

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
27.03.04 Управление в технических системах,
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)
Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Цифровая обработка сигналов

Направление подготовки: 27.03.04 Управление в технических системах

Направленность (профиль): Системы, методы и средства цифровизации и управления

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: 2053
Подписал: заведующий кафедрой Баранов Леонид Аврамович
Дата: 01.06.2022

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целью данной дисциплины является изучение общих принципов цифровой обработки сигналов (ЦОС) и получение навыков практического применения ЦОС при создании систем автоматического управления.

Основной целью изучения учебной дисциплины «Цифровая обработка сигналов» является формирование у обучающегося компетенций для научно-исследовательского вида деятельности.

Дисциплина предназначена для получения знаний для решения следующих профессиональных задач (в соответствии с видами деятельности):
Научно-исследовательская деятельность: анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования; обработка результатов экспериментальных исследований с применением современных информационных технологий и технических средств; проведение вычислительных экспериментов с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления; подготовка данных и составление обзоров, рефератов, отчетов, научных публикаций и докладов на научных конференциях и семинарах, участие во внедрении результатов исследований и разработок. Проектно-конструкторский сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования устройств и систем автоматизации и управления.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

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

ПК-6 - Способен осуществлять сбор и анализ исходных данных для формулирования задач разработки, расчета и проектирования систем и средств автоматизации и управления.

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

Уметь:

Организует и проводит обследование объекта управления.

Уметь:

Проводит анализ существующих разработок систем и средств автоматизации и управления; формулирует критерии качества; обобщает выводы.

Уметь:

Разрабатывает и формулирует техническое задание для проектирования автоматизированной системы управления и (или) её составляющих.

Владеть:

Выполняет документирование и моделирование бизнес-процессов и технологических процессов объекта автоматизации.

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 3 з.е. (108 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	Сем. №6
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	84	84
В том числе:		
Занятия лекционного типа	28	28
Занятия семинарского типа	56	56

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 24 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	Введение в ЦОС.
2	Предмет курса и его связь со смежными дисциплинами. Непрерывные, дискретные и цифровые сигналы. Элементы теории дискретизации сигналов. Z-преобразование. Линейные дискретные системы с постоянными параметрами. Разностные уравнения, передаточные функции, частотные характеристики. Библиография, история развития ЦОС. Содержание дисциплины. Особенности организации работы ЦОС. Структура и особенности построения ЦОС. Особенности обработки сигналов в реальном масштабе времени.
3	Математическое обеспечения ЦОС.
4	Одномерная цифровая фильтрация. Введение в цифровую фильтрацию. Определение и математическое описание. Программная реализация.
5	Фильтры с конечной импульсной характеристикой (КИХ). Характеристика КИХ-фильтров. Синтез коэффициентов. Метод оконного проектирования. Фильтры с бесконечной импульсной характеристикой (БИХ). Характеристика БИХ-фильтров.
6	Фильтры с бесконечной импульсной характеристикой (БИХ). Характеристика БИХ-фильтров. Синтез коэффициентов. Построение амплитудно-частотной характеристики фильтров. Синтез коэффициентов. Построение амплитудно-частотной характеристики фильтров.
7	Многомерная цифровая фильтрация. Двумерные системы. Особенности описания. Типовые двумерные сигналы. Дискретное преобразование Фурье для многомерных сигналов. Двумерные фильтры. Двумерные КИО и БИО фильтры. Многомерная цифровая фильтрация.
8	Обработка изображений. Задачи линейной фильтрации изображений. Задачи нелинейной фильтрации изображений. Задачи выделения контуров.
9	Ортогональные преобразования. Введение в ортогональные преобразования и быстрые алгоритмы. Понятие системы ортогональных функций. Ортогональные преобразования на базе функций в виде прямоугольных импульсов.
10	Вейвлет-преобразования. Типы вейвлет-функций. Применение вейвлет-преобразования.
11	Дискретное преобразование Фурье (ДПФ). Типы преобразований Фурье. Алгоритмы Кули-Тьюки для вычисления быстрого преобразования Фурье (БПФ). Ортогональные преобразования на базе функций в виде прямоугольных импульсов.
12	Автокорреляционная функция (АКФ) и взаимокорреляционная функция (ВКФ). Определение АКФ и ВКФ. Вычисление АКФ и ВКФ. Применение АКФ и ВКФ. Дискретное преобразование Фурье (ДПФ). Типы преобразований Фурье. Алгоритмы Кули-Тьюки для вычисления быстрого преобразования Фурье (БПФ).
13	Адаптивные фильтры и их применение. Определение и основные типы адаптивных фильтров. Идентификация систем. Разделение сигналов. Адаптивное эхоподавление.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	Задачи обработки речи. Автокорреляционная функция (АКФ) и взаимокорреляционная функция (ВКФ). Определение АКФ и ВКФ. Вычисление АКФ и ВКФ. Применение АКФ и ВКФ.
14	Техническое обеспечение ЦОС.
15	Аппаратное обеспечение ЦОС. Общие сведения и краткая характеристика микропроцессорных и микроконтроллерных систем. Архитектура микропроцессоров и микроконтроллеров. Архитектура микропроцессорных и микроконтроллерных систем. Влияние математического обеспечения на выбор технического обеспечения ЦОС.
16	Программное обеспечение ЦОС. Системы команд современных микропроцессоров и микроконтроллеров.
17	Применение ЦОС.
18	Примеры применения ЦОС. Рассмотрение кейсов.

4.2. Занятия семинарского типа.

Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	ЛР №1 Оцифровка и восстановление сигнала. Входной контроль знаний (Устный опрос). Контроль знаний по разделам «Теория управления», «Теоретическая электротехника».
2	ЛР №2 Синтез цифрового нерекурсивного фильтра методом оконного проектирования. Передаточная функция и частотные характеристики рекурсивной системы.
3	ЛР №3 Проектирование рекурсивного цифрового фильтра с использованием спектральных преобразований. Проектирование рекурсивного цифрового фильтра с использованием спектральных преобразований.
4	ЛР №4 Двумерные фильтры. Двумерные фильтры.
5	ЛР №5 Обработка изображений. Обработка изображений.
6	ЛР №6 Применение ортогональных преобразований на базе функций в виде прямоугольных импульсов в телекоммуникационных системах.
7	ЛР №7 Алгоритмическая и программная реализация быстрого преобразования Фурье.
8	ЛР №8 Применение вейвлет-преобразования.
9	ЛР №9 Программно-аппаратный комплекс для исследования корреляционных функций. Алгоритмы Кули-Тьюки для вычисления БПФ.
10	ЛР №10 Программно-аппаратный комплекс, реализующий идентификацию систем и подавление помех с использованием адаптивной фильтрации. Программно-аппаратный комплекс для исследования корреляционных функций.

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
11	ЛР №11 Программно-аппаратные комплексы, реализующие решение задач цифровой фильтрации, спектрального анализа сигналов, обработки звука.
12	ЛР №12 Интегрированная среда разработки для сигнальных процессоров Visual DSP.
13	ЛР №13 Среда разработки программного обеспечения AVRStudio. Программно-аппаратные комплексы, реализующие решение задач цифровой фильтрации, спектрального анализа сигналов, обработки звука.
14	ЛР №14 Решение задач цифровой фильтрации с использованием процессоров семейства AVR.

Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	ПЗ №1 Входной контроль знаний (Устный опрос). Контроль знаний по разделам «Теория управления», «Теоретическая электротехника». Оцифровка и восстановление сигнала.
2	ПЗ №2 Передаточная функция и частотные характеристики нерекурсивной системы.
3	ПЗ №3 Передаточная функция и частотные характеристики рекурсивной системы.
4	ПЗ №4 ПК1 - Текущий контроль по разделу 2. Разбор наиболее частых ошибок. ПК1 - Текущий контроль по разделу 2. Разбор наиболее частых ошибок.
5	ПЗ №5 Алгоритмы Кули-Тьюки для вычисления БПФ
6	ПЗ №6 ПК2 - Текущий контроль по разделу 2. Разбор наиболее частых ошибок. Вейвлет-преобразования.
7	ПЗ №7 Примеры применения ЦОС. Рассмотрение кейсов.

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	СР №1 1. Подготовка к входному контролю. 2. Подготовка к практическим занятиям № 1-2. 3. Повторение лекционного материала. 4. Изучение учебной литературы из приведенных источников: [1],[2, стр. 3-21], [6, стр. 6-14], [9, стр. 415-433] 5. Изучение ресурсовинформационно-телекоммуникационной сети «ИНТЕРНЕТ», необходимых для освоения дисциплины. 6. Конспектирование изученного материала.
2	СР №2 1. Подготовка к тестированию для прохождения первого и второго текущего контроля. 2. Подготовка к практическим занятиям № 3-8 и лабораторным работам № 1-6. 3. Повторение лекционного материала. 4. Изучение учебной литературы из приведенных источников: [1],[2, стр. 22-36], [4], [6, стр. 15-55,71-90]. 5. Изучение ресурсовинформационно-телекоммуникационной сети «ИНТЕРНЕТ», необходимых для освоения дисциплины. 6. Конспектирование изученного материала.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
3	<p>СР №3</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Подготовка к тестированию для прохождения первого и второго текущего контроля. 2. Подготовка к практическим занятиям № 3-8 и лабораторным работам № 1-6. 3. Повторение лекционного материала. 4. Изучение учебной литературы из приведенных источников: [1],[2, стр. 22-36], [4], [6, стр. 15-55,71-90]. 5. Изучение ресурсовинформационно-телекоммуникационной сети «ИНТЕРНЕТ», необходимых для освоения дисциплины. 6. Конспектирование изученного материала.
4	<p>СР №4</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Подготовка к тестированию для прохождения первого и второго текущего контроля. 2. Подготовка к практическим занятиям №3-8 и лабораторным работам № 1-6. 3. Повторение лекционного материала. 4. Изучение учебной литературы из приведенных источников: [1],[2, стр. 22-36], [4], [6, стр. 15-55,71-90]. 5. Изучение ресурсовинформационно-телекоммуникационной сети «ИНТЕРНЕТ», необходимых для освоения дисциплины. 6. Конспектирование изученного материала.
5	<p>СР №5</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Подготовка к тестированию для прохождения первого и второго текущего контроля. 2. Подготовка к практическим занятиям № 3-8 и лабораторным работам № 1-6. 3. Повторение лекционного материала. 4. Изучение учебной литературы из приведенных источников: [1],[2, стр. 22-36], [4], [6, стр. 15-55,71-90]. 5. Изучение ресурсовинформационно-телекоммуникационной сети «ИНТЕРНЕТ», необходимых для освоения дисциплины. 6. Конспектирование изученного материала.
6	<p>СР №6</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Подготовка к тестированию для прохождения первого и второго текущего контроля. 2. Подготовка к практическим занятиям № 3-8 и лабораторным работам № 1-6. 3. Повторение лекционного материала. 4. Изучение учебной литературы из приведенных источников: [1],[2, стр. 22-36], [4], [6, стр. 15-55,71-90]. 5. Изучение ресурсовинформационно-телекоммуникационной сети «ИНТЕРНЕТ», необходимых для освоения дисциплины. 6. Конспектирование изученного материала.
7	<p>СР №7</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Подготовка к тестированию для прохождения первого и второго текущего контроля. 2. Подготовка к практическим занятиям № 3-8 и лабораторным работам № 1-6. 3. Повторение лекционного материала. 4. Изучение учебной литературы из приведенных источников: [1],[2, стр. 22-36], [4], [6, стр. 15-55,71-90]. 5. Изучение ресурсовинформационно-телекоммуникационной сети «ИНТЕРНЕТ», необходимых для освоения дисциплины. 6. Конспектирование изученного материала.
8	<p>СР №8</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Подготовка к тестированию для прохождения первого и второго текущего контроля. 2. Подготовка к практическим занятиям № 3-8 и лабораторным работам № 1-6. 3. Повторение лекционного материала. 4. Изучение учебной литературы из приведенных источников: [1],[2, стр. 22-36], [4], [6, стр. 15-55,71-90].

№ п/п	Вид самостоятельной работы
	<p>5. Изучение ресурсовинформационно-телекоммуникационной сети «ИНТЕРНЕТ», необходимых для освоения дисциплины.</p> <p>6. Конспектирование изученного материала.</p>
9	<p>СР №9</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Подготовка к тестированию для прохождения первого и второго текущего контроля. 2. Подготовка к практическим занятиям № 3-8 и лабораторным работам № 1-6. 3. Повторение лекционного материала. 4. Изучение учебной литературы из приведенных источников: [1],[2, стр. 22-36], [4], [6, стр. 15-55,71-90]. 5. Изучение ресурсовинформационно-телекоммуникационной сети «ИНТЕРНЕТ», необходимых для освоения дисциплины. 6. Конспектирование изученного материала.
10	<p>СР №10</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Подготовка к тестированию для прохождения первого и второго текущего контроля. 2. Подготовка к практическим занятиям № 3-8 и лабораторным работам № 1-6. 3. Повторение лекционного материала. 4. Изучение учебной литературы из приведенных источников: [1],[2, стр. 22-36], [4], [6, стр. 15-55,71-90]. 5. Изучение ресурсовинформационно-телекоммуникационной сети «ИНТЕРНЕТ», необходимых для освоения дисциплины. 6. Конспектирование изученного материала.
11	<p>СР №11</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Подготовка к тестированию для прохождения первого и второго текущего контроля. 2. Подготовка к практическим занятиям № 3-8 и лабораторным работам № 1-6. 3. Повторение лекционного материала. 4. Изучение учебной литературы из приведенных источников: [1],[2, стр. 22-36], [4], [6, стр. 15-55,71-90]. 5. Изучение ресурсовинформационно-телекоммуникационной сети «ИНТЕРНЕТ», необходимых для освоения дисциплины. 6. Конспектирование изученного материала.
12	<p>СР №12</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Подготовка к лабораторным работам № 7-9. 2. Повторение лекционного материала. 3. Изучение учебной литературы из приведенных источников: [1], [3],[5], [6, стр. 56-70], [8, стр. 377-428]. 4. Изучение ресурсовинформационно-телекоммуникационной сети «ИНТЕРНЕТ», необходимых для освоения дисциплины. 5. Конспектирование изученного материала.
13	<p>СР №13</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Подготовка к лабораторным работам № 7-9. 2. Повторение лекционного материала. 3. Изучение учебной литературы из приведенных источников: [1], [3],[5], [6, стр. 56-70], [8, стр. 377-428]. 4. Изучение ресурсовинформационно-телекоммуникационной сети «ИНТЕРНЕТ», необходимых для освоения дисциплины. 5. Конспектирование изученного материала.
14	<p>СР №14</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Подготовка к практическому занятию № 9. 2. Повторение лекционного материала. 3. Изучение учебной литературы из приведенных источников: [1]. 4. Изучение ресурсовинформационно-телекоммуникационной сети «ИНТЕРНЕТ», необходимых для

№ п/п	Вид самостоятельной работы
	освоения дисциплины. 5. Конспектирование изученного материала.
15	Подготовка к промежуточной аттестации.
16	Подготовка к текущему контролю.

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

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Цифровая обработка сигналов А.Б. Сергиенко Однотомное издание Питер , 2007	НТБ (уч.3); НТБ (фб.); НТБ (чз.2)
2	Методические указания к лабораторным работам «Способы цифровой обработки сигналов» для студентов специальностей «Управление и информатика в технических системах» Сидоренко В.Г., Балакина Е.П., Зольникова Н.Н. М.: МИИТ , 2009	
3	Цифровая обработка и синтез звука. Учебное пособие по дисциплине «Цифровая обработка сигналов» для бакалавров, обучающихся по направлению «220400 – Управление в технических системах» профилю «Управление и информатика в технических системах». Сидоренко В.Г., Серкин О.О. М.: МИИТ , 2013	
4	Цифровая фильтрация. Конспект лекций по курсу "Цифровая обработка сигналов" для студентов специальности «Управление и информатика в технических системах». Сидоренко В.Г. М.: МИИТ , 2010	
1	Интегрированная среда разработки программного обеспечения для сигнальных процессоров VisualDPS Сидоренко В.Г., Андреев Д.А., Петров А.Г., Федоров А.В. М.: МИИТ , 2003	Библиотека кафедры «УиЗИ»
2	Сборник типовых задач по дисциплине "Цифровая обработка сигналов" для специальности "Управление и информатика в технических системах". Сидоренко В.Г., Егорова Е.В., Хачатурян А.Р., Федоров А.В. М.: МИИТ , 2004	Библиотека кафедры «УиЗИ»
3	Методические указания к практическим занятиям по курсу "Цифровая обработка сигналов" для студентов специальности "Управление и информатика в технических системах" (Часть 2) Сидоренко В.Г. М.: МИИТ , 1999	Библиотека кафедры «УиЗИ»
4	Схемотехника электронных систем. Микропроцессоры и микроконтроллеры В.И. Бойко, А.Н. Гуржий, В.Я. Жуйков и	НТБ (уч.4); НТБ (фб.); НТБ (чз.1)

	др. Однотомное издание БХВ-Петербург , 2004	
5	Схемотехника электронных систем. Аналоговые и импульсные устройства В.И. Бойко, А.Н. Гуржий, В.Я. Жуйков и др. Однотомное издание БХВ-Петербург , 2004	НТБ (уч.4); НТБ (фб.); НТБ (чз.1)

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

1. <http://library.miit.ru/> - электронно-библиотечная система Научно-технической библиотеки МИИТ.

2. <http://elibrary.ru/> - научно-электронная библиотека.

3. <http://robotosha.ru/>

4. www.chipinfo.ru.

5. <http://siblec.ru/>

6. <http://autex.ru/>

7. <http://www.intuit.ru>

8. <http://twirpx.com>

9. <http://habrahabr.ru>

10. <http://semestr.ru>

11. <http://scholar.google.ru>

12. Поисковые системы: Yandex, Google, Mail.

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

Для проведения лекционных занятий необходима специализированная лекционная аудитория с мультимедиа аппаратурой и интерактивной доской. Для проведения практических занятий необходимы компьютеры с рабочими местами в компьютерном классе. Компьютеры должны быть обеспечены лицензионными программными продуктами: Microsoft Office не ниже Microsoft Office 2007 (2013), пакет прикладных программ MATLAB, пакет прикладных программ MATCad, пакет прикладных программ LABView, интегрированная среда разработки программного обеспечения для сигнальных процессоров Visual DSP; среда разработки программного обеспечения AVRStudio.

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 сетям INTERNET и INTRANET.

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

3. Компьютерный класс. Рабочие места студентов в компьютерном классе, подключённые к сетям INTERNET и INTRANET

4. Для проведения практических занятий: компьютерный класс; компьютеры с минимальными требованиями – Pentium 4, ОЗУ 4 ГБ, HDD 100 ГБ, USB 2.0.

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 6 семестре.

10. Оценочные материалы.

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

Авторы

Профессор, профессор, д.н. кафедры
«Управление и защита информации»

Сидоренко
Валентина
Геннадьевна

Лист согласования

Заведующий кафедрой УиЗИ
Председатель учебно-методической
комиссии

Л.А. Баранов

С.В. Володин