

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИММ

УТВЕРЖДАЮ /Н.П. Сютлов/
(Ф.И.О. декана (директора института))

27.02.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б.1.2.8 Приводы мехатронных и робототехнических систем

(код и наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки
(специальность)

15.03.06 Мехатроника и робототехника

Квалификация выпускника

Бакалавр

(бакалавр/магистр/специалист)

Направленность

Технологии автоматизации и роботизации производств

Курс 4
Семестр 7, 8

Распределение учебного времени

Трудоемкость по учебному плану	144 / 4	часов/зачетных единиц
Лекции	4	часов
Лабораторные работы	4	часов
Практические занятия	-	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	8	часов
Контактная работа по экзамену	6	часов
Курсовой проект (работа)	8	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	100	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	30	часов
Экзамен	8	семестр
Зачет	-	семестр
БРК, ДЗ	-	семестр

(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 15.03.06 Мехатроника и робототехника

Программу составили:

доцент с ученой степенью кандидата наук	ТТМ	СОГЛАСОВАНО	С.Л. Вдовин
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании кафедры, за которой закреплена дисциплина
Кафедра транспортно-технологических машин

17.02.2023	протокол №	6	(наименование кафедры)
(дата)			
Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	А.И. Павлов	
		(И.О. Фамилия)	

Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с факультетом (институтом), выпускающей(ими)
кафедрой(ами).
СООТВЕТСТВУЕТ действующей ОП.

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	А.И. Павлов
		(И.О. Фамилия)

Председатель методической комиссии факультета (института), в который входит
выпускающая кафедра

СОГЛАСОВАНО	А.А. Медяков
	(И.О. Фамилия)

Эксперт(ы): Макаров Д.Е., ведущий инженер-конструктор АО «Марийский
машиностроительный завод»

Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 03.03.2023 г.

Специалист учебно-методического центра СОГЛАСОВАНО /И.Р. Валиева/

Раздел 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является достижение планируемых результатов обучения, соответствующих установленным в ОПОП индикаторам достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
1. ПК-1 Способность участвовать в автоматизации и механизации технологических процессов механосборочного производства	ПК-1.1 Участвует во внедрении средства автоматизации и механизации технологических операций	знания: свойства, преимущества и недостатки, область применения тех или иных видов приводов умения: выбирать приводы рабочих органов в зависимости от назначения и условий работы навыки: настройки требуемых параметров работы приводов
	ПК-1.2 Осуществлять контроль за эксплуатацией средств автоматизации и механизации технологических операций	знания: правила безопасной эксплуатации тех или иных видов приводов умения: осуществлять контроль за эксплуатацией приводов навыки: программирования устройств управления приводами
2. ПК-3 Способность производить расчеты и проектирование отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием исполнительных и управляющих устройств,	ПК-3.1 Способность производить расчеты и проектирование отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием	знания: конструкции, принцип действия и параметры двигателей и устройств управления ими, естественные и искусственные характеристики двигателей привода, методы их расчета, методы выбора двигателей и элементов системы управления умения: проводить расчет требуемых характеристик двигателей и устройств управления приводами, выбирать двигатели и управляющие устройства приводов навыки: составление структурных схем приводов и систем управления приводами

автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием	ПК-3.2 Осуществляет разработку конструкторской и проектной документации механических, электрических и электронных узлов мехатронных и робототехнических систем в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями	знания: нормативные требования по составлению принципиальных электрических, гидравлических и пневматических схем приводов и систем управления ими; условные обозначения элементов привода на схемах умения: составлять принципиальные электрические, гидравлические и пневматические схемы приводов и систем управления ими; читать и анализировать принципиальные схемы навыки: реализация разработанных и анализируемых принципиальных схем на действующих макетах
--	---	---

Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений ОПОП.

Дисциплина является обязательной

Для продолжения формирования заявленных компетенций необходимы знания предшествующих дисциплин: Основы проектирования (ПК-1), Основы гидравлических расчетов мехатронных и робототехнических систем (ПК-1), Электронные устройства мехатронных и робототехнических систем (ПК-1), Электротехника и электроника (ПК-3), Теория автоматического управления (ПК-3), Цифровая обработка сигналов (ПК-3), Основы гидравлических расчетов мехатронных и робототехнических систем (ПК-3), Датчики автоматических систем (ПК-3), Микроконтроллеры в системах управления (ПК-3)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих дисциплинах: Аппаратное обеспечение мехатронных систем (ПК-1), Проектирование роботов и робототехнических систем (ПК-1), Автоматизированное технологическое оборудование отрасли (ПК-1), Промышленные роботы (ПК-1), Ремонт и контроль технологического оборудования (ПК-1), Роботизированные технологические комплексы в сварке (ПК-1), Проектирование роботов и робототехнических систем (ПК-3), Автоматизированное технологическое оборудование отрасли (ПК-3), Промышленные роботы (ПК-3), Ремонт и контроль технологического оборудования (ПК-3), Роботизированные технологические комплексы в сварке (ПК-3); практиках: Преддипломная практика (ПК-1), Производственная практика. Научно-исследовательская работа (ПК-3), Преддипломная практика (ПК-3); государственной итоговой аттестации в форме: Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ПК-1), Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ПК-3)

Раздел 3. ОПИСАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Для формирования заявленных компетенций используются методологические технологии, реализующие деятельностный, личностно-ориентированный, практико-ориентированный подходы.

Основными стратегическими технологиями являются: лекционные занятия, практические и лабораторные занятия, процедуры самообучения

На достижение конкретных целей обучения направлены применяемые тактические технологии: классическая лекция, задания

Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
Общие сведения о приводах	9	ПК-1, ПК-3
Лекция. Классификация, применение и структура электро-гидро- и пневмоприводов. Основные параметры и характеристики электро-, гидро- и пневмоприводов.	2	
Самостоятельная работа. Понятие нагрузочных и регулировочных характеристик приводов. Расчет и выбор элементов электропривода: расчет приведенных механических величин, выбор электродвигателей, устройств управления	1	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение курсового проекта/работы 1. Составление конспектов по результатам изучения литературы выполнение курсового проекта/работы	6 4	
Асинхронные частотно-регулируемые приводы	29	ПК-1, ПК-3
Самостоятельная работа. Асинхронные электроприводы: классификация, принцип действия. Параметры и характеристики асинхронных двигателей. Естественные характеристики асинхронных двигателей	7	
Самостоятельная работа. Преобразователи частоты (ПЧ) в управлении асинхронными двигателями. ПЧ с промежуточным звеном постоянного тока. Принцип действия, характеристики ПЧ	7	
Самостоятельная работа. Искусственные характеристики асинхронных электроприводов с частотным управлением.	7	
Лабораторная работа. Изучение процесса настройки преобразователя частоты	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение курсового проекта/работы Составление конспектов по результатам изучения литературы выполнение курсового проекта/работы	6 4	
Шаговые электроприводы	32	
Самостоятельная работа. иды шаговых электродвигателей (ШД), схемы и способы управления ШД. Полушаговый, полношаговый и микрошаговый режимы	7	ПК-1, ПК-3
Самостоятельная работа. Параметры и характеристики шаговых двигателей. Резонанс ШД и способы его предотвращения	7	
Самостоятельная работа. Основные функции драйверов шаговых двигателей. Реверс, форсирование и дефорсирование тока в обмотках ШД. Структура драйвера шагового двигателя	7	
Самостоятельная работа. Применение шаговых электроприводов автоматизированном оборудовании для сварки	7	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение курсового проекта/работы Составление конспектов по результатам изучения литературы	4	

выполнение курсового проекта/работы	8	
Иная контактная работа: консультации	0	

8 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
Вентильные электроприводы	28	ПК-1, ПК-3
Лекция. Конструкции и принцип действия вентильных электродвигателей (ВД). Датчики положения ротора. Прямой пуск вентильного двигателя. Различия вентильного и бесколлекторного электродвигателей	2	
Лабораторная работа. Изучение способов управления шаговыми, вентильными электроприводами и пневматическими приводами	2	
Самостоятельная работа. Реверс и управление скоростью вентильного электропривода. Функциональная схема управления вентильным двигателем	8	
Самостоятельная работа. Характеристики вентильных электроприводов	6	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение курсового проекта/работы		
Составление конспектов по результатам изучения литературы	10	
выполнение курсового проекта/работы	12	
Автоматизированные электроприводы	37	ПК-1
Самостоятельная работа. Элементы автоматизированного электропривода. Сервоприводы и следящие электроприводы	6	
Самостоятельная работа. Скалярное и векторное управление электроприводом. Особенности управления по моменту	8	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение		
Составление конспектов по результатам изучения литературы	23	
Пневматические и гидравлические приводы	66	ПК-1, ПК-3
Самостоятельная работа. Классификация и состав пневматических и объемных гидравлических приводов. Преимущества и недостатки гидро- и пневмоприводов	6	
Самостоятельная работа. Компрессоры и устройства подготовки воздуха: конструкции, принцип действия, параметры и характеристики	6	
Самостоятельная работа. Объемные насосы и гидродвигатели. Конструкции, принцип действия, характеристики. Преимущества и недостатки	4	
Самостоятельная работа. Пневмо- и гидроаппараты: классификация, назначение. Параметры и характеристики.	6	
Самостоятельная работа. Пневмо- и гидрораспределители: виды по числу позиций, линий, способу управления. Золотниковые и клапанные распределители. Конструкции и принцип действия	6	
Самостоятельная работа. Предохранительные гидро- и пневмоклапаны, редукционные клапаны и регуляторы давления. Конструкции, принцип действия, характеристики	6	
Самостоятельная работа. Дроссели и регуляторы расхода, гидро- и пневмозамки, логические клапаны, пневмоклапаны	6	

последовательности, пневмоклапаны выдержки времени. Конструкции, принцип действия, применение		
Самостоятельная работа. Гидро- и пневмолинии. Трубопроводы, рукава и соединения. Исполнение гидро- и пневмоустройств по способу монтажа	6	
Самостоятельная работа. Типовые схемы гидро- и пневмоприводов. Устройства электроавтоматики в пневмоприводах	6	
Самостоятельная работа. Расчет и выбор элементов гидро- и пневмоприводов.	6	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение курсового проекта/работы		
Составление конспектов по результатам изучения литературы	8	
выполнение курсового проекта/работы	15	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение		
Иная контактная работа: консультации, дифференцированный зачет (БРК), защита курсового проекта/работы	0	
Подготовка к экзамену	30	
Проведение экзамена	6	

Раздел 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой, ее структурой и содержанием разделов. Учебный материал структурирован, изучение дисциплины осуществляется в тематической последовательности. **Занятия лекционного типа** дают систематизированные знания по дисциплине, концентрируют внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Во время лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала; обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть проблемы, явления или процесса; зафиксировать выводы и практические рекомендации. Изучение дисциплины включает **выполнение лабораторных работ**. Подготовка к ним включает ознакомление с планом лабораторного занятия, работу с учебной и учебно-методической литературой, подготовку протоколов измерений (по заданию преподавателя). Содержание **самостоятельной работы** определяется рабочей программой дисциплины, оценочными и методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя. Самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах.

В данной дисциплине самостоятельная работа состоит в **выполнении курсовой работы**.

Курсовая работа выполняется студентами в течение 1 семестра в соответствии с вариантом задания, выдаваемого преподавателем. Для периодической проверки хода подготовки и помощи студентам в выполнении курсовой работы проводятся консультации. Работа делается по методическим указаниям с применением литературы, имеющейся в фондах информационно-библиотечного центра.

Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания хода освоения дисциплин представлены в рабочей программе.

Формой промежуточной аттестации по дисциплине является экзамен, по курсовой работе - дифференцированный зачет.

Раздел 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебно-методическое обеспечение

№№ п/п	Список используемой литературы	Количество экземпляров печатных изданий, имеющих в библиотеке, или электронный адрес издания (ресурса) в сети Интернет
УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ		
1.	Лозовецкий, В. В. Робототехнические комплексы — средства автоматизации технологических процессов и производств лесной промышленности [Текст] : учебник для вузов / Лозовецкий В. В., Комаров Е. Г. 2-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2021. - 568 с. с. ISBN 978-5-8114-6943-7.	https://e.lanbook.com/book/153691
2.	Лозовецкий, В. В. Гидро- и пневмосистемы транспортно-технологических машин [Электронный ресурс] / Лозовецкий В. В. Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 560 с. ISBN 978-5-8114-1280-8.	https://e.lanbook.com/book/210932
3.	Москаленко, Владимир Валентинович. Системы автоматизированного управления электропривода [Текст] : учебник : для студентов средних специальных учебных заведений по специальности 2913 "Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования промышленных и гражданских зданий" / В. В. Москаленко. Москва: ИНФРА-М, 2010. - 206, [1] с. ISBN 978-5-16-001676-4. Экземпляры: всего 10.	10
4.	Москаленко, Владимир Валентинович. Электрический привод [Текст] : учебник : для студентов образовательных учреждений среднего профессионального образования / В. В. Москаленко. 5-е изд., стер. Москва: Академия, 2009. - 365, [1] с. ISBN 978-5-7695-6096-5. Экземпляры: всего 15.	15
5.	Терехов, Владимир Михайлович. Системы управления электроприводов [Текст] : [учеб. для студентов вузов по специальности 140604 "Электропривод и автоматика пром. установок и технол. комплексов" и направления подгот. дипломир. специалистов 140600 "Электротехника, электромеханика и электротехнологии"] / В. М. Терехов, О. И. Осипов ; под ред. В. М. Терехова. Москва: ACADEMIA, 2005. - 299 с. ISBN 5-7695-1814-6. Экземпляры: всего 30.	30
6.	Фролов, Ю. М. Сборник задач и примеров решений по электрическому приводу [Электронный ресурс] / Фролов Ю. М., Шелякин В. П. 2-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2021. - 368 с. ISBN 978-5-8114-8201-6.	https://e.lanbook.com/book/173122
7.	Фролов, Ю. М. Проектирование электропривода промышленных механизмов [Электронный ресурс] /	https://e.lanbook.com/book/2

	Фролов Ю. М., Шелякин В. П. Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 448 с. ISBN 978-5-8114-1571-7.	11517
8.	Фролов, Ю. М. Регулируемый асинхронный электропривод [Электронный ресурс] / Фролов Ю. М., Шелякин В. П. 2-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 464 с. ISBN 978-5-8114-2177-0.	https://e.lanbook.com/book/212645
9.	Фролов, Ю. М. Электрический привод. Курсовое проектирование [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / Фролов Ю. М. 2-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2023. - 60 с. ISBN 978-5-507-46327-5.	https://e.lanbook.com/book/306002
10.	Электротехнический справочник [Текст] : в 4 т. / под общ. ред. В. Г. Герасимова, А. Ф. Дьякова, Н. Ф. Ильинского и др. 4 : Использование электрической энергии, 2004. - 695 с. ISBN 5-7046-0988-0. Экземпляры:	5
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ		
1.	Информационно-правовой портал Гарант	http://www.garant.ru
2.	Профессиональные справочные системы Техэксперт	http://www.cntd.ru

6.2. Материально-техническая база и программное обеспечение

№№ п/п	Аудитории для проведения учебных занятий, самостоятельной работы и проведения государственной итоговой аттестации	Перечень основного оборудования	Программное обеспечение
1.	146 (I)	Исследовательский комплекс "Гидравлический перегрузочный манипулятор" СГУ-ГПМ (1), Набор разрезных элементов по курсу "Гидравлика и гидропривод" НРМ-ГПП-015 (1), Насосная станция с электроприводом 15 кВт, эл. магнитное управл. (1), Пневмогидроаккумулятор АРХ 6,3/320 (1), Разрезная модель гидрораспределителя Badesnost 2P40 с гидравлическим управлением для мобильной техники (1), Разрезная модель модуля управления Walvoil SVM100 "Джойстик" для гидравлических устройств (1), Техпластина (4), Комплект учебной	Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач
2.	147 (I)	Комплект учебно-лабораторного оборудования "Датчики робототехнических комплексов" (1), Комплект учебно-лабораторного оборудования робот-манипулятор (1), Компьютер CPU D 820/2*512mb/80Gb+Монитор LCD BenQ 19" клав.мышь,ковр (1),	Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Комплект ПО

	Лабораторный комплекс "Промышленная автоматика и программируемый логический контроллер" (1), Учебный комплекс MPS 202 "Мехатроника.Базовый" (1), Комплект учебной мебели (1)	для решения основных пользовательских задач
--	--	---

Раздел 7. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ/ ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Критерии оценивания индикаторов достижения компетенций направлены на:

- усвоение теоретического материала (объем знаний, глубина усвоения), предусмотренного рабочей программой;
- умение излагать материал (четкость, грамотность изложения материала, точность и полнота воспроизведения учебного материала);
- умение применять теоретические знания при решении практических заданий.

Шкала оценивания представлена ниже.

Уровень сформированности элементов компетенции	Критерии оценивания	Шкала оценивания
Пороговый уровень	Обучающийся имеет знания основного материала, проявляет умение логично его излагать, но может допускать неточности в изложении материала, недостаточно правильные формулировки, испытывает затруднения в выполнении практических заданий.	удовлетворительно
Продвинутый уровень	Обучающийся твердо знает программный материал, излагает его грамотно и по существу, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения	хорошо
Высокий уровень	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, грамотно и логически стройно его излагает, дает исчерпывающие ответы на поставленные вопросы. В ответе тесно увязывается теория с практикой, при этом обучающийся не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, показывает знакомство с монографической литературой, периодическими изданиями, правильно обосновывает принятые решения, свободно владеет разносторонними навыками, приемами выполнения практических работ	отлично

7.1. Промежуточная аттестация обучающихся

Промежуточная аттестация обучающихся направлена на оценивание результатов обучения по дисциплине (модулю) и проводится с использованием фондов оценочных средств.

Примеры типовых контрольных заданий из базы фонда оценочных средств по

образовательной программе.

БИЛЕТ № 0

Промежуточной аттестации

По дисциплине "Приводы мехатронных и робототехнических систем"

1. Стрела манипулятора массой m и длиной L с грузом массой m_1 поднимается на угол α относительно горизонтального положения. Изменение скорости стрелы приведено на графике. Привод подъема – электрический с использованием планетарного редуктора. Определите наибольшее значение статического, динамического и суммарного моментов, приведенных к выходному валу редуктора.
2. Опишите принцип действия системы управления вентильным электродвигателем, схема которого приведена на рисунке:
3. Выберите верную форму механической характеристики и определите пусковой момент и скорость холостого хода вентильного двигателя следующими параметрами: номинальное напряжение U_n , магнитный поток ротора Φ , индуктивность фазы L_f , сопротивление фазы R_1 , число витков одной фазы w , коммутация 120-градусная, обмоточный коэффициент k . Двигатель не являющийся. Назовите способ повышения момента вентильного двигателя при максимальной угловой скорости

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

1. Приводы механизмов и машин. Классификация, общие параметры и характеристики.
2. Уравнения движения привода. Приведение усилий и моментов к выходному звену двигателя
3. Электроприводы: классификация, принцип действия. Параметры и характеристики асинхронных двигателей. Естественные характеристики асинхронных двигателей
4. Преобразователи частоты (ПЧ) в управлении асинхронными двигателями. ПЧ с инвертором напряжения. Принцип действия, характеристики ПЧ
5. Искусственные характеристики асинхронных электроприводов с частотным управлением.
6. Виды шаговых электродвигателей (ШД), схемы и способы управления ШД. Полушаговый, полношаговый и микрошаговый режимы
7. Параметры и характеристики шаговых двигателей. Резонанс ШД и способы его предотвращения
8. Основные функции драйверов шаговых двигателей. Реверс, форсирование и дефорсирование тока в обмотках ШД. Структура драйвера шагового двигателя
9. Конструкции и принцип действия вентильных электродвигателей (ВД). Датчики положения ротора.
10. Прямой пуск вентильного двигателя. Различия вентильного и бесколлекторного электродвигателей
11. Реверс и управление скоростью вентильного электропривода. Функциональная схема управления вентильным двигателем
12. Элементы автоматизированного электропривода. Сервоприводы и следящие электроприводы
13. Особенности скалярного и векторного управления электроприводом
14. Классификация и состав пневматических приводов. Преимущества и недостатки пневмоприводов
15. Компрессоры и устройства подготовки воздуха: конструкции, принцип действия, параметры и характеристики
16. Пневмоаппараты: классификация, назначение. Параметры и характеристики
17. Пневмораспределители: виды по числу позиций, линий, способу управления. Золотниковые и клапанные распределители. Конструкции и принцип действия

18. Предохранительные клапаны, редукционные клапаны и регуляторы давления. Конструкции, принцип действия, характеристики
19. Дроссели, логические клапаны, клапаны последовательности, клапаны выдержки времени. Конструкции, принцип действия, применение
20. Пневмолинии. Трубопроводы, рукава и соединения. Исполнение пневмоустройств по способу монтажа
21. Пневмодвигатели: пневмоцилиндры, пневмомоторы, поворотные пневмодвигатели. Конструктивные схемы, принцип действия, характеристики
22. Типовые схемы пневмоприводов. Устройства электроавтоматики в пневмоприводах
23. Расчет и выбор элементов пневмопривода