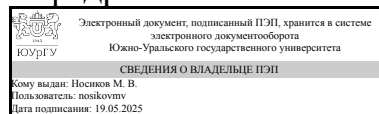


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



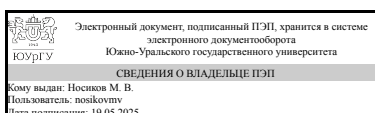
М. В. Носиков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П0.09 Цифровая обработка сигналов
для направления 27.03.04 Управление в технических системах
уровень Бакалавриат
профиль подготовки Управление и информатика в технических системах
форма обучения заочная
кафедра-разработчик Автоматика

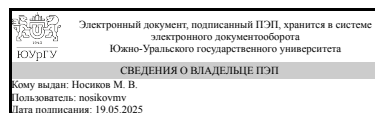
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 27.03.04 Управление в технических системах, утверждённым приказом Минобрнауки от 31.07.2020 № 871

Зав.кафедрой разработчика,
к.техн.н., доц.



М. В. Носиков

Разработчик программы,
к.техн.н., доц., заведующий
кафедрой



М. В. Носиков

1. Цели и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины «Цифровая обработка сигналов» является обучение разработке и применению математических и программных моделей алгоритмов цифровой обработки сигналов с программно-аппаратными средствами их реализации. Задача дисциплины – представление теории и практики цифровой обработки сигналов; – привить навыки постановки исследовательских задач в части разработки средств обработки сигналов; – формировать у студентов знания, умения и навыки, необходимые для разработки цифровых систем измерения и управления.

Краткое содержание дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Цифровая обработка сигналов» является изучение основ фундаментальной теории цифровой обработки сигналов (ЦОС) в части базовых методов и алгоритмов ЦОС, инвариантных относительно физической природы сигнала, и включающих в себя: математическое описание (математические модели) линейных дискретных систем (ЛДС) и дискретных сигналов, включая дискретное и быстрое преобразование Фурье (ДПФ и БПФ); основные этапы проектирования цифровых фильтров (ЦФ); синтез и анализ ЦФ и их математическое описание в виде структур; оценку шумов квантования в ЦФ с фиксированной точкой (ФТ); изучение современных средств компьютерного моделирования базовых методов и алгоритмов ЦОС.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-4 Способен осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования систем и средств автоматизации и управления, составлять научно-технические отчеты по результатам выполненных работ	Знает: преимущества цифровых сигналов и их роль в проектировании приборов, устройств и узлов телекоммуникационных и информационно-измерительных систем; математический аппарат для описания цифровых сигналов и систем Умеет: выполнять компьютерное моделирование линейных дискретных систем на основе их математического описания; задавать требования к аппаратным и программным средствам цифровой обработки сигналов
ПК-11 Способен проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления	Знает: математический аппарат для описания цифровых сигналов и систем; основные этапы проектирования цифровых фильтров Умеет: разрабатывать программные приложения для реализации систем цифровой обработки сигналов Имеет практический опыт: навыками составления математических моделей линейных дискретных систем и дискретных сигналов
ПК-12 Способен выполнять экспериментальные исследования на действующих объектах автоматизации и управления и обрабатывать результаты с применением информационных технологий	Знает: способы и алгоритмы цифровой фильтрации; современную элементную базу для реализации систем цифровой обработки сигналов Умеет: синтезировать цифровые фильтры и

	анализировать их характеристики средствами компьютерного моделирования; - использовать типовые инструментальные средства и пакеты прикладных программ для решения конкретных прикладных задач обработки сигналов на ЭВМ Имеет практический опыт: использования информационных технологий и программного обеспечения для проектирования блоков и систем цифровой обработки сигналов в системах управления и информационно-измерительных комплексах
--	--

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Информационные технологии, Переходные процессы в режимах коммутации, Системы искусственного интеллекта, Математические основы теории систем, Электроника, Технологии программирования	Электромеханические системы, Проектная деятельность, Технические средства автоматизации и управления, Исполнительные механизмы и приводы, Промышленные сети и системы связи, Мехатроника и робототехника, Методология принятия решений и управления в сложных системах, Проектирование АСУ ТП, Патентоведение, Информационные сети и телекоммуникации, Локальные вычислительные сети, Производственная практика (преддипломная) (10 семестр), Производственная практика (проектная) (8 семестр)

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
Технологии программирования	Знает: об объектном подходе к спецификации, проектированию и тестированию программного обеспечения, о жизненном цикле программного обеспечения и его моделях, организацию процесса проектирования программного обеспечения Умеет: документировать и оценивать качество программных продуктов, применять средства разработки программного обеспечения: инструментальные среды разработки, средства поддержки проекта, отладчики, использовать методы декомпозиции и абстракции при проектировании ПО Имеет практический опыт: разработки и оформления технической документации, применения методов структурного и функционального тестирования,

	применения методов проектирования программного обеспечения при структурном и ориентированном подходе
Математические основы теории систем	Знает: современные физико-математические методы, применяемые в инженерной и исследовательской практике; методы и алгоритмы планирования измерений и испытаний, обработку их результатов и оценку их качества, основные программные средства реализации оптимизационных процессов, тенденции использования математических методов в управлении Умеет: формировать планы измерений и испытаний для различных измерительных и экспериментальных задач, обрабатывать полученные результаты с использованием алгоритмов, адекватных сформированному плану, применять современные математические пакеты программ для математического описания, моделирования и анализа сигналов и систем Имеет практический опыт: применения физико-математических методов при исследовании математических моделей, моделирования процессов управления объектами, применения математических методов для решения различных задач управления
Электроника	Знает: основные принципы выбора элементной базы для расчета и проектирования систем и средств автоматики, принцип работы и основные характеристики и параметры элементов и компонентов электронных и микроэлектронных устройств, программы компьютерного моделирования элементов и компонентов электроники с целью оценки их основных характеристик и работоспособности Умеет: осуществлять сбор и анализ исходных данных по основным техническим характеристикам электронных и микроэлектронных элементов и компонентов, выполнять расчеты базовых электронных устройств, выполнять моделирование электронных схем с использованием компьютерных программ Имеет практический опыт: составления технических отчетов по результатам исследований, исследования характеристик и параметров изделий электронной техники
Системы искусственного интеллекта	Знает: сущность и значение информации и интеллектуальных технологий в развитии современного общества, основные способы, средства и методы получения, хранения, переработки информации, распространённые подходы моделирования интеллектуальности в программных системах и используемый при этом математический аппарат Умеет: проводить анализ предметной области и определять задачи, для решения которых целесообразно использование технологий интеллектуальных

	систем, спроектировать базу знаний, выбрать стратегию вывода знаний, строить логические алгоритмы, программировать в логике Имеет практический опыт: определения требований и состава средств, методов и мероприятий по построению интеллектуальных информационных систем, использование методов логического программирования, применения программных средств и методов построения экспертных систем
Переходные процессы в режимах коммутации	Знает: Законы переходных процессов в режимах коммутации электронных средств автоматики и методы их расчета Умеет: проводить исследования переходных процессов и анализировать результаты экспериментов, производить расчеты переходных процессов в отдельных блоках систем управления Имеет практический опыт: оформления технических отчетов по результатам экспериментов
Информационные технологии	Знает: знает перспективные методы информационных технологий и искусственного интеллекта, направленных на разработку новых научно-технических решений, основные алгоритмы решения задач в области современных информационных технологий; логику построения сред разработки информационных систем и технологий Умеет: применять информационные технологии для обработки результатов экспериментов Имеет практический опыт: применения информационных технологий и соответствующего программного обеспечения для решения практических задач

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 18,25 ч.
контактной работы с применением дистанционных образовательных технологий

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		6
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
<i>Аудиторные занятия:</i>	12	12
Лекции (Л)	4	4
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	4	4
Лабораторные работы (ЛР)	4	4
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	89,75	89,75
Поиск информации по темам в сети Интернет, самостоятельное изучение теоретического материала	45	45

Подготовка и выполнение контрольных работ по темам	20	20
Подготовка к зачету	24,75	24.75
Консультации и промежуточная аттестация	6,25	6,25
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Введение в цифровую обработку сигналов. Сигналы и их преобразования при цифровой обработке.	3	1	1	1
2	Цифровые фильтры. Методы математического описания цифровых фильтров. БИХ и КИХ фильтры.	3	1	1	1
3	Цифровой спектральный анализ. Гармонический спектральный анализ. Преобразование Фурье. Алгоритмы быстрого преобразования Фурье.	3	1	1	1
4	Реализация ЦОС на основе аппаратных и аппаратно-программных средств. Цифровые сигнальные процессоры.	3	1	1	1

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Введение в цифровую обработку сигналов. Свойства Z-преобразования. Особенности выбора частоты дискретизации периодических и узкополосных сигналов. Определение и оценка методической погрешности дискретизации сигнала по времени. Инструментальные погрешности преобразования аналог – код. Преобразование сигналов из цифровой формы в аналоговую. Искажения сигнала при его восстановлении.	1
2	2	Определение и классификация цифровых фильтров. Математическое обоснование взаимосвязи передаточной функции, частотной и импульсной характеристик цифровых фильтров. Передаточная функция рекурсивного фильтра, получаемая разложением на элементарные дроби. Аналитическое определение импульсной характеристики рекурсивных фильтров. Задачи и методы синтеза цифровых фильтров с требуемой частотной характеристикой. Синтез передаточной функции рекурсивных цифровых фильтров. Влияние конечной разрядности чисел в цифровых фильтрах. Задачи и методы моделирования цифровых фильтров на ЭВМ.	1
3	3	Вычисление дискретного преобразования Фурье (ДПФ). Свойства прямого и обратного ДПФ. Программная реализация цифровых фильтров на основе ДПФ. Связь между дискретным преобразованием Фурье и цифровой фильтрацией. Граф-схемы алгоритмов вычисления быстрого преобразования Фурье (БПФ). Масштабирование и оценка точности вычисления БПФ.	1
4	4	Операционные устройства ЦОС на основе жесткой логики. Методы аппаратной реализации цифровых фильтров с последовательно-параллельной, параллельной и параллельно-последовательной обработкой на основе жесткой логики и программируемых логических интегральных схем. Технология программирования микропроцессорных систем ЦОС.	1

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Введение в цифровую обработку сигналов. Свойства Z-преобразования. Особенности выбора частоты дискретизации периодических и узкополосных сигналов. Определение и оценка методической погрешности дискретизации сигнала по времени. Инструментальные погрешности преобразования аналог – код. Преобразование сигналов из цифровой формы в аналоговую. Искажения сигнала при его восстановлении. дискретизации сигнала по времени.	1
2	2	Определение и классификация цифровых фильтров. Математическое обоснование взаимосвязи передаточной функции, частотной и импульсной характеристик цифровых фильтров. Передаточная функция рекурсивного фильтра, получаемая разложением на элементарные дроби. Аналитическое определение импульсной характеристики рекурсивных фильтров. Задачи и методы синтеза цифровых фильтров с требуемой частотной характеристикой. Синтез передаточной функции рекурсивных цифровых фильтров. Влияние конечной разрядности чисел в цифровых фильтрах. Задачи и методы моделирования цифровых фильтров на ЭВМ.	1
3	3	Вычисление дискретного преобразования Фурье (ДПФ). Свойства прямого и обратного ДПФ. Программная реализация цифровых фильтров на основе ДПФ. Связь между дискретным преобразованием Фурье и цифровой фильтрацией. Граф-схемы алгоритмов вычисления быстрого преобразования Фурье (БПФ). Масштабирование и оценка точности вычисления БПФ.	1
4	4	Операционные устройства ЦОС на основе жесткой логики. Методы аппаратной реализации цифровых фильтров с последовательно-параллельной, параллельной и параллельно-последовательной обработкой на основе жесткой логики и программируемых логических интегральных схем. Технология программирования микропроцессорных систем ЦОС.	1

5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	1	Введение в цифровую обработку сигналов. Свойства Z-преобразования. Особенности выбора частоты дискретизации периодических и узкополосных сигналов. Определение и оценка методической погрешности дискретизации сигнала по времени. Инструментальные погрешности преобразования аналог – код. Преобразование сигналов из цифровой формы в аналоговую. Искажения сигнала при его восстановлении. дискретизации сигнала по времени.	1
2	2	Определение и классификация цифровых фильтров. Математическое обоснование взаимосвязи передаточной функции, частотной и импульсной характеристик цифровых фильтров. Передаточная функция рекурсивного фильтра, получаемая разложением на элементарные дроби. Аналитическое определение импульсной характеристики рекурсивных фильтров. Задачи и методы синтеза цифровых фильтров с требуемой частотной характеристикой. Синтез передаточной функции рекурсивных цифровых фильтров. Влияние конечной разрядности чисел в цифровых фильтрах. Задачи и методы моделирования цифровых фильтров на ЭВМ.	1
3	3	Вычисление дискретного преобразования Фурье (ДПФ). Свойства прямого и обратного ДПФ. Программная реализация цифровых фильтров на основе ДПФ. Связь между дискретным преобразованием Фурье и цифровой фильтрацией. Граф-схемы алгоритмов вычисления быстрого преобразования	1

		Фурье (БПФ). Масштабирование и оценка точности вычисления БПФ.	
4	4	Операционные устройства ЦОС на основе жесткой логики. Методы аппаратной реализации цифровых фильтров с последовательно-параллельной, параллельной и параллельно-последовательной обработкой на основе жесткой логики и программируемых логических интегральных схем. Технология программирования микропроцессорных систем ЦОС.	1

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Поиск информации по темам в сети Интернет, самостоятельное изучение теоретического материала	[1]-[6]	6	45
Подготовка и выполнение контрольных работ по темам	[1]-[6]	6	20
Подготовка к зачету	[1]-[6]	6	24,75

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	6	Промежуточная аттестация	Вопросы к зачету	-	5	На зачете происходит оценивание учебной деятельности обучающихся. Рейтинг обучающегося по дисциплине определяется только по результатам текущего контроля. При условии выполнения всех мероприятий текущего контроля и достижении 60 % рейтинга обучающийся получает зачет. При желании повысить рейтинг за курс обучающийся на очном зачете устно опрашивается по билету, сформированному из вопросов, выносимых на зачет. 5 баллов - ответ на теоретический вопрос, решены 2 задачи 4 балла - ответ на теоретический вопрос, решена 1 задача 3 балла - ответ на теоретический вопрос, задачи не решены; 2 балла - нет ответа на теоретический	зачет

						вопрос, задачи не решены.	
2	6	Текущий контроль	Контрольная работа "Светрлка сигналов. Разностные уравнения. Оценка устойчивости ЛДС"	1	10	1 балл за решенное задание	зачет
3	6	Текущий контроль	Контрольная работа "Линейные дискретные системы. Цифровые фильтры"	1	10	1 балл за решенное задание	зачет
4	6	Текущий контроль	тест - основы анализа сигналов	0,5	10	Тест содержит 10 вопросов, цена правильного ответа - 1 балл, весовой коэффициент теста - 0,5. Время тестирования 20 минут.	зачет
5	6	Текущий контроль	тест по цифровой обработке сигналов	0,5	6	Правильный ответ на вопрос теста -1 балл, Время тестирования 15 минут.	зачет
6	6	Текущий контроль	итоговый тест по цифровой обработке сигналов	0,5	15	Тест содержит 15 вопросов по всем темам дисциплины. Правильный ответ - 1 балл, Время тестирования - 30 минут	зачет

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	На зачете происходит оценивание учебной деятельности обучающихся. Рейтинг обучающегося по дисциплине определяется только по результатам текущего контроля. При условии выполнения всех мероприятий текущего контроля и достижении 60 % рейтинга обучающийся получает зачет. Студент вправе пройти контрольное мероприятие в рамках промежуточной аттестации (зачет) для улучшения своего рейтинга. Зачет проводится в соответствии с расписанием. На зачет отводится 20 минут. Преподаватель вправе задавать дополнительные вопросы в пределах выданного билета.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ					
		1	2	3	4	5	6
ПК-4	Знает: преимущества цифровых сигналов и их роль в проектировании приборов, устройств и узлов телекоммуникационных и информационно-измерительных систем; математический аппарат для описания цифровых сигналов и систем	++			+++		
ПК-4	Умеет: выполнять компьютерное моделирование линейных дискретных систем на основе их математического описания; задавать требования к аппаратным и программным средствам цифровой обработки сигналов	++					
ПК-11	Знает: математический аппарат для описания цифровых сигналов и систем;	+++	+	+	+	+	+

	основные этапы проектирования цифровых фильтров								
ПК-11	Умеет: разрабатывать программные приложения для реализации систем цифровой обработки сигналов	+	+	+					
ПК-11	Имеет практический опыт: навыками составления математических моделей линейных дискретных систем и дискретных сигналов	+			+		+	+	+
ПК-12	Знает: способы и алгоритмы цифровой фильтрации; современную элементную базу для реализации систем цифровой обработки сигналов	+			+	+	+	+	+
ПК-12	Умеет: синтезировать цифровые фильтры и анализировать их характеристики средствами компьютерного моделирования; - использовать типовые инструментальные средства и пакеты прикладных программ для решения конкретных прикладных задач обработки сигналов на ЭВМ	+			+				
ПК-12	Имеет практический опыт: использования информационных технологий и программного обеспечения для проектирования блоков и систем цифровой обработки сигналов в системах управления и информационно-измерительных комплексах					+			

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Опадчий, Ю. Ф. Аналоговая и цифровая электроника (полный курс) : учебник для вузов / Ю. Ф. Опадчий, О. П. Глудкин, А. И. Гуров. ; Под ред. О. П. Глудкина. - М. : Горячая линия-Телеком, 2007. - 768 с.

б) дополнительная литература:

1. Дорогов, В. Г. Введение в методы и алгоритмы принятия решений : учебное пособие /В. Г. Дорогов, Я. О. Теплова ; под ред. Л. Г. Гагариной. - М. : Форум : Инфра-м, 2012
2. Иоффе, М. И. Диагностирование логических схем. Алгоритмы моделирования и автоматического синтеза теста : Монография / М. И. Иоффе ; АН СССР, Институт проблем информатики. - М. : Наук ,1989 . - 136 с .: ИЛ.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Цифровая обработка сигналов : учеб. пособие для вузов / М.И. Курячий. – Томск : Томск. гос. унт систем упр. и радиоэлектроники, 2009. – 190 с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Цифровая обработка сигналов : учеб. пособие для вузов / М.И. Курячий. – Томск : Томск. гос. унт систем упр. и радиоэлектроники, 2009. – 190 с.

Электронная учебно-методическая документация

Нет

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Math Works-MATLAB, Simulink 2013b(бессрочно)
2. GNU Octave-Octave (бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Практические занятия и семинары	313 (5)	Рабочие станции DEPO Neos 280 (Windows 10)
Лекции	302 (5)	Интерактивная доска, проектор