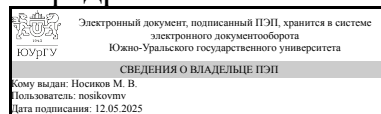


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



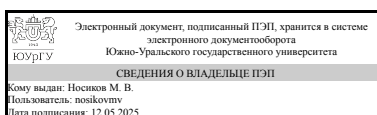
М. В. Носиков

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 очная
кафедра-разработчик Автоматика

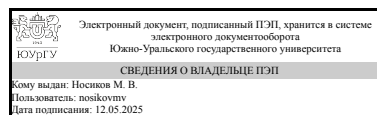
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 27.03.04 Управление в технических системах, утверждённым приказом Минобрнауки от 31.07.2020 № 871

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

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
Локальные вычислительные сети, Информационные технологии, Электроника, Методология принятия решений и управления в сложных системах, Технологии программирования, Переходные процессы в режимах коммутации, Математические основы теории систем, Промышленные сети и системы связи, Системы искусственного интеллекта	Информационные сети и телекоммуникации, Исполнительные механизмы и приводы, Электромеханические системы, Патентование, Проектирование АСУ ТП, Мехатроника и робототехника, Технические средства автоматизации и управления, Производственная практика (преддипломная) (8 семестр)

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

Дисциплина	Требования
Локальные вычислительные сети	Знает: основные решения по построению физического, канального, сетевого и транспортного уровней, базовые понятия об информации и информационных технологиях; основные способы организации информационных технологий, автоматизированных информационных технологий, принципы построения современных компьютерных сетей и особенности их эксплуатации Умеет: методы проектирования локальных и корпоративных вычислительных сетей, использовать типовые программные продукты, ориентированные на решение научных, проектных и технологических задач, устанавливать, тестировать, испытывать и использовать программно-аппаратные средства вычислительных и информационных систем Имеет практический опыт: навыками самостоятельной переработки и представления научно-технических материалов по результатам исследований и публикаций в печати, использование предоставляемого операционной системой пользовательского интерфейса для конфигурирования сетевой операционной среды, соединения компонентов сетевого оборудования в единый комплекс
Промышленные сети и системы связи	Знает: порядок монтажа, наладки, проверки работоспособности, средств и оборудования сетей, последовательность и содержание этапов построения компьютерных сетей, порядок конфигурирования и настройки инфокоммуникационного оборудования Умеет: организовать монтаж и настройку инфокоммуникационного оборудования, создавать сетевые проекты из широкого спектра маршрутизаторов и коммутаторов, рабочих станций и сетевых соединений, проводить

	работы по управлению потоками трафика на сети Имеет практический опыт: монтажа и настройки инфокоммуникационного оборудования, навыками моделирования телекоммуникационных систем и сетей
Технологии программирования	Знает: о жизненном цикле программного обеспечения и его моделях, организацию процесса проектирования программного обеспечения, об объектном подходе к спецификации, проектированию и тестированию программного обеспечения Умеет: применять средства разработки программного обеспечения: инструментальные среды разработки, средства поддержки проекта, отладчики, использовать методы декомпозиции и абстракции при проектировании ПО, документировать и оценивать качество программных продуктов Имеет практический опыт: применения методов структурного и функционального тестирования, применения методов проектирования программного обеспечения при структурном и ориентированном подходе, разработки и оформления технической документации
Переходные процессы в режимах коммутации	Знает: Законы переходных процессов в режимах коммутации электронных средств автоматики и методы их расчета Умеет: производить расчеты переходных процессов в отдельных блоках систем управления, проводить исследования переходных процессов и анализировать результаты экспериментов Имеет практический опыт: оформления технических отчетов по результатам экспериментов
Электроника	Знает: программы компьютерного моделирования элементов и компонентов электроники с целью оценки их основных характеристик и работоспособности, принцип работы и основные характеристики и параметры элементов и компонентов электронных и микроэлектронных устройств, основные принципы выбора элементной базы для расчета и проектирования систем и средств автоматики Умеет: выполнять моделирование электронных схем с использованием компьютерных программ, выполнять расчеты базовых электронных устройств, осуществлять сбор и анализ исходных данных по основным техническим характеристикам электронных и микроэлектронных элементов и компонентов Имеет практический опыт: исследования характеристик и параметров изделий электронной техники, составления технических отчетов по результатам исследований
Методология принятия решений и управления в сложных системах	Знает: требования к техническому, математическому и программному обеспечению компонентов АСУ для осуществления сбора и анализа исходных данных на проектирование

	АСУ, сущность и задачи системного анализа; основные принципы и методы системного анализа; этапы и последовательность анализа технических систем, математические методы оценки эффективности систем управления Умеет: осуществлять сбор и анализ исходных данных с целью принятия оптимальных решений по управлению в системах управления, применять математические методы оптимизации для решения задач управления Имеет практический опыт: составления отчетов по результатам исследований, применения прикладных программ для решения задач анализа и оптимизации
Информационные технологии	Знает: основные алгоритмы решения задач в области современных информационных технологий; логику построения сред разработки информационных систем и технологий, знает перспективные методы информационных технологий и искусственного интеллекта, направленных на разработку новых научно-технических решений Умеет: применять информационные технологии для обработки результатов экспериментов Имеет практический опыт: применения информационных технологий и соответствующего программного обеспечения для решения практических задач
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 сформированным планам, 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
Системы искусственного интеллекта	Знает: основные способы, средства и методы получения, хранения, переработки информации, сущность и значение информации и интеллектуальных технологий в развитии современного общества, распространённые подходы моделирования интеллектуальности в программных системах и используемый при этом

	математический аппарат Умеет: спроектировать базу знаний, выбрать стратегию вывода знаний, проводить анализ предметной области и определять задачи, для решения которых целесообразно использование технологий интеллектуальных систем, строить логические алгоритмы, программировать в логике Имеет практический опыт: использование методов логического программирования, определения требований и состава средств, методов и мероприятий по построению интеллектуальных информационных систем, применения программных средств и методов построения экспертных систем
--	---

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 54,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		6
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
<i>Аудиторные занятия:</i>	48	48
Лекции (Л)	16	16
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	53,75	53,75
Подготовка к тестированию и контрольным работам по темам	14	14
Подготовка к зачету	9,75	9,75
Поиск информации по темам в сети Интернет	10	10
Разработка алгоритмов обработки, моделирование, отладка, подготовки отчетов, в рамках выполнения практических работ	20	20
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.	10	2	4	4
2	Цифровые фильтры. Методы математического описания цифровых фильтров. БИХ и КИХ фильтры.	10	4	3	3
3	Цифровой спектральный анализ. Гармонический спектральный анализ. Преобразование Фурье.	10	4	3	3
4	Алгоритмы быстрого преобразования Фурье.	8	2	3	3

5	Реализация ЦОС на основе аппаратных и аппаратно-программных средств. Цифровые сигнальные процессоры.	4	2	1	1
6	Основы адаптивной фильтрации	6	2	2	2

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.	2
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.	2
3	2	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.	2
4	3	Вычисление дискретного преобразования Фурье (ДПФ). Свойства прямого и обратного ДПФ. Программная реализация цифровых фильтров на основе ДПФ.	2
5	3	Программная реализация цифровых фильтров на основе частотной выборки. Сравнение эффективности различных способов реализации нерекурсивных цифровых фильтров.	2
6	4	Связь между дискретным преобразованием Фурье и цифровой фильтрацией. Граф-схемы алгоритмов вычисления быстрого преобразования Фурье (БПФ). Масштабирование и оценка точности вычисления БПФ.	2
7	5	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.	2
8	6	Постановка задачи линейного предсказания. Решение задачи линейного предсказания во временной области. Вычисление коэффициентов линейного предсказания. Алгоритм Левинсона-Дарбина. Фильтра Калмана.	2

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.	2
2	1	Инструментальные погрешности преобразования аналог – код. Преобразование сигналов из цифровой формы в аналоговую. Искажения сигнала при его восстановлении.	2

3	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.	2
4	2	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
5	3	Вычисление дискретного преобразования Фурье (ДПФ). Свойства прямого и обратного ДПФ. Программная реализация цифровых фильтров на основе ДПФ.	2
6	3	Программная реализация цифровых фильтров на основе частотной выборки. Сравнение эффективности различных способов реализации нерекурсивных цифровых фильтров.	1
7	4	Связь между дискретным преобразованием Фурье и цифровой фильтрацией. Граф-схемы алгоритмов вычисления быстрого преобразования Фурье (БПФ). Масштабирование и оценка точности вычисления БПФ.	3
8	5	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
9	6	Постановка задачи линейного предсказания. Решение задачи линейного предсказания во временной области. Вычисление коэффициентов линейного предсказания. Алгоритм Левинсона-Дарбина. Фильтра Калмана.	2

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 аналогов – код. Преобразование сигналов из цифровой формы в аналоговую. Искажения сигнала при его восстановлении.	4
2	2	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.	3
3	3	Программная реализация цифровых фильтров на основе частотной выборки. Сравнение эффективности различных способов реализации нерекурсивных цифровых фильтров.	3
4	4	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.	3
5	5	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
6	6	Решение задачи линейного предсказания во временной области. Вычисление	2

		коэффициентов линейного предсказания. Алгоритм Левинсона-Дарбина. Фильтра Калмана.	
--	--	--	--

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к тестированию и контрольным работам по темам	[1]-[6]	6	14
Подготовка к зачету	[1]-[6]	6	9,75
Поиск информации по темам в сети Интернет	-	6	10
Разработка алгоритмов обработки, моделирование, отладка, подготовки отчетов, в рамках выполнения практических работ	[1]-[6]	6	20

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-мestr	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	6	Текущий контроль	Вопросы к зачету	1	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 вопрос, задачи не решены.	зачет

2	6	Текущий контроль	Контрольная работа "Светрлка сигналов. Разностные уравнения. Оценка устойчивости ЛДС"	1	10	1 балл за каждую задачу	зачет
3	6	Текущий контроль	Контрольная работа "Линейные дискретные системы. Цифровые фильтры"	1	10	1 балл за решенную задачу	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	Промежуточная аттестация	тест по цифровой обработке сигналов	-	6	Правильный ответ на вопрос теста - 1 балл, Время тестирования 15 минут.	зачет
6	6	Промежуточная аттестация	итоговый тест по цифровой обработке сигналов	-	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	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
Лекции	302 (5)	Интерактивная доска, проектор
Практические занятия и семинары	313 (5)	Рабочие станции DEPO Neos 280 (Windows 10)