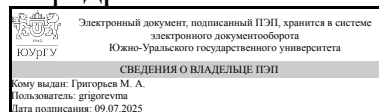


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



М. А. Григорьев

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П0.07 Основы цифровой обработки сигналов
для направления 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

уровень Бакалавриат

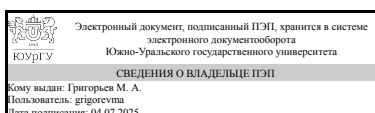
профиль подготовки Автоматизация технологических процессов в промышленности

форма обучения очная

кафедра-разработчик Электропривод, мехатроника и электромеханика

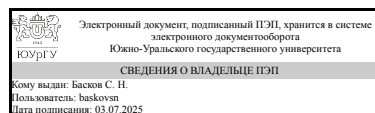
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств, утверждённым приказом Минобрнауки от 09.08.2021 № 730

Зав.кафедрой разработчика,
д.техн.н., проф.



М. А. Григорьев

Разработчик программы,
к.техн.н., доц., доцент



С. Н. Басков

1. Цели и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины является выяснение роли и значения цифровой обработки сигналов в приеме и передаче информации, особенностей и преимуществ цифрового представления сигналов, изучение алгоритмов цифровых преобразований, реализация цифровой обработки в телекоммуникационных, информационно-измерительных и управляющих системах и ее применение в различных областях науки, техники и производства.

Краткое содержание дисциплины

В процессе изучения дисциплины рассматриваются цифровые сигналы их назначение и применение цифровых сигналов и систем цифровой обработки сигналов. Спектральное представление цифровых сигналов, цифровая фильтрация и синтез цифровых фильтров.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-2 Способен разрабатывать и редактировать электронные модели элементов технологической системы, необходимых для разработки управляющих программ для автоматизированного изготовления машиностроительных изделий низкой сложности	Знает: Методики определения характеристик объекта автоматизации, правила их сбора, хранения и передачи их в код программы Умеет: Осуществлять постановку задачи работникам на проведения обследования объекта автоматизации и разработку отдельных частей автоматизированной системы управления технологическим процессом с использованием программных продуктов, разработанных в объектно-ориентированной парадигме программирования Имеет практический опыт: Навыками разработки технического задания на обследование объекта автоматизации для выявления основных параметров и закономерностей для составления кода

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Автоматизация и роботизация технологических процессов, Техническое зрение автоматизированных технологических процессов, Компьютерное зрение, Электрический привод	Компьютерные технологии управления в робототехнике

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

Дисциплина	Требования
Техническое зрение автоматизированных технологических процессов	Знает: Основы цифровой обработки изображений и видеоаналитики, принципы работы промышленных систем технического зрения, алгоритмы анализа параметров оборудования (цвет, форма, интенсивность), методы диагностики по визуальным признакам износа, Основы цифрового моделирования геометрии деталей, принципы преобразования 2D/3D данных в управляющие программы, методы анализа изображений для контроля качества изделий, алгоритмы компьютерного зрения для технических систем Умеет: Настраивать системы технического зрения для мониторинга ГПС, интерпретировать данные визуального контроля, выявлять дефекты по цифровым изображениям узлов, формировать отчеты с визуальными доказательствами, Создавать и корректировать 3D-модели деталей низкой сложности, конвертировать модели в управляющие программы для станков, использовать системы технического зрения для верификации изделий, адаптировать модели под требования автоматизированного производства Имеет практический опыт: Использования навыков обработки промышленных изображений, методов автоматизированного визуального контроля, технологий документирования визуальных инспекций, инструментов анализа данных компьютерного зрения, Использование навыков работы в CAD/CAM системах, технологий генерации управляющего кода, методов визуального контроля соответствия изделий моделям, инструментами обработки данных компьютерного зрения
Автоматизация и роботизация технологических процессов	Знает: Основы алгоритмизации и принципы структурного программирования; языки программирования, применяемые в АСУ ТП (C++, Python, ST, FBD, LAD); методы разработки программного обеспечения для промышленных контроллеров (ПЛК); особенности интеграции программных решений с технологическим оборудованием, Принципы автоматизированного сбора данных с датчиков и контрольно-измерительных приборов, Методы обработки сигналов (фильтрация, нормализация, аналого-цифровое преобразование), Современные датчики и преобразователи технологических параметров, Промышленные сети передачи данных (PROFINET, Modbus, OPC UA), Основы автоматизации и роботизации технологических процессов, Знание стандартных методов и алгоритмов расчета в системах автоматизации., Понимание принципов работы

	автоматизированных систем и робототехнических комплексов., Настройки систем автоматизации процессов, анализа конструкторской документации для выявления причин недостатков и возникающих неисправностей Умеет: Формализовывать технологические задачи в виде алгоритмов; разрабатывать и отлаживать программы для ПЛК и SCADA-систем; тестировать и валидировать программное обеспечение на соответствие техпроцессу, Выбирать оптимальные методы сбора информации для конкретных технологических процессов, Анализировать качество и достоверность получаемых данных, Разрабатывать структуры баз данных для хранения технологической информации, Конфигурировать системы сбора и обработки данных, Применение стандартных методов расчета для проектирования систем автоматизации, Анализ и выбор компонентов для автоматизации производственных процессов, Разработка схем автоматизированных и робототехнических систем., Настроить системы управления и обработки информации, управляющие средства и комплексы; осуществлять их регламентное эксплуатационное обслуживание с использованием соответствующих инструментальных средств; оптимизировать многомерные линейные объекты в статике; использовать компьютерные CAD/CAM системы для автоматизации процесса подготовки управляющих программ для станков. Читать чертежи и схемы объектов автоматизации. Имеет практический опыт: Навыками работы в средах программирования (TIA Portal, CODESYS, STEP 7); методами объектно-ориентированного программирования для АСУ ТП; практикой внедрения алгоритмов в реальные производственные процессы, Настройка промышленных датчиков и систем сбора данных, Работа с интерфейсами OPC-серверов, Программирование ПЛК для обработки технологических данных, Построение трендов и анализ временных рядов, Практическое проектирование и моделирование автоматизированных систем, Использование программных инструментов для расчета и симуляции систем, Документирование процессов проектирования в соответствии с нормативами., В выборе и согласовании работы оборудования для замены в процессе эксплуатации и проектирования станков с системой ЧПУ.
Электрический привод	Знает: Принципы работы, устройство и характеристики современных электрических приводов., методы выбора электропривода под

	технологическое оборудование, современные тенденции в автоматизации приводных систем (частотное регулирование, цифровые интерфейсы и т. д.), Основы работы электрических приводов и их компонентов в технологических системах, Принципы моделирования электрических приводов и связанных с ними элементов, Технологические процессы автоматизированного изготовления машиностроительных изделий, Языки и инструменты программирования, используемые для создания управляющих программ Умеет: Анализировать требования технологического процесса к электроприводу, производить расчёты и подбор компонентов (двигатель, преобразователь, датчики), настраивать и тестировать электроприводные системы., Разработка электронных моделей элементов электрического привода для технологических систем, Редактирование существующих моделей с целью оптимизации их работы в системах управления, Синтез и настройка управляющих алгоритмов для автоматизации процессов производства изделий. Имеет практический опыт: Программными средствами моделирования (Matlab, Simulink, КЭР-САПР), навыками работы с частотными преобразователями (Siemens, Danfoss, ABB), методами ввода в эксплуатацию и адаптации оборудования под производственные задачи., Работа с программным обеспечением для моделирования и симуляции электрических и механических систем (например, MATLAB/Simulink), Анализ и интерпретация результатов моделирования для улучшения проектирования и работы систем, Разработка простых управляющих программ на основе созданных моделей.
Компьютерное зрение	Знает: Основы работы с современными вычислительными системами и математические алгоритмы Умеет: Использовать на практике математические алгоритмы в области компьютерного зрения Имеет практический опыт: Технологиями программирования на языке высокого уровня алгоритмов компьютерного зрения

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
		7
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 экзамену	18	18
Подготовка и защита лабораторных работ	35,75	35,75
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	Цифровые сигналы. Назначение и применение цифровых сигналов и систем цифровой обработки сигналов	14	6	2	6
2	Спектральное представление цифровых сигналов	20	6	8	6
3	Цифровая фильтрация	14	4	6	4

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Непрерывные (аналоговые) и дискретные (цифровые) сигналы. Назначение и области применения цифровых сигналов и систем цифровой обработки сигналов (ЦОС).	2
2	1	Преобразование аналоговых сигналов в цифровые и обратное восстановление аналоговых сигналов. Теорема Котельникова.	2
3	1	Верхняя граничная частота дискретизации и частота Найквиста Спектр дискретного сигнала.	2
4	2	Дискретное преобразование Фурье (ДПФ) и обратное дискретное преобразование Фурье (ОДПФ). Основные свойства ДПФ.	2
5	2	Практическая реализация вычислений ДПФ. Идентичность алгоритмов вычисления ДПФ и ОДПФ. Соответствие числовых значений физических величин (времени и частоты) и номеров дискретных последовательностей. Алгоритм быстрого преобразования Фурье (БПФ).	2
6	2	Теория z-преобразования. Определение z-преобразования дискретной последовательности. Примеры вычисления z-преобразования. Основные свойства z-преобразования.	2
7	3	Основные формулы теории преобразования аналоговых сигналов. Общий вид частотного коэффициента передачи аналоговых систем. Цифровые фильтры. Цифровая фильтрация методом ДПФ.	2
8	3	Алгоритм цифровой фильтрации и его физический смысл. Элементы цифровой фильтрации с использованием простых манипуляций данными (сглаживание данных, взятие разностей).	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Преобразование аналоговых сигналов в цифровые и обратное восстановление аналоговых сигналов.	2
2-3	2	Использование дискретного преобразования Фурье для вычисления спектра сигналов.	4
4-5	2	Алгоритмы быстрого преобразования Фурье	4
6	3	Расчет дискретной передаточной функции цифрового фильтра по непрерывному аналогу	2
7	3	Расчет дискретной передаточной функции цифрового фильтра с конечной импульсной характеристикой	2
8	3	Расчет дискретной передаточной функции цифрового фильтра с бесконечной импульсной характеристикой	2

5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1-2	1	Исследование дискретных сигналов	4
3	1	Защита лабораторной работы №1	2
4-5	2	Исследование методов преобразования Фурье дискретных сигналов.	4
6	2	Защита лабораторной работы №2	2
7	3	Исследование нерекурсивных цифровых фильтров	2
8	3	Защита лабораторной работы №3	2

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 экзамену	Основная печатная литература: [1] с. 12-280; дополнительная печатная литература: [1] с. 52-180, [1] с. 12-320 методические пособия для самостоятельной работы: [1] с. 1-42; отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке [1];	7	18
Подготовка и защита лабораторных работ	Основная печатная литература: [1] с. 12-280, [2] с. 37-170; дополнительная печатная литература: [1] с. 52-180, [1] с. 12-320, методические пособия для самостоятельной работы: [1] с. 1-42; программное обеспечение [1].	7	35,75

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	Учи- тыва- ется в ПА
1	7	Текущий контроль	Защита лабораторной работы №1 (раздел 1)	0,25	5	Лабораторная работы №1 (Контроль раздела 1) Лабораторная работа выполняется бригадой, состоящая из 3 человек. После выполнения по лабораторной работы оформляется отчет. Оформленный отчет сдается преподавателю на проверку в заранее установленный срок. При проверке преподаватель оценивает качество оформления, правильность расчетов и выводов. Далее проводится защита отчета каждым студентом индивидуально в формате "вопрос-ответ" (задаются 3 вопроса). Общий балл при оценке складывается из следующих показателей: - приведены методики расчетов, расчеты безошибочны – 1 балл; - выводы логичны и обоснованы – 1 балл - правильный ответ на каждый из 3-х вопросов – по 1 баллу; частично правильный ответ на каждый вопрос соответствует 0,5 баллам; неправильный ответ на каждый вопрос соответствует 0 баллов.	зачет
2	7	Текущий контроль	Защита лабораторной работы №2 (раздел 2)	0,25	5	Лабораторная работы №1 (Контроль раздела 2) Лабораторная работа выполняется бригадой, состоящая из 3 человек. После выполнения по лабораторной работы оформляется отчет. Оформленный отчет сдается преподавателю на проверку в заранее установленный срок. При проверке преподаватель оценивает качество оформления, правильность расчетов и выводов. Далее проводится защита отчета каждым студентом индивидуально в формате "вопрос-ответ" (задаются 3 вопроса). Общий балл при оценке складывается из следующих показателей: - приведены методики расчетов, расчеты безошибочны – 1 балл; - выводы логичны и обоснованы – 1 балл - правильный ответ на каждый из 3-х вопросов – по 1 баллу; частично	зачет

						правильный ответ на каждый вопрос соответствует 0,5 баллам; неправильный ответ на каждый вопрос соответствует 0 баллов.	
3	7	Текущий контроль	Защита лабораторной работы №3 (раздел 3)	0,25	5	Лабораторная работы №3 (Контроль раздела 3) Лабораторная работа выполняется бригадой, состоящая из 3 человек. После выполнения по лабораторной работы оформляется отчет. Оформленный отчет сдается преподавателю на проверку в заранее установленный срок. При проверке преподаватель оценивает качество оформления, правильность расчетов и выводов. Далее проводится защита отчета каждым студентом индивидуально в формате "вопрос-ответ" (задаются 3 вопроса). Общий балл при оценке складывается из следующих показателей: - приведены методики расчетов, расчеты безошибочны – 1 балл; - выводы логичны и обоснованы – 1 балл - правильный ответ на каждый из 3-х вопросов – по 1 баллу; частично правильный ответ на каждый вопрос соответствует 0,5 баллам; неправильный ответ на каждый вопрос соответствует 0 баллов.	зачет
4	7	Текущий контроль	Защита лабораторной работы №4 (раздел 3)	0,25	5	Лабораторная работы №4 (Контроль раздела 4) Лабораторная работа выполняется бригадой, состоящая из 3 человек. После выполнения по лабораторной работы оформляется отчет. Оформленный отчет сдается преподавателю на проверку в заранее установленный срок. При проверке преподаватель оценивает качество оформления, правильность расчетов и выводов. Далее проводится защита отчета каждым студентом индивидуально в формате "вопрос-ответ" (задаются 3 вопроса). Общий балл при оценке складывается из следующих показателей: - приведены методики расчетов, расчеты безошибочны – 1 балл; - выводы логичны и обоснованы – 1 балл - правильный ответ на каждый из 3-х вопросов – по 1 баллу; частично правильный ответ на каждый вопрос соответствует 0,5 баллам; неправильный ответ на каждый вопрос соответствует 0 баллов.	зачет
5	7	Промежуточная аттестация	Зачет	-	5	На зачете студенту дается практическое задание и два теоретических вопроса. 0 - студент не выполнил практическое задание и не ответил на теоретические	зачет

					вопросы; 1 - студент выполнил практическое задание с ошибками и не ответил на теоретические вопросы; 2 - студент выполнил практическое задание с ошибками, на теоретические вопросы ответил с ошибками; 3 - студент выполнил практическое задание и не ответил на теоретические вопросы; 4 - студент выполнил практическое задание и ответил на теоретические вопросы с незначительными ошибками; 5 - студент выполнил практическое задание и полностью ответил на теоретические вопросы;	
--	--	--	--	--	--	--

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	Оценка за курс рассчитывается по рейтингу обучающегося по дисциплине R_d на основе рейтинга по текущему контролю $R_{тек}$ по формуле: $R_d = R_{тек} + R_b$, где $R_{тек} = 0,2 K_{M1} + 0,2 K_{M2} + 0,2 K_{M3} + 0,2 K_{M4} + 0,2 K_{M5}$, рассчитывается на основе баллов, набранных обучающимся по результатам текущего контроля с учетом весового коэффициента, R_b – бонус. Студент вправе пройти контрольное мероприятие в рамках промежуточной аттестации (зачет) для улучшения своего рейтинга, который будет рассчитываться по формуле $R_d = 0,6 R_{тек} + 0,4 R_{па} + R_b$. Зачет проводится в устной форме. Студенту выдается билет, в котором содержится 2 теоретических вопроса из списка вопросов к зачету и практическое задание. Время, отведенное на подготовку к ответам, составляет 30 минут. Шкала перевода рейтинга в оценку: «Зачтено» - $R_d = 60 \dots 100\%$; «Незачтено» - $R_d = 0 \dots 59\%$.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ				
		1	2	3	4	5
ПК-2	Знает: Методики определения характеристик объекта автоматизации, правила их сбора, хранения и передачи их в код программы	+	+	+	+	+
ПК-2	Умеет: Осуществлять постановку задачи работникам на проведения обследования объекта автоматизации и разработку отдельных частей автоматизированной системы управления технологическим процессом с использованием программных продуктов, разработанных в объектно-ориентированной парадигме программирования	+	+	+	+	+
ПК-2	Имеет практический опыт: Навыками разработки технического задания на обследование объекта автоматизации для выявления основных параметров и закономерностей для составления кода	+	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Гольденберг Л. М. Цифровая обработка сигналов : справочник / Л. М. Гольденберг, Б. Д. Матюшкин, М. Н. Поляк. - М. : Радио и связь, 1985. - 312 с. : ил.

б) дополнительная литература:

1. Куприянов, М. С. Цифровая обработка сигналов: Процессоры. Алгоритмы. Средства проектирования. - 2-е изд., перераб. и доп. - СПб.: Политехника, 2000. - 592 с. ил.
2. Гольденберг Л. М. Цифровая обработка сигналов : Учеб. пособие для ин-тов связи спец. 2307, 2306, 2305 / Л. М. Гольденберг, Б. Д. Матюшкин, М. Н. Поляк. - 2-е изд., перераб. и доп.. - М. : Радио и связь, 1990. - 256 с. : ил.

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

1. Современные технологии автоматизации ежекв. журн. Изд-во "СТА-ПРЕСС" журнал. - М., 1997-

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Цифровая обработка сигналов

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Цифровая обработка сигналов

Электронная учебно-методическая документация

Нет

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Math Works-MATLAB, Simulink R2014b(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	910 (3б)	Персональный компьютер, проектор, интерактивная доска
Лабораторные занятия	910 (3б)	Персональные компьютеры с предустановленным программным обеспечением.
Зачет	910 (3б)	Персональные компьютеры с предустановленным программным обеспечением.