

**ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

УТВЕРЖДАЮ:  
Декан факультета  
Энергетический

\_\_\_\_\_ С. А. Ганджа  
29.03.2018

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**к ОП ВО от 27.06.2018 №084-2253**

**дисциплины** ДВ.1.01.01 Микропроцессорные системы управления электроприводов  
**для направления** 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  
**уровень** бакалавр **тип программы** Бакалавриат  
**профиль подготовки** Электропривод и автоматизация промышленных установок и  
технологических комплексов  
**форма обучения** заочная  
**кафедра-разработчик** Автоматизированный электропривод

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению  
подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утверждённым приказом  
Минобрнауки от 03.09.2015 № 955

Зав.кафедрой разработчика,  
к.техн.н., доц.  
(ученая степень, ученое звание)

28.03.2018  
(подпись)

А. Н. Шишков

Разработчик программы,  
к.техн.н., доц., доцент  
(ученая степень, ученое звание,  
должность)

28.03.2018  
(подпись)

Р. З. Хусаинов

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью преподавания данной дисциплины является создание теоретической базы для понимания работы микропроцессорной техники, принципов построения цифровых систем управления, получения навыков синтеза микропроцессорных систем управления и создания программного обеспечения для управления реальными системами электропривода. Для осуществления поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи: повторить курсы «Микропроцессорные средства в электроприводах и технологических комплексах», «Системы управления электроприводов», «Моделирование электропривода»; изучить принципы действия, структурные и принципиальные схемы, характеристики, параметры, основы расчета и выбора элементов микропроцессорных систем управления электроприводов различного типа: шагового электропривода, электропривода по схеме ШИП-ДПТ и электропривода с вентильным двигателем; проводить экспериментальные исследования и моделирование в микропроцессорных системах управления электроприводов; научиться выполнять анализ и синтез новых схем цифровых систем управления и нового программного обеспечения управления электромеханическими объектами.

## Краткое содержание дисциплины

Архитектура и принципы построения микропроцессорных систем управления электроприводов. Принципы программирования микропроцессоров и микроконтроллеров на Ассемблере и языке высокого уровня. Устройства связи с объектом (АЦП, энкодер, цифровые сигналы, последовательная передача данных). Понятие Z-преобразования и применение его для микропроцессорных систем. Устойчивость дискретных систем. Реализация дискретных законов управления в микропроцессорных системах. Примеры реализации микропроцессорных систем управления электроприводов: управление шаговым двигателем; управление системой ШИП-ДПТ, управление вентильным двигателем.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ОПК-1 способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий	Знать: архитектуру, основные характеристики и возможности современных 8-ми разрядных микроконтроллеров и микропроцессоров, предназначенных для управления электроприводами, принципиальные схемы реализации, статические и динамические характеристики основных типов аналоговых и цифровых датчиков, используемых в электроприводах
	Уметь: осуществлять поиск, прием, обработку и анализ информации с датчиков объектов управления и на основе этого синтезировать сигналы управления микропроцессорных систем с использованием компьютерных технологий
	Владеть: способностью реализовывать

	<p>микропроцессорные системы управления с приемом, обработкой, анализом и синтезом данных с заданными показателями точности и устойчивости системы в целом с использованием компьютерных технологий</p>
<p>ОПК-2 способностью применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач</p>	<p>Знать: математические основы теории устойчивости, автоматического управления для синтеза цифровых регуляторов в целях обеспечения заданной точности и условий устойчивости микропроцессорной системы управления, методы моделирования систем управления</p> <p>Уметь: использовать методы анализа и синтеза дискретных систем, рассчитывать условия устойчивости, а также параметры цифровых регуляторов замкнутых микропроцессорных систем управления, методы моделирования систем управления и экспериментальных исследований</p> <p>Владеть: способностью выполнять синтез цифрового регулятора микропроцессорной системы, настраивать цифровую систему управления, выполнять экспериментальные исследования, обрабатывать результаты эксперимента; готовностью к составлению научно-технического отчета</p>
<p>ПК-4 способностью проводить обоснование проектных решений</p>	<p>Знать: последовательность расчета микропроцессорной системы, характеристики и принципиальные схемы 8-ми разрядных микроконтроллеров и микропроцессоров, их характеристики и возможности, основные элементы микропроцессорной системы управления</p> <p>Уметь: выполнять синтез микропроцессорной системы, составлять перечень требуемых элементов, осуществлять выбор элементов и проверку их работоспособности в составе системы управления, выполнять корректировку параметров и элементов системы, снимать экспериментальные характеристики полученной микропроцессорной системы</p> <p>Владеть: способностью выбора и обоснования конкретных решений, элементов и их параметров при синтезе системы управления, корректировать состав и характеристики элементов и системы в целом.</p>
<p>ПК-5 готовностью определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности</p>	<p>Знать: принцип действия, схемы исполнения, режимы работы, способы управления и функциональные схемы силовых блоков управления современных микропроцессорных следящих и позиционных систем робототехники с шаговыми двигателями, двигателями постоянного тока с широтно-импульсными преобразователями и вентильными двигателями</p> <p>Уметь: рассчитывать основные параметры</p>

	<p>требуемого двигателя следящей и позиционной системы, выбирать структура и параметры оборудования системы управления</p> <p>Владеть: способностью расчета, выбора, проверки и обоснования оборудования (двигателя, микропроцессорной системы управления, силового блока) современных следящих и позиционных микропроцессорных систем</p>
ПК-8 способностью использовать технические средства для измерения и контроля основных параметров технологического процесса	<p>Знать: устройство, принцип действия электронного осциллографа, плат ввода/вывода данных в персональный компьютер, а также других измерительных приборов (вольтметр, амперметр, тахометр)</p>
	<p>Уметь: использовать методы спектрального анализа для расчета переходных и установившихся режимов в системах управления электроприводов и технологических комплексах; снимать характеристики устройств микропроцессорных систем управления с применением электронных осциллографов и компьютеров</p>
	<p>Владеть: способностью выполнять экспериментальные исследования микропроцессорных систем управления электроприводом и технологических комплексов по заданной методике</p>
ПК-9 способностью составлять и оформлять типовую техническую документацию	<p>Знать: состав технической документации на микропроцессорную систему управления электроприводом и технологических комплексов, основные стандарты, условные буквенные и графические обозначения электронных приборов и устройств</p>
	<p>Уметь: выполнять выбор и составлять описание основных элементов микропроцессорной системы управления (блоки питания, управляющее устройство, элементы коммутации, элементы защиты), использовать современные компьютерные средства при изображении структурных и принципиальных схем</p>
	<p>Владеть: способностью к составлению технической документации с использованием компьютера и современных информационных технологий</p>

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
<p>В.1.16 Микропроцессорные средства в электроприводах и технологических комплексах,  В.1.08 Электрические машины,  Б.1.20 Теория автоматического управления,  Б.1.08 Информатика и программирование</p>	<p>Не предусмотрены</p>

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

Дисциплина	Требования
Б.1.08 Информатика и программирование	Архитектура ЭВМ, системы счисления, алгебра логики, условные графические обозначения элементов алгоритма, основы программирования на языке СИ
В.1.16 Микропроцессорные средства в электроприводах и технологических комплексах	Микропроцессорные средства, архитектура, состав и основные характеристики микроконтроллеров, основы языка программирования среднего уровня
В.1.08 Электрические машины	Устройство, принцип действия и основные характеристики двигателей постоянного тока и синхронных машин. Энкодеры: назначение, основные типы и характеристики
Б.1.20 Теория автоматического управления	Импульсные системы, дискретизация по уровню и времени, понятие идеального импульсного элемента и его свойства, Z-преобразование, устойчивость дискретных систем, синтез цифровых регуляторов по прототипу

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		10	
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108	
<i>Аудиторные занятия</i>	12	12	
Лекции (Л)	6	6	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	0	0	
Лабораторные работы (ЛР)	6	6	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	96	96	
Подготовка и оформление отчетов по лабораторным работам	60	60	
Подготовка к экзамену	36	36	
Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-		экзамен

#### 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Общие вопросы разработки и исследования	0,5	0,5	0	0

	микропроцессорных систем управления электроприводов				
2	Методы анализа и синтеза микропроцессорных систем управления	1,5	1,5	0	0
3	Микропроцессорные устройства коррекции, индикации и управления	5	1	0	4
4	Микропроцессорная система управления электропривода с шаговым двигателем	2	1	0	1
5	Микропроцессорная система управления электропривода по схеме ШИП-ДПТ	2	1	0	1
6	Микропроцессорная система управления электропривода с вентильным двигателем	1	1	0	0

## 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Основные понятия, схемы построения, алгоритмы управления, достоинства и недостатки микропроцессорных систем управления	0,5
1	2	Особенности функционирования микропроцессорных систем управления. Понятия дискретизации по времени и уровню и их влияние на работу системы. Импульсные, релейные и цифровые системы. Структурная схема импульсной системы. Понятие идеального импульсного элемента и его характеристики. Эффект транспонирования частот.	0,5
1	2	Z-преобразование: основные понятия, формулы преобразования, связи с преобразованием Лапласа, примеры преобразования простейших элементов, передаточная функция дискретной системы. Устойчивость дискретных систем, w-преобразование, условия устойчивости дискретных систем. Частотный критерий устойчивости дискретных систем	1
2	3	Цифровые регуляторы: понятие, структура цифрового регулятора, передаточная функция регулятора, связь дискретной и непрерывной форм регулятора в частотной области. Билинейное преобразование. Дискретная форма ПИД-регулятора.	0,5
2	3	Нерекурсивная и рекурсивная формы реализации цифрового устройства. Реализация цифрового ПИД-регулятора на микроконтроллере AVR: структура, блок-схема алгоритма, параметры настройки. Аналоговый ввод данных, реализация ШИМ-регулирующего на 16-ти разрядных таймерах микроконтроллеров AVR	0,5
2	4	Микропроцессорная система управления шагового электропривода: область применения, структуры построения и основные характеристики. Шаговый двигатель: принцип действия, варианты исполнения, основные характеристики, схемы управления, особенности выбора по мощности. Функциональная схема шагового электропривода, особенности расчета силового блока управления, симметричный и несимметричный режимы работы, униполярная и биполярная схемы управления. Пример реализации шагового электропривода: предъявляемые требования, выбор элементов системы управления, разработка управляющего устройства микропроцессорной системы управления, блок-схема алгоритма программного обеспечения	1
3	5	Микропроцессорная система управления электропривод по схеме ШИП-ДПТ: область применения, структура и алгоритм построения, варианты построения нереверсивной и реверсивных схем, механические и электромеханические характеристики, режимы торможения. Функциональная схема электропривода ШИП-ДПТ, особенности выбора элементов и расчета	1

		силового блока управления, симметричный и несимметричный режим работы. Пример реализации реверсивного электропривода ШИП-ДПТ: предъявляемые требования, выбор элементов системы управления, разработка управляющего устройства микропроцессорной системы управления, блок-схема алгоритма программного обеспечения	
3	6	Микропроцессорная система управления электропривода с вентильным двигателем: область применения, структуры построения и основные характеристики. Вентильный двигатель: принцип действия, состав, варианты исполнения, датчик положения ротора, последовательность переключения обмоток силовой части, основные характеристики, схемы управления, особенности выбора по мощности. Функциональная схема вентильного электропривода, особенности расчета силового блока управления, симметричный и несимметричный режимы работы. Пример реализации вентильного электропривода: предъявляемые требования, выбор элементов системы управления, разработка управляющего устройства микропроцессорной системы управления, блок-схема алгоритма программного обеспечения	1

## 5.2. Практические занятия, семинары

Не предусмотрены

## 5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	3	Синтез цифрового регулятора на 8-ми разрядных микроконтроллерах AVR	1
1	3	16-ти разрядный таймер в режиме подсчета временных интервалов	1
2	3	16-ти разрядный таймер в режиме широтно-импульсной модуляции	1
2	3	Аналого-цифровой преобразователь микроконтроллеров AVR	1
3	4	Разработка программного обеспечения микропроцессорной системы управления шагового электропривода на базе микроконтроллеров AVR	1
3	5	Разработка программного обеспечения микропроцессорной системы управления электропривода ШИП-ДПТ на базе микроконтроллеров AVR	1

## 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
Подготовка и оформление отчета по лабораторной работе №1 "Синтез цифрового регулятора на 8-ми разрядных микроконтроллерах AVR"	ПУМД: [Осн. лит., 5], Гл. 24: §24.3, с. 713–719; [Доп. лит., 2], Гл. 24: §24.1-24.3, с. 357-363	10
Подготовка и оформление отчета по лабораторной работе №2 "16-ти разрядный таймер в режиме подсчета временных интервалов"	ПУМД: [Осн. лит., 3], Гл. 2: §2.9-2.10, с. 31–45; [МПСРС, 5], Гл. 3: §3.8, с. 97-105	10
Подготовка и оформление отчета по лабораторной работе №3 "16-ти разрядный таймер в режиме широтно-импульсной модуляции"	ПУМД: [Осн. лит., 3], Гл. 2: §2.11-2.12, с. 46–52; [МПСРС, 5], Гл. 6: §6.9, с. 407-430	10

Подготовка и оформление отчета по лабораторной работе №4 "Аналого-цифровой преобразователь микроконтроллеров AVR"	ПУМД: [Осн. лит., 3], Гл. 3: §3.3, с. 67-71; [МПРС, 5], Гл. 3: §3.9, с.105-109; [МПРС, 1], Гл. 16: §16.7-16.8, с.369-388	10
Подготовка и оформление отчета по лабораторной работе №5 "Разработка программного обеспечения микропроцессорной системы управления шагового электропривода на базе микроконтроллеров AVR"	ПУМД: [Осн. лит., 4], Гл. 12: §12.1-12.6, с.334-353; [Доп. лит., 1], Гл. 4: §4.4, с.114-125	10
Подготовка и оформление отчета по лабораторной работе №6 "Разработка программного обеспечения микропроцессорной системы управления электропривода ШИП-ДПТ на базе микроконтроллеров AVR"	ПУМД: [Осн. лит., 4], Гл. 13: §13.1-13.3, с.353-364; [Доп. лит., 1], Гл. 2: §2.1-2.4, с.21-43	10
Подготовка к экзамену	ПУМД: [Осн. лит., 1], Гл. 10: §10.1-10.3, с.244-298; [Осн. лит., 5], Гл. 24: §24.3, с.713-719; [Осн. лит., 3], Гл. 2: §2.11-2.12, с.46-52, Гл. 3: §3.1-3.3, с.59-71; [Доп. лит., 1], Гл. 4: §4.1-4.4, с.93-125	36

## 6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Компьютерная симуляция	Лабораторные занятия	Проверка работоспособности программы с широтно-импульсной модуляцией для 16-ти разрядного таймера на виртуальном микроконтроллере, выполненном на базе персонального компьютера	1
Компьютерная симуляция	Лабораторные занятия	Настройка и проверка работоспособности программы с аналого-цифровым преобразователем на виртуальном микроконтроллере, выполненном на базе персонального компьютера	1
Компьютерная симуляция	Лабораторные занятия	Настройка и проверка работоспособности программы микропроцессорного управления шаговым двигателем на виртуальном микроконтроллере, выполненном на базе персонального компьютера	1
Разбор конкретных ситуаций	Лекции	Поиск, анализ и коррекция ошибок в написании алгоритмов и программ микропроцессорного управления системой ШИП-ДПТ	2
Применение электронных плакатов	Лекции	Использование электронных плакатов по архитектуре, функциональным схемам и характеристикам микропроцессорных систем управления шагового двигателя, системы ШИП-ДПТ и вентильного двигателя	2

## Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Не предусмотрены

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: Проектирование, изготовление и пусконаладочные работы типовых комплектов учебного оборудования по микропроцессорным системам управления электроприводов систем (ШИП-ДПТ, ТП-Д и вентильного и шагового двигателя) в рамках Научно-производственного института "Учебная техника и технологии"

## 7. Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

### 7.1. Паспорт фонда оценочных средств

Наименование разделов дисциплины	Контролируемая компетенция ЗУНы	Вид контроля (включая текущий)	№№ заданий
Общие вопросы разработки и исследования микропроцессорных систем управления электроприводов	ОПК-1 способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий	экзамен	1-2, 31-32, 35-36, 39-40
Методы анализа и синтеза микропроцессорных систем управления	ОПК-2 способностью применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	экзамен	3-4, 40-42, 51-53
Микропроцессорные устройства коррекции, индикации и управления	ПК-5 готовностью определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности	экзамен	5-16, 41-50
Микропроцессорная система управления электропривода с шаговым двигателем	ПК-4 способностью проводить обоснование проектных решений	экзамен	16-21, 33-34
Микропроцессорная система управления электропривода по схеме ШИП-ДПТ	ПК-8 способностью использовать технические средства для измерения и контроля основных параметров технологического процесса	экзамен	22-26, 37-38
Микропроцессорная система управления электропривода с вентильным двигателем	ПК-9 способностью составлять и оформлять типовую техническую документацию	экзамен	27-30

### 7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
экзамен	Экзамены проводятся в письменной форме по билетам, составленным в соответствии с программой курса и утвержденным заведующим кафедрой	Отлично: выставляется за полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знание по предмету демонстрируется на фоне понимания

		<p>его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ изложен литературным языком с использованием современной инженерной терминологии. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа</p> <p>Хорошо: выставляется за полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен литературным языком с использованием современной инженерной терминологии. Могут быть допущены 3-4 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя</p> <p>Удовлетворительно: : выставляется за недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть значение обобщенных знаний не показано. Речевое оформление требует поправок, коррекции</p> <p>Неудовлетворительно: выставляется за ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь обсуждаемого вопроса по билету с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная, инженерная терминология не используется. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента</p>
--	--	--

### 7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
экзамен	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Понятие микропроцессорной системы управления, состав, основные характеристики, классификация</li> <li>2. Понятие дискретных систем управления, импульсная система, идеальный импульсный элемент</li> <li>3. Z-преобразование: основные понятия, формулы преобразования, связи с преобразованием Лапласа, примеры преобразования простейших элементов, передаточная функция дискретной системы.</li> <li>4. Устойчивость дискретных систем, w-преобразование, условия устойчивости дискретных систем. Частотный критерий устойчивости дискретных систем</li> <li>5. Понятие цифрового фильтра, отличие цифрового фильтра от аналогового, формы описания дискретных сигналов, достоинства и недостатки применения цифровых фильтров.</li> <li>6. Структуры цифровых фильтров, понятие нерекурсивного фильтра: структурная схема, уравнение, конечный переходный процесс, пример реализации нерекурсивного фильтра.</li> <li>7. Понятие рекурсивного фильтра: структурная схема, уравнение, пример реализации (интегратор, апериодический фильтр), бесконечный переходный процесс.</li> </ol>

8. Билинейное преобразование. Реализация цифрового ПИД-регулятора: структурная схема, ПИД-регулятор в виде разностного уравнения (две формы), реализация ПИД-регулятора в виде рекурсивного фильтра.
9. Энкодеры. Варианты исполнения энкодеров. Инкрементальные датчики – варианты исполнения, временные диаграммы работы. Варианты измерения амплитуды скорости на инкрементальных датчиках.
10. АЦП микроконтроллеров AVR: характеристики АЦП в AVR-контроллерах, регистры управления АЦП AVR-контроллеров, назначение битов и примеры настройки регистра ADMUX.
11. АЦП микроконтроллеров AVR: назначение битов и примеры настройки регистра ADCSRA, регистры ADCL и ADCH, варианты работы по прерываниям АЦП, пример работы АЦП.
12. Внешние прерывания микроконтроллера AVR: понятие внешнего прерывания, описание регистров управления и флагов внешних прерываний (GICR, GIFR) и управления микроконтроллера MCUCR и MCUCSR.
13. Система внешних прерываний AVR, варианты использования внешних прерываний (таблица векторов и флаг). Пример: управление ДПР вентильного двигателя (функциональная схема, выбор и настройка внешних прерываний).
14. Динамическая индикация десятичного числа (однobaйтное число): постановка задачи – деления десятичного числа 0...255 на цифры, функциональная схема, выбор режима и настройка таймера, блок-схема алгоритма, пример программы.
15. Дешифратор двухбайтного числа: постановка задачи – деления десятичного числа 0...1023 на цифры, функциональная схема, выбор и описание регистров, пример программы.
16. Шаговый электропривод: определение ШД, область применения, достоинства и недостатки, принцип действия.
17. Шаговый электропривод: назначение коммутатора для управления ШД, типы шаговых двигателей, основные параметры ШД.
18. Режимы работы шагового двигателя: униполярное и биполярное управление, потенциальное и импульсное управление.
19. Режимы работы шагового двигателя: симметричное и несимметричное управление, микрошаговый режим.
20. Пример расчета микропроцессорной схемы управления скоростью ШД (дискретное задание скоростей).
21. Пример расчета микропроцессорной схемы управления скоростью ШД (аналоговое задание скорости). Способы реализации нелинейной зависимости кода АЦП и частоты импульсов.
22. Электропривод по схеме ШИП-ДПТ: описание, функциональная схема, временные диаграммы, достоинства и недостатки неререверсивной и реверсивной схем.
23. Электропривод по схеме ШИП-ДПТ с симметричным управлением: функциональная схема, временные диаграммы работы ключей, достоинства и недостатки схемы.
24. Электропривод по схеме ШИП-ДПТ с несимметричным управлением: функциональная схема, временные диаграммы работы ключей, достоинства и недостатки схемы.
25. Функциональная схема МПС с реверсивным ШИП: назначение и характеристики основных элементов, варианты выбора силовых ключей.
26. Драйверы: назначение, особенности управления верхним ключом МУМ, бутстрепное управление, схемы исполнения драйверов, фирмы изготовители драйверов.
27. Вентильный двигатель: понятие вентильного двигателя, вентильный двигатель постоянного и переменного тока, принцип действия ВД.
28. Вентильный двигатель: понятие и назначение датчика положения ротора, варианты исполнения ДПР, функциональная схема вентильного двигателя, формирование сигналов управления ключами на основе датчиков Холла.
29. Временные диаграммы работы и алгоритм синтеза программы управления логическим блоком вентильного двигателя.
30. Функциональная схема вентильного электропривода: назначение основных

элементов, описание работы схемы, различия в работе силовых ключей для схем вентильного двигателя постоянного и переменного тока, понятие сервопривода.

31. Составить программу управления скоростью ШД от микроконтроллера AVR на таймере T1: скорость вращения – 0 и 100 об/мин (вход PA0), управление – симметричное, количество импульсов на оборот -200.

32. Составить программу управления скоростью ШД от микроконтроллера AVR на таймере T0: скорость вращения (с реверсом) 200 и –200 об/мин (вход PB0), управление – симметричное, количество импульсов на оборот -200.

33. Составить программу управления скоростью ШД от микроконтроллера AVR на таймере T2: скорости вращения – 0, 50, 100 и 200 об/мин (входы PC0 и PC1), управление – несимметричное, количество импульсов на оборот -200.

34. Составить программу управления положением ШД от микроконтроллера AVR: в порт A задается двоичный код, после подачи сигнала разрешения ШД обрабатывает соответствующее количество импульсов, управление – несимметричное, количество импульсов на оборот -200.

35. Составить программу управления скоростью системы ШИП-ДПТ на таймере T1: скорость вращения – 0 и 0,5нН (вход PA0), управление – симметричное.

36. Составить программу управления скоростью системы ШИП-ДПТ на таймере T1: скорости вращения (с реверсом) – 0,5нН, 0 и 0,5нН (входы PC0 и PC1), управление – симметричное.

37. Составить программу управления скоростью системы ШИП-ДПТ на таймерах T0 и T2: скорости вращения (с реверсом) -0,75нН и 0,75нН (вход PA7), управление – несимметричное.

38. Составить программу управления скоростью системы ШИП-ДПТ на таймерах T0 и T2: скорости вращения 0, 0,25нН, 0,5нН и 1,0нН (входы PB0 и PB2), управление – несимметричное.

39. Составить программу управления логическим блоком коммутатора вентильного двигателя с использованием внешних прерываний

40. Составить программу измерения абсолютного значения (без знака) скорости с использованием инкрементального энкодера, внешних прерываний микроконтроллера и метода подсчета количества импульсов энкодера.

41. Составить программу измерения абсолютного значения (без знака) скорости с использованием инкрементального энкодера, внешних прерываний микроконтроллера и метода расчета периода импульсов энкодера.

42. Составить программу измерения значения скорости со знаком с использованием инкрементального энкодера, внешних прерываний микроконтроллера и метода расчета количества импульсов энкодера.

43. Составить программу измерения значения скорости со знаком с использованием тахогенератора, 8-ми разрядов АЦП микроконтроллера.

44. Составить программу приема аналогового сигнала на входе микроконтроллера (1 канал АЦП). Вывод выполняется в двоичной форме в порт D (8 разрядов).

45. Составить программу обработки аналогового сигнала на входе микроконтроллера (4 канал АЦП). Вывод выполняется в виде 8-разрядного ШИМ сигнала таймера T0.

46. Составить программу приема аналогового сигнала на входе микроконтроллера (7 канал АЦП). Вывод 8 разрядов выполняется на 7-мисегментные индикаторы в десятичной форме.

47. Составить программу приема разности двух аналоговых сигналов на входах микроконтроллера (0 и 1 каналы АЦП). Выход подается в двоичной форме в порт C (8 разрядов).

48. Составить программу однобайтного дешифратора для семисегментных индикаторов: на вход порта A подается 8-ми битный двоичный код, соответствующее десятичное значение выводится в десятичной форме на семисегментные индикаторы.

49. Составить программу двухбайтного дешифратора для семисегментных индикаторов: на входы портов A и B подается 10-ти битный двоичный код, соответствующее десятичное значение выводится в десятичной форме на семисегментные индикаторы.

50. Составить программу обработки аналогового сигнала: на 0 канал АЦП напряжение,

	<p>соответствующее десятичное значение выводится в десятичной форме на семисегментные индикаторы.</p> <p>51. На вход INT0 подаются прямоугольные импульсы частотой 50 Гц. Организовать мигание полубайт порта С микроконтроллера с периодом 1 секунда.</p> <p>52. На вход INT1 подаются прямоугольные импульсы частотой 50 Гц. Организовать 8-разрядный счетчик каждого 50-го импульса с выводом результата на порт С микроконтроллера.</p> <p>53. На вход INT0 подаются импульсы частотой 10...100 Гц. Написать программу расчета частоты этих импульсов (с точностью 1 Гц) и вывести результат в двоичной форме на порт С.</p>
--	--

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Таненбаум, Э. Архитектура компьютера Текст пер. с англ. Э. Таненбаум. - 5-е изд. - СПб. и др.: Питер, 2010. - 843 с. ил. 1 электрон. опт. диск
2. Лохов, С. П. Микропроцессоры и их применение в системах управления Ч. 2 Учеб. пособие С. П. Лохов; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Электропривод и автоматизация промышленных установок; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2005. - 92, [1] с.
3. Хартов, В. Я. Микропроцессорные системы Текст учеб. пособие для вузов по направлению "Информатика и вычисл. техника", специальности "Вычисл. машины, комплексы, системы и сети" В. Я. Хартов. - М.: Академия, 2010. - 350, [1] с. ил., табл.
4. Юферов, Ф. М. Электрические машины автоматических устройств Учеб. для вузов по спец. "Электромеханика". - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1988. - 475 с. ил.
5. Бесекерский, В. А. Теория систем автоматического управления В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. - СПб.: Профессия, 2004. - 747, [2] с. ил.

#### б) дополнительная литература:

1. Арменский, Е. В. Электрические микромашины [Учеб. пособие для электротехн. спец. вузов]. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1985. - 231 с. ил.
2. Цыпкин, Я. З. Основы теории автоматических систем Учеб. пособие для вузов. - М.: Наука, 1977. - 559 с. ил.

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

1. Цифровая обработка сигналов науч.-техн. журн. ООО "КБ ВП" журнал
2. Мехатроника: механика, автоматика, электроника, информатика Изд-во "Машиностроение" Науч.-техн. и произв. журн. журнал
3. Микросистемная техника
4. Мир компьютерной автоматизации: мир встраиваемых компьютерных технологии Проф. науч.-техн. и практ. журн. Ассоц. VERA+, Ассоц. VITA журнал

#### г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Трамперт, В. AVR-RISC микроконтроллеры: Архитектура, аппаратные ресурсы, система команд, программирование, применение В. Трамперт; Пер. с нем. В. П. Репало и др. - Киев: МК-Пресс, 2006. - 459 с.
2. Баранов, В. Н. Применение микроконтроллеров AVR: схемы, алгоритмы, программы В. Н. Баранов. - 2-е изд., испр. - М.: Додэка-21, 2006. - 287, [1] с.
3. Евстифеев, А. В. Микроконтроллеры AVR семейств Tiny и Mega фирмы ATMEL А. В. Евстифеев. - 2-е изд., стер. - М.: Додэка-XXI, 2005. - 558 с.
4. Мортон, Д. Микроконтроллеры AVR Ввод. курс: Пер. с англ. Д. Мортон. - М.: Додэка-21, 2006. - 270 с.
5. Белов, Е.В. Самоучитель разработчика устройств на микроконтроллерах AVR. - СПб.: Наука и техника, 2008. - 544 с.

*из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:*

6. Трамперт, В. AVR-RISC микроконтроллеры: Архитектура, аппаратные ресурсы, система команд, программирование, применение В. Трамперт; Пер. с нем. В. П. Репало и др. - Киев: МК-Пресс, 2006. - 459 с.
7. Баранов, В. Н. Применение микроконтроллеров AVR: схемы, алгоритмы, программы В. Н. Баранов. - 2-е изд., испр. - М.: Додэка-21, 2006. - 287, [1] с.
8. Евстифеев, А. В. Микроконтроллеры AVR семейств Tiny и Mega фирмы ATMEL А. В. Евстифеев. - 2-е изд., стер. - М.: Додэка-XXI, 2005. - 558 с.
9. Мортон, Д. Микроконтроллеры AVR Ввод. курс: Пер. с англ. Д. Мортон. - М.: Додэка-21, 2006. - 270 с.
10. Белов, Е.В. Самоучитель разработчика устройств на микроконтроллерах AVR. - СПб.: Наука и техника, 2008. - 544 с.

### **Электронная учебно-методическая документация**

Нет

### **9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса**

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Embarcadero-C++ Builder 10 Seattle Professional Architect(бессрочно)

Перечень используемых информационных справочных систем:

Нет

### **10. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для
-------------	--------	--

		различных видов занятий
Лабораторные занятия	264 (1)	Используются: лабораторный модуль "Программирование микроконтроллеров" (8 шт.), типовой комплект учебного оборудования "Микропроцессорные системы управления электроприводов" (1 шт), типовой комплект учебного оборудования "Микропроцессорные системы управления шагового двигателя" (2 шт), типовой комплект учебного оборудования "Микропроцессорные системы управления ШИП-ДПТ" (1 шт), типовой комплект учебного оборудования "Микропроцессорные системы управления вентильного двигателя" (1 шт), персональные компьютеры с предустановленным программным обеспечением AVR-Studio (8 шт.), двухлучевые осциллографы типа GOS-620 (2 шт.)
Самостоятельная работа студента	526-2 (1)	Компьютерный класс кафедры ЭПА имеет 14 персональных компьютеров с выходом в Интернет (ресурсы и фонды библиотек). Открытые коммерческие ресурсы для академического доступа. Научно-техническая информация, содержащая сведения о новых типах электротехнических комплексов. Реестры и бюллетени ФИПС (Научно-техническая информация, содержащая сведения о новых типах вентильных преобразователей и систем управления)