Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 15.07.2025 14:33:59
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

Факультет машиностроения

УТВЕРЖДАЮ

Декан

_____ /Е.В. Сафонов/

«27» февраля 2025 г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# Пропорциональная гидро- и пневмоавтоматика

Направление подготовки
**15.03.06 Мехатроника и робототехника**

Профиль
**Мехатронные системы в автоматизированном производстве**

Квалификация
**Бакалавр**

Формы обучения
**очная**

Москва, 2025 г.

**Разработчик(и):**
Профессор кафедры «Автоматика и управление»,
д.т.н., доцент  /В.Р. Гасияров/

**Согласовано:**
Заведующий кафедрой «Автоматика и управление»,
д.т.н., профессор  /А.А. Радионов/

Руководитель образовательной программы
Профессор кафедры «Автоматика и управление»,
д.т.н., доцент  /В.Р. Гасияров/

# Содержание

1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине ... 4
2 Место дисциплины в структуре образовательной программы ... 4
3 Структура и содержание дисциплины ... 5
3.1 Виды учебной работы и трудоемкость ... 5
3.2 Тематический план изучения дисциплины ... 5
3.3 Содержание дисциплины ... 6
3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий ... 7
3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ) ... 8
4 Учебно-методическое и информационное обеспечение ... 8
4.1 Нормативные документы и ГОСТы ... 8
4.2 Основная литература ... 8
4.3 Дополнительная литература ... 8
4.4 Электронные образовательные ресурсы ... 9
4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение ... 9
4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы ... 9
5 Материально-техническое обеспечение ... 9
6 Методические рекомендации ... 9
6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения ... 9
6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины ... 10
7 Фонд оценочных средств ... 11
7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения ... 12
7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения ... 13
7.3 Оценочные средства ... 16

# 1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

**Целью** изучения дисциплины является получение знаний и профессиональных компетенций в области пропорциональной гидравлики и пневматики, используемых в мехатронных и робототехнических устройствах.

**Задачами** изучения дисциплины являются:

1) получение сведений об гидро- и пневмоприводах с пропорциональной аппаратурой: принципах действия, устройствах, физических явлениях и закономерностях в них проходящих, а также о новых перспективных направлениях развития и применения;

2) изучение методов лабораторных исследований пропорциональной аппаратуры и систем на их основе, а также устройств управления и автоматизации;

3) получение навыков для разработки новой гидравлической и пневматической техники с пропорциональным управлением.

Обучение по дисциплине «Пропорциональная гидро- и пневмоавтоматика» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

| Код и наименование компетенций | Индикаторы достижения компетенции | Наименование показателя оценивания |
|---|---|---|
| ПК-5. Способен выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств мехатронных систем в соответствии с техническим заданием, в том числе с использованием средств автоматизации проектирования. | ИПК-5.1. Понимает принципы конструирования отдельных деталей, узлов и устройств мехатронных систем, выбирает системы автоматизированного проектирования мехатронных систем;<br>ИПК-5.2. Работает с программными средствами с использованием современных прикладных программ по расчету мехатронных систем;<br>ИПК-5.3. Рассчитывает и проектирует детали, узлы и устройства мехатронных систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования. | **Знать:**<br>- основы конструирования отдельных деталей, узлов и устройств мехатронных систем с использованием современных прикладных программ по расчету мехатронных систем, включающих, гидроприводы и пневмоприводы;<br>**Уметь:**<br>- производить расчеты и составлять принципиальные схемы гидросистем в соответствии с техническим заданием и требованиями стандартов;<br>**Владеть:**<br>- навыками по разработке простых узлов и блоков мехатронных систем, включающих гидроприводы и пневмоприводы. |

# 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части блока Б1 «Дисциплины (модули)». Дисциплина непосредственно связана со следующими дисциплинами и практиками ООП:

Автоматизация типовых технологических процессов в автомобилестроении;

Автоматизация типовых технологических процессов в машиностроении;

Гидравлические и пневматические средства автоматики;

Динамика жидкости и газа;

Мехатронные системы в автоматизированном производстве (в автомобилестроении);
Мехатронные системы в автоматизированном производстве (в машиностроении);
Технические средства автоматизации;
Эксплуатация и наладка мехатронных и робототехнических систем;
Электрические и гидравлические приводы мехатронных и робототехнических систем;
Электромеханические устройства и аппараты автоматики.

# 3 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 часа).

## 3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

| № п/п | Вид учебной работы | Количество часов | Семестры |
|---|---|---|---|
| | | | 6 |
| **1** | **Аудиторные занятия** | **54** | **54** |
| | В том числе: | | |
| 1.1 | Лекции | 36 | 36 |
| 1.2 | Семинарские/практические занятия | | |
| 1.3 | Лабораторные занятия | 18 | 18 |
| **2** | **Самостоятельная работа** | **54** | **54** |
| | В том числе: | | |
| 2.1 | Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ | 16 | 16 |
| 2.2 | Работа с конспектом лекций | 10 | 10 |
| 2.3 | Выполнение расчетно-графической работы | 10 | 10 |
| 2.4 | Подготовка к зачету | 18 | 18 |
| **3** | **Промежуточная аттестация** | | |
| | Зачет/диф.зачет/экзамен | | зачет |
| | **Итого** | **108** | **108** |

## 3.2 Тематический план изучения дисциплины

| № п/п | Разделы/темы дисциплины | Трудоемкость, час | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Всего | Аудиторная работа | | | | Самостоятельная работа |
| | | | Лекции | Семинарские/ практические занятия | Лабораторные занятия | Практическая подготовка | |
| **1** | **Раздел 1. Введение. Формирование управляющих сигналов** | **16** | **8** | **0** | **2** | **0** | **6** |
| 1.1 | Тема 1. Общие сведения о гидравлических и пневматических системах с пропорциональным электроуправлением. | | 2 | | | | 2 |
| 1.2 | Тема 2. Структурно-функциональное описание, проектирование. | | 2 | | | | 2 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.3 | Тема 3. Пропорциональные электромагниты. | | 4 | | 2 | | 2 |
| **2** | **Раздел 2. Пропорциональная гидро- и пневмоаппаратура** | **44** | **12** | **0** | **8** | **0** | **24** |
| 2.1 | Тема 1. Пропорциональные гидравлические клапаны давления. | | 2 | | 2 | | 4 |
| 2.2 | Тема 2. Пропорциональные гидравлические распределители. | | 2 | | 2 | | 4 |
| 2.3 | Тема 3. Пропорциональные регуляторы расхода. | | 2 | | 2 | | 4 |
| 2.4 | Тема 4. Характеристики гидравлических аппаратов с пропорциональным управлением. | | 2 | | | | 4 |
| 2.5 | Тема 5. Пропорциональные пневматические клапаны: принцип работы, устройство, типовые конструкции. | | 2 | | | | 4 |
| 2.6 | Тема 6. Характеристики пневматической аппаратуры с пропорциональным управлением. | | 2 | | 2 | | 4 |
| **3** | **Раздел 3. Сервоклапаны** | **16** | **8** | **0** | **0** | **0** | **8** |
| 3.1 | Тема 1. Принцип действия и устройство сервоклапанов. | | 2 | | | | 2 |
| 3.2 | Тема 2. Двухкаскадный электрогидравлический усилитель с различными обратными связями. | | 4 | | | | 2 |
| 3.3 | Тема 3. Трехкаскадный сервоклапан. | | 2 | | | | 4 |
| **4** | **Раздел 4. Параметры работы систем с пропорциональной аппаратурой** | **32** | **8** | **0** | **8** | **0** | **16** |
| 4.1 | Тема 1. Динамические свойства пропорциональной аппаратуры. | | 2 | | 2 | | 4 |
| 4.2 | Тема 2. Объемная подача, давление в системе. | | 2 | | | | 4 |
| 4.3 | Тема 3. Собственная частота системы. | | 2 | | 2 | | 4 |
| 4.4 | Тема 4. Типовые гидравлические и пневматические схемы с применением пропорциональной аппаратуры | | 2 | | 4 | | 4 |
| | **ИТОГО** | **108** | **36** | **0** | **18** | **0** | **54** |

### 3.3 Содержание дисциплины

**Раздел 1. Введение. Формирование управляющих сигналов**

Общие сведения о гидравлических и пневматических системах с пропорциональным электроуправлением. Условные обозначения. Структурно-функциональное описание, проектирование. Параметры и характеристика системы с автоматическим управлением. Типовые звенья.

Пропорциональные электромагниты: принцип действия и устройство, разновидности. Электронные блоки управления пропорциональной аппаратурой.

**Раздел 2. Пропорциональная гидро- и пневмоаппаратура**

Пропорциональные гидравлические клапаны давления: принцип работы, устройство, типовые конструкции. Пропорциональные гидравлические распределители: принцип работы, устройство, типовые конструкции. Пропорциональные регуляторы расхода: принцип работы, устройство, типовые конструкции. Характеристики гидравлических аппаратов с пропорциональным управлением. Пропорциональные пневматические клапаны: принцип работы, устройство, типовые конструкции. Характеристики пневматической аппаратуры с пропорциональным управлением.

**Раздел 3. Сервоклапаны**

Принцип действия и устройство сервоклапанов. Статические и динамические параметры. Расходная характеристика. Серводвигатель. Двухкаскадный электрогидравлический усилитель с различными обратными связями. Трехкаскадный сервоклапан. Примеры установок с сервоклапанами.

**Раздел 4. Параметры работы систем с пропорциональной аппаратурой**

Динамические свойства пропорциональной аппаратуры. Порог срабатывания. Инверсный диапазон. Гистерезис. Влияние типа перекрытия золотника на расходную характеристику. Время срабатывания. Параметры входного и выходного сигналов.

Объемная подача, давление в системе. Потери давления на дроссельных кромках. Вычисление требуемого напора и подачи насоса, размеров гидродвигателя. Собственная частота системы. Влияние изменения вязкости рабочей среды на изменение скорости движения выходного звена исполнительного механизма. Типовые гидравлические и пневматические схемы с применением пропорциональной аппаратуры.

## 3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1 Практические занятия

Не предусмотрены.

3.4.2 Лабораторные занятия

Лабораторная работа №1. Знакомство с электронным блоком управления пропорциональной аппаратуры (экспериментальные исследования на опытных стендах с целью приобретения навыков работы с одноканальным и двухканальным электронными блоками и их элементами управления пропорциональным электромагнитом).

Лабораторная работа №2. Исследование предохранительного клапана непрямого действия с пропорциональным электрическим управлением.

Лабораторная работа №3. Исследование гидрораспределителя прямого действия с пропорциональным электрическим управлением.

Лабораторная работа №4. Исследование трехлинейного регулятора расхода с пропорциональным управлением.

Лабораторная работа №5. Исследование пневматического редукционного клапана с пропорциональным управлением.

Лабораторная работа №6. Исследование характеристик гидропривода возвратно-поступательного движения с пропорциональным гидрораспределителем.

Лабораторная работа №7. Ступенчатое регулирование скорости гидроцилиндра с использованием гидрораспределителя с пропорциональным управлением.

Лабораторная работа №8. Исследование характеристик гидропривода вращательного движения с трехлинейным регулятором расхода с пропорциональным управлением.

### 3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрены.

## 4 Учебно-методическое и информационное обеспечение

### 4.1 Нормативные документы и ГОСТы

Не предусмотрены.

### 4.2 Основная литература

1. Трифонова, Г. О. Гидропневмопривод: следящие системы приводов : учебник для вузов / Г. О. Трифонова, О. И. Трифонова. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 140 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12476-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/566685.

2. Суслов, Н. М. Элементная база объемного гидропривода : учебное пособие / Н. М. Суслов, С. А. Чернухин. — 2-е изд. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2024. — 178 с. — ISBN 978-5-4497-1883-9. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/141466.html.

3. Чернухин Р.В. Моделирование гидроприводов : учебное пособие / Чернухин Р.В., Петрова И.В.. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2021. — 80 с. — ISBN 978-5-7782-4542-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/126572.html.

### 4.3 Дополнительная литература

1. Белов А.Н. Пневматические и гидравлические системы транспортных средств и оборудования. Ч.2. Гидравлические системы и приводы : учебное пособие / Белов А.Н.. — Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2020. — 168 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/111706.html.

2. Гаврюшина О.С. Основы функционирования циклических пневмосистем. Информационная подсистема : методическое пособие по курсу «Пневматические средства автоматики» / Гаврюшина О.С., Ефремова К.Д., Наземцев А.С.. — Москва : Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2006. — 20 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/31146.html.

3. Завистовский, С. Э. Гидропривод и гидропневмоавтоматика : учебное пособие / С. Э. Завистовский. — Минск : Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2020. — 272 с. — ISBN 978-985-7234-87-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/125447.html.

### 4.4 Электронные образовательные ресурсы

Не предусмотрены.

### 4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. Math Works-MATLAB, Simulink 2013b
2. Microsoft-Office
3. PTC-MathCAD

### 4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Единое окно доступа к образовательным ресурсам Федеральный портал http://window.edu.ru

2. Компьютерные информационно-правовые системы «Консультант» http://www.consultant.ru, «Гарант» http://www.garant.ru

3. Официальный интернет-портал правовой информации http://pravo.gov.ru.

4. Научная электронная библиотека http://www.elibrary.ru

5. Российская государственная библиотека http://www.rsl.ru

6. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» https://biblioclub.ru/index.php

## 5 Материально-техническое обеспечение

1. Компьютерный класс с предустановленным программным обеспечением, указанным в п. 4.5, мультимедийное оборудование (проектор, персональный компьютер преподавателя, экран).

2. Аудитория для лекционных, практических занятий. Оборудование и аппаратура: аудиторная доска, возможность использования мультимедийного комплекса.

## 6 Методические рекомендации

### 6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

На первом занятии по дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком ее изучения (темами курса, формами занятий, текущего и промежуточного контроля), раскрыть место и роль дисциплины в системе наук, ее практическое значение, довести до студентов требования к форме отчетности и применения видов контроля. Выдаются задания для подготовки к лабораторным и лекционным занятиям.

При подготовке к лабораторным работам по перечню объявленных тем преподавателю необходимо уточнить план их проведения, продумать формулировки и содержание учебных вопросов, выносимых на обсуждение, ознакомиться с перечнем тематических вопросов.

В ходе работы во вступительном слове раскрыть практическую значимость темы работы, определить порядок ее проведения, время на обсуждение каждого учебного вопроса.

Применяя фронтальный опрос дать возможность выступить всем студентам, присутствующим на занятии.

В заключительной части работы следует подвести ее итоги: дать оценку выступлений каждого студента и учебной группы в целом. Раскрыть положительные стороны и недостатки проведенной лабораторной работы. Ответить на вопросы студентов. Выдать задания для самостоятельной работы по подготовке к следующему занятию.

Методика преподавания дисциплины «Пропорциональная гидро- и пневмоавтоматика» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков, обучающихся:

– подготовка к выполнению и защита лабораторных работ с помощью программного обеспечения для захвата и анализа трафика, передаваемого по сети;

– защита и индивидуальное обсуждение выполняемых этапов расчетно-графической работы;

– технологии анализа ситуаций для активного обучения, которые позволяют студентам соединить теорию и практику, представить примеры принимаемых решений и их последствий, демонстрировать различные позиции, формировать навыки оценки альтернативных вариантов в вероятностных условиях.

Обучение по дисциплине ведется с применением традиционных потоково-групповых информационно-телекоммуникационных технологий. При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационно-телекоммуникационные технологии: презентации с применением проектора и программы PowerPoint.

## 6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое самостоятельное получение студентами навыков работы в программе захвата трафика и анализа пакетов данных, рассматриваемых в процессе изучения дисциплины.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

***Задачи самостоятельной работы студента:***

- развитие навыков самостоятельной учебной работы;
- освоение содержания дисциплины;
- углубление содержания и осознание основных понятий дисциплины;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий для эффективной подготовки к зачету.

***Виды внеаудиторной самостоятельной работы:***

- подготовка к лекциям;
- выполнение и защита отчетов лабораторных работах;
- выполнение расчетно-графической работы;
- подготовка к зачету по дисциплине.

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;
- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы и корректировка выполнения работы;
- рефлексия;
- презентация работы.

## 7 Фонд оценочных средств

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

- выполнение и защита расчетно-графической работы;
- защита лабораторных работ;
- зачет.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные задания по практическим работам индивидуально для каждого обучающегося.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

| **Код компетенции** | **Наименование компетенции выпускника** |
|---|---|
| ПК-5. | Способен выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств мехатронных систем в соответствии с техническим заданием, в том числе с использованием средств автоматизации проектирования. |

## 7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

**Перечень оценочных средств по дисциплине «Пропорциональная гидро- и пневмоавтоматика»**

| № п/п | Вид контроля результатов обучения | Наименование контроля результатов обучения | Краткая характеристика контроля результатов обучения |
|---|---|---|---|
| 1 | Текущий | Лабораторные работы | Лабораторная работа выполняется индивидуально каждым студентом. Оформленный отчет студент сдает преподавателю на проверку в заранее установленный срок. При проверке преподаватель оценивает качество оформления, правильность расчетов и выводов. К защите лабораторной работы допускаются студенты, которые выполнили работу, оформили в соответствии с требованиями отчет о лабораторной работе и предоставили его к защите. Каждому студенту задается не менее 3-х вопросов на тему лабораторной работы. Далее проводится защита отчета каждым студентом индивидуально в формате "вопрос-ответ" (задаются 3 вопроса). |
| 2 | Текущий | Расчетно-графическая работа | РГР представляет собой работу по расчету гидропривода с клапаном с пропорциональным управлением, состоящую из 5 этапов. Срок выдачи: первая неделя обучения. Срок сдачи: последняя неделя семестра. |
| 3 | Промежуточный | Зачет | Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачета проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».<br>Зачет проводится в устной форме. В аудитории находится преподаватель и не более 5 человек из числа студентов. Во время проведения зачета его участникам запрещается иметь при себе и использовать средства связи (сотовые телефоны, микрофоны и пр.). Студенту выдается билет с тремя |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | теоретическими вопросами. Количество дополнительных вопросов – не более двух. Количество дополнительных вопросов зависит от полноты ответа студента. Время подготовки к ответу не более 20 минут.<br>Обязательными условиями подготовки студента к промежуточной аттестации является выполнение и защита студентом лабораторных и расчетно-графических работ, предусмотренных рабочей программой. |

## 7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

| **Показатель** | **Критерии оценивания** | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **Не зачтено** | **Зачтено** | | |
| | **2** | **3** | **4** | **5** |
| **знать:**<br>- основы конструирования отдельных деталей, узлов и устройств мехатронных систем с использованием современных прикладных программ по расчету мехатронных систем, включающих, гидроприводы и пневмоприводы; | Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний:<br>- основы конструирования отдельных деталей, узлов и устройств мехатронных систем с использованием современных прикладных программ по расчету мехатронных систем, включающих, гидроприводы и пневмоприводы. | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний:<br>- основы конструирования отдельных деталей, узлов и устройств мехатронных систем с использованием современных прикладных программ по расчету мехатронных систем, включающих, гидроприводы и пневмоприводы. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации. | Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний:<br>- основы конструирования отдельных деталей, узлов и устройств мехатронных систем с использованием современных прикладных программ по расчету мехатронных систем, включающих, гидроприводы и пневмоприводы. Допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях. | Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний:<br>- основы конструирования отдельных деталей, узлов и устройств мехатронных систем с использованием современных прикладных программ по расчету мехатронных систем, включающих, гидроприводы и пневмоприводы. Свободно оперирует приобретенными знаниями. |
| **уметь**: | Обучающийся не умеет или в | Обучающийся демонстрирует | Обучающийся демонстрирует | Обучающийся демонстрирует |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| - производить расчеты и составлять принципиальные схемы гидросистем в соответствии с техническим заданием и требованиями стандартов. | недостаточной степени умеет:<br>- производить расчеты и составлять принципиальные схемы гидросистем в соответствии с техническим заданием и требованиями стандартов. | неполное соответствие следующих умений:<br>- производить расчеты и составлять принципиальные схемы гидросистем в соответствии с техническим заданием и требованиями стандартов.<br>Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации. | частичное соответствие следующих умений:<br>- производить расчеты и составлять принципиальные схемы гидросистем в соответствии с техническим заданием и требованиями стандартов.<br>Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации. | полное соответствие следующих умений:<br>- производить расчеты и составлять принципиальные схемы гидросистем в соответствии с техническим заданием и требованиями стандартов.<br>Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности. |
| **владеть:**<br>- навыками по разработке простых узлов и блоков мехатронных систем, включающих гидроприводы и пневмоприводы. | Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет<br>- навыками по разработке простых узлов и блоков мехатронных систем, включающих гидроприводы и пневмоприводы. | Обучающийся в недостаточной степени владеет:<br>- навыками по разработке простых узлов и блоков мехатронных систем, включающих гидроприводы и пневмоприводы.<br>Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях. | Обучающийся частично владеет:<br>- навыками по разработке простых узлов и блоков мехатронных систем, включающих гидроприводы и пневмоприводы.<br>Навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации. | Обучающийся в полном объеме владеет:<br>- навыками по разработке простых узлов и блоков мехатронных систем, включающих гидроприводы и пневмоприводы.<br>Свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности. |

**Шкала оценивания промежуточной аттестации: зачет**

| Шкала оценивания | Описание |
|---|---|
| Зачтено | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными |

| | |
|---|---|
| | знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности, не испытывает затруднений при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации. |
| Не зачтено | Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент не может оперировать знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации. |

**Шкала оценивания текущего контроля**

| Наименование контроля результатов обучения | Шкала оценивания | Описание |
|---|---|---|
| Выполнение и защита лабораторной работы по теме раздела | Зачтено: набрано 2 и более баллов<br>Не зачтено: набрано 1 и менее баллов<br><br>Критерии оценивания<br>Общий балл при оценке складывается из следующих показателей:<br>- приведены методики оценки технологических параметров – 1 балл<br>- выводы логичны и обоснованы – 1 балл<br>- оформление работы соответствует требованиям – 1 балл<br>- расчетная и графическая части выполнены верно – 1 балл | В качестве форм текущего контроля знаний студентов используются отчеты по лабораторным работам. К выполнению экспериментальной части лабораторной работы допускаются студенты, подготовившие протоколы выполнения лабораторной работы. Протоколы оформляются в соответствии с требованиями методических указаний кафедры. Отчет по лабораторной работе содержит протокол проведения лабораторной работы, расчеты, графическую часть, выводы. Защита отчета по лабораторной работе осуществляется индивидуально. Студентом предоставляется оформленный отчет. Оценивается качество оформления, правильность расчетов и выводов. Студенты, не выполнившие лабораторную работу, к защите не допускаются |
| Расчетно-графическая работа | Отлично - Работа сдана в срок, расчетная и графическая части выполнены верно, либо имеются недочеты, не влияющие на конечный результат.<br>Хорошо - расчетная часть выполнена верно, в графической части есть замечания<br>Удовлетворительно - в расчетной части есть замечания, метод | Задание на РГР выдается на первом занятии соответствующего раздела дисциплины и сдается по окончании изучения соответствующего раздела дисциплины. РГР должны быть выполнены и оформлены в соответствии с требованиями методических указаний кафедры. |

| | | |
|---|---|---|
| | выполнения графической части выбран верный;<br>Неудовлетворительно - в расчетной и графической частях есть грубые замечания. | |

## 7.3 Оценочные средства

### 7.3.1 Текущий контроль

*Вопросы к лабораторной работе 1.*

1) Назначение электронного блока управления
2) В каких случаях применяется одноканальный блок?
3) В каких случаях применяется двухканальный блок?
4) Для чего нуден потенциометр SCALE?
5) Для чего нуден потенциометр BIAS?
6) Для чего нуден потенциометр RAMP?

*Вопросы к лабораторной работе 2.*

1) В чем состоит отличие пропорционального клапана давления с электрическим управлением от клапана давления с механическим управлением?

2) Покадите участок характеристики, указывающий на то, что клапан непрямого действия.

3) Объясните почему характеристика имеет именно такую форму.

4) Какой электромагнит использован в данном клапане - управляемый по усилию или по перемещению? как вы это поняли?

*Вопросы к лабораторной работе 3.*

1) Каково назначение распределителя с пропорциональным управлением?
2) что такое перекрытие золотника и какое оно бывает?
3) Какой формы бывают управляющие кромки золотника?
4) Какие ЭМ используются в распределителях прямого действия и почему?
5) Какое перекрытие золотника у исследованного распределителя?
6) Какая форма управляющих кромок золотника у исследованного распределителя?

*Вопросы к лабораторной работе 4.*

1) Объясните принцип работы пропорционального регулятора расхода.

2) В каких случаях целесообразно применение 3х-линейного регулятора расхода, а не 2х-линейного?

3) При отсутствии сигнала на катушке электромагнита трехлинейного регулятора расхода, каков уровень расхода в линии В? А в линии Т?

4) Как зависит расход на выходе регулятора от величины управляющего сигнала?

5) Объясните почему характеристика регулятора расхода имеет именно такую (при нарастании давления, расход не изменяется пока давление не достигнет определенного уровня).

6) Для чего в схеме используется дроссель?

*Вопросы к лабораторной работе 5.*

1) Каково назначение пропорционального редукционного клапана?
2) Как зависит давление настройки от величины управляющего сигнала?

3) Как зависит давление на входе в редукционный клапан от величины управляющего сигнала?

4) Объясните как работает пневматическая схема в данной работе.

5) Объясните смысл характеристики клапана в отрицательных значениях расхода

*Вопросы к лабораторной работе 6.*

1) Объясните принцип работы гидравлической схемы лабораторной работы.

2) В данной схеме реализовано дросселирование в линии слива или линии нагнетания?

3) Какова функция пропорционального распределителя в данной схеме?

4) Какой из двух цилиндров является нагрузкой?

5) Что такое механическая характеристика привода?

*Вопросы к лабораторной работе 7.*

1) Объясните принцип работы релйено-контактной схемы в данной работе;

2) Объясните принцип работы гидравлической схемы в данной работе;

3) Как реализуется ступенчатое регулирование скорости в данной работе?

4) Как реализуется реверс исполнительного механизма?

5) Объясните разницу в КПД при прямом и обратном движении штока

*Вопросы к лабораторной работе 8.*

1) Каково назначение регулятора расхода в данной схеме?

2) Возможно ли заменить пропорциональный регулятор расхода на пропорциональный распределитель? Почему?

3) Объясните форму механической характеристики приводы

4) Как изменится механическая характеристика, если увеличить/уменьшить величину управляющего сигнала на катушку ЭМ регулятора расхода

## Типовое задание на расчетно-графическую работу

Исходные данные:

Гидравлический привод возвратно-поступательного действия с дроссельным регулированием с помощью пропорционального гидравлического распределителя; Насосная станция с насосом постоянной производительности, КПД 100%; Максимальное давление питания насосной станции 20 МПа;

Начало регулирования предохранительного клапана 18 МПа; Максимальное усилие привода 100 кН;

Диапазон регулирования скорости от не более 0,01 м/с до не менее 0,3 м/с; Контрольная рабочая точка: усилие 60 кН, скорость не менее 0,17 м/с;

Трение в гидроцилиндре не более 10% от максимально развиваемого усилия

1. Определить параметры исполнительного гидроцилиндра

2. Определить требуемую механическую характеристику привода

3. Определить требуемую пропускную способность пропорционального гидрораспределителя и выбрать выпускаемый серийно гидрораспределитель.

4. Определить требуемый расход насосной станции

5. Построить полученную механическую характеристику привода

### 7.3.2 Промежуточная аттестация

**Вопросы к экзамену**

**ПК-5. Способен выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств мехатронных систем в соответствии с техническим заданием, в том числе с использованием средств автоматизации проектирования.**

1. Что представляет собой гидравлическое сопротивление? Привести примеры
2. Что представляет собой гидравлический дроссель? каково назначение дросселя в системе? Приведите классификацию дросселей
3. Изобразите механическую характеристику гидропривода с дроссельным регулирование с последовательной установкой дросселя
4. Изобразите механическую характеристику гидропривода с дроссельным регулирование с параллельной установкой дросселя
5. Эффект Диттера
6. Пропорциональные электромагниты, управляемые по силе
7. Что представляет собой гидравлический дроссель? каково назначение дросселя в системе? Приведите классификация дросселей
8. Пропорциональные электромагниты, управляемые по перемещению
9. Характеристики пропорциональный распределителей
10. Перекрытие золотника распределителя и его влияние на характеристики распределителя
11. Формы управляющих кромок золотника
12. Типы золотников пропорциональных распределителей и их применение
13. Какое назначение имеют датчики перемещения непрерывного измерения положения (аналоговые)
14. Как минимизируется влияние зоны нечувствительности пропорционального распределителя?
15. Функция Ramp: назначение, реализация
16. Какое назначение имеют пропорциональные распределители в гидравлических системах
17. Широтно-импульсная модуляция
18. Поясните принцип действия регулируемого дросселирующего гидрораспределителя типа сопло-заслонка
19. Поясните принцип действия датчика перемещения резистивного типа
20. Поясните принцип действия датчика давления
21. Поясните принцип действия датчика положения индуктивного типа
22. Характеристики пропорциональных клапанов
23. Назначение пропорционального гидрораспределителя
24. Назначение пропорционального редукционного клапана
25. Назначение пропорционального предохранительного клапана
26. Преимущества применения пропорциональной аппаратуры в гидроприводе
27. Независимое от нагрузки управление скоростью при помощи пропорционального распределителя
28. Регенерирующая (дифференциальная) схема включения гидроцилиндра: назначение, принцип работы, реализация