер Internet Explorer 8.0 и выше с установленным Adobe Flash Player версии 10.3 и выше, Adobe Acrobat

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

Для проведения аудиторных занятий и самостоятельной работы требуется:

1. Рабочее место преподавателя с персональным компьютером, подключённым к сети INTERNET.

2. Специализированная лекционная аудитория с мультимедиа аппаратурой и интерактивной доской.

3. Компьютерный класс. Рабочие места студентов в компьютерном классе, подключённые к сети INTERNET

4. Для проведения практических занятий: компьютерный класс; компьютеры.

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 5 семестре.

10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).

Авторы:

И.П. Кнышев

Согласовано:

Директор

Б.В. Игольников

Руководитель образовательной
программы

А.С. Киселёва

Председатель учебно-методической
комиссии

Д.В. Паринов