

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИММ

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

02.02.2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б.1.2.10 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 3
Семестр 6

Распределение учебного времени

| | | |
|---|---------|-----------------------|
| Трудоемкость по учебному плану | 144 / 4 | часов/зачетных единиц |
| Лекции | 18 | часов |
| Лабораторные работы | 36 | часов |
| Практические занятия | - | часов |
| Иная контактная работа | - | часов |
| Всего контактной работы (без учета экз.) | 54 | часов |
| Контактная работа по экзамену | 6 | часов |
| Курсовой проект (работа) | 6 | семестр |
| Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.) | 54 | часов |
| Самостоятельная работа по подготовке к экзамену | 30 | часов |
| Экзамен | 6 | 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

| | | | |
|---------------------|-------------|----------------|------------------------|
| 29.03.2021 | протокол № | 7 | (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 07.02.2022 г.

Специалист учебно-методического центра СОГЛАСОВАНО /Т.А. Смирнова/

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, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием | 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 |
| | 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 гидравлических расчетов мехатронных и робототехнических систем (ПК-1), Основы проектирования (ПК-1), Основы гидравлических расчетов мехатронных и робототехнических систем (ПК-3), Электротехника и электроника (ПК-3), Датчики автоматических систем (ПК-3); практик: Учебная практика. Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы) (ПК-3), Учебная практика. Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы) (ПК-3)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих дисциплинах: Проектирование роботов и робототехнических систем (ПК-1), Автоматизированное технологическое оборудование отрасли (ПК-1), Промышленные роботы (ПК-1), Основы конструирования автономных роботов (ПК-1), Проектирование роботов и робототехнических систем (ПК-3), Автоматизированное технологическое оборудование отрасли (ПК-3), Промышленные роботы (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), Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена (ПК-1), Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ПК-3), Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена (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

Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6 семестр

| Виды и темы занятий | Количество часов | Формируемые компетенции |
|---|------------------|-------------------------|
| Общие сведения о приводах механизмов и машин. Электрические приводы | 48 | ПК-1, ПК-3 |
| Лекция. Приводы механизмов и машин. Классификация, общие параметры и характеристики. Уравнения движения привода. Приведение усилий и моментов к выходному звену двигателя | 2 | |
| Лекция. Состав электроприводов. Асинхронные электроприводы: классификация, принцип действия, способы и схемы управления. Нагрузочные и регулировочные характеристики. Выбор электродвигателя и компонентов системы управления | 2 | |
| Лабораторная работа. Изучение частотного управления асинхронным электродвигателем | 10 | |

| | | |
|--|-----------|------------|
| Лекция. Шаговые электроприводы: виды шаговых электродвигателей, схемы и способы управления. Параметры и характеристики шаговых электродвигателей. Драйверы и контроллеры шаговых электроприводов. Выбор компонентов привода | 2 | ПК-1, ПК-3 |
| Лекция. Приводы с вентильными (бесколлекторными, бесщеточными) электродвигателями. Принцип действия, способы и схемы управления. Нагрузочные и регулировочные характеристики. Выбор компонентов привода | 2 | |
| Лабораторная работа. Изучение принципа действия и управления шаговым электродвигателем | 4 | |
| Лекция. Элементы автоматизированного электропривода. Сервоприводы и следящие электроприводы. Скалярное и векторное управление электроприводом. Конструктивное исполнение электродвигателей и электроприводов | 2 | |
| Лабораторная работа. Изучение способов настройки ПИД-регулятора преобразователя частоты | 6 | |
| Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение курсового проекта/работы 1. Изучение конспектов лекций 2. Изучение литературы по тематике лекций 3. Подготовка к выполнению лабораторных работ | 18 0 | |
| Пневматические приводы | 60 | |
| Лекция. Классификация и состав пневматических приводов. Преимущества и недостатки пневмоприводов | 2 | |
| Лекция. Компрессоры и устройства подготовки воздуха: конструкции, принцип действия, параметры и характеристики | 2 | |
| Лекция. Пневмоаппараты: классификация, назначение. Конструкции, условные обозначения, принцип действия. Параметры и характеристики. | 2 | |
| Лекция. Типовые схемы пневмоприводов. Устройства электроавтоматики в пневмоприводах | 2 | |
| Лабораторная работа. Изучение типовых схем пневмоприводов | 8 | |
| Лабораторная работа. Составление и проверка работоспособности принципиальной схемы пневмопривода с релейной системой управления | 8 | |
| Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение курсового проекта/работы 1. Изучение конспектов лекций 2. Изучение литературы по тематике лекций 3. Подготовка к выполнению лабораторных работ 4. Составление отчетов по лабораторным работам | 36 0 | |
| Иная контактная работа: консультации | 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 являются:

- дифференцированный зачет по курсовой работе

- экзамен

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

6.1. Учебно-методическое обеспечение

| №№ п/п | Список используемой литературы | Количество экземпляров печатных изданий, имеющихся в библиотеке, или электронный адрес издания (ресурса) в сети Интернет |
|---|---|--|
| УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ | | |
| 1. | Фролов, Ю. М. Проектирование электропривода промышленных механизмов [Электронный ресурс] / Фролов Ю. М., Шелякин В. П. Санкт-Петербург: Лань, 2021. - 448 с. ISBN 978-5-8114-1571-7. | https://e.lanbook.com/book/168639 |
| 2. | Фролов, Ю. М. Регулируемый асинхронный электропривод [Электронный ресурс] / Фролов Ю. М., Шелякин В. П. 2-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2021. - 464 с. ISBN 978-5-8114-2177-0. | https://e.lanbook.com/book/169061 |
| 3. | 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: | https://e.lanbook.com/book/173122 |

| | | |
|--|--|---|
| | Лань, 2021. - 368 с. ISBN 978-5-8114-8201-6. | |
| 4. | 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 |
| 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. | 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 |
| 7. | 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 |
| 8. | Никитенко, Г. В. Электропривод производственных механизмов [Электронный ресурс] / Никитенко Г. В. 2-е изд., испр. и доп. Санкт-Петербург: Лань, 2021. - 224 с. ISBN 978-5-8114-1468-0. | https://e.lanbook.com/book/168515 |
| 9. | Лозовецкий, В. В. Расчет и проектирование электрогидравлических систем и оборудования транспортно-технологических машин [Электронный ресурс] / Лозовецкий В. В., Комаров Е. Г., Кольниченко Г. И., Мурашев В. П. 2-е изд., испр. Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 420 с. ISBN 978-5-8114-2101-5. | https://e.lanbook.com/book/209834 |
| 10. | 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 |
| ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ | | |
| 1. | Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU | http://elibrary.ru |
| 2. | Научная электронная библиотека «Киберленинка» | http://cyberleninka.ru |
| 3. | Издательство Springer (SpringerOpen) | https://www.springeropen.com |
| ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ | | |
| 1. | Справочно-правовая система Консультант+ | http://www.consultant.ru |
| 2. | Информационно-правовой портал Гарант | http://www.garant.ru |

| | | |
|----|--|---|
| 3. | 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), Лабораторный комплекс "Промышленная автоматика и программируемый логический контроллер" (1), Учебный комплекс MPS 202 "Мехатроника.Базовый" (1), Комплект учебной мебели (1) | Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Комплект ПО 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. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины (модуля) и производится с применением технологии рейтингового контроля в соответствии с технологической картой дисциплины. Порядок составления технологической карты и алгоритм проведения процедуры оценивания видов деятельности обучающихся, направленных на освоение знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности, по накопительной системе в баллах устанавливается положением о системе РИТМ в ФГБОУ ВО «ПГТУ»

7.2. 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 с 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 неявнополюсный. 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