

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 13.04.03 Энергетическое машиностроение

Наименование образовательной программы: Исследование и проектирование автоматизированных гидравлических и пневматических систем, машин и агрегатов

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ГИДРОПРИВОД И ГИДРОПНЕВМОАВТОМАТИКА В СИСТЕМАХ
УПРАВЛЕНИЯ

| | |
|---|--|
| Блок: | Блок 1 «Дисциплины (модули)» |
| Часть образовательной программы: | Часть, формируемая участниками образовательных отношений |
| № дисциплины по учебному плану: | Б1.Ч.04 |
| Трудоемкость в зачетных единицах: | 1 семестр - 6; |
| Часов (всего) по учебному плану: | 216 часов |
| Лекции | 1 семестр - 32 часа; |
| Практические занятия | не предусмотрено учебным планом |
| Лабораторные работы | 1 семестр - 16 часов; |
| Консультации | 1 семестр - 34 часа; |
| Самостоятельная работа | 1 семестр - 129,2 часа; |
| в том числе на КП/КР | 1 семестр - 17,7 часов; |
| Иная контактная работа | 1 семестр - 4 часа; |
| включая: Тестирование Лабораторная работа | |
| Промежуточная аттестация: | |
| Защита курсового проекта | 1 семестр - 0,3 часа; |
| Экзамен | 1 семестр - 0,5 часа; |
| | всего - 0,8 часа |

Москва 2023

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

| | | |
|--|--|--------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Черкасских С.Н. |
| | Идентификатор | R30c6e4c7-CherkassikhSN-c32255 |

(подпись)

С.Н. Черкасских

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

(должность, ученая степень, ученое
звание)

| | | |
|--|--|-------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Орахелашвили Б.М. |
| | Идентификатор | Rd5ae6c88-OrakelashvBM-6133e8 |

(подпись)

Б.М.

Орахелашвили

(расшифровка подписи)

Заведующий
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое
звание)

| | | |
|--|--|-----------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Волков А.В. |
| | Идентификатор | R369593e9-VolkovAV-775a725f |

(подпись)

А.В. Волков

(расшифровка подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: состоит в формировании знаний и умений в области автоматизированного гидравлического привода и систем гидропневмоавтоматики, предназначенных для использования в системах управления рабочими органами машин и установок широкого круга назначения

Задачи дисциплины

- изучение устройства, принципа действия гидравлического и электрогидравлического следящих гидроприводов, способов и средств регулирования их выходных параметров, особенностей статических характеристик и областей применения;
- освоение методики проектирования автоматизированных гидравлических приводов на заданные показатели работоспособности и качества;
- освоение выбора рациональной схемы построения электрогидравлических усилителей мощности и системы регулирования в целом по совокупности показателей работоспособности и качества;
- приобретение навыков выбора экономичных источников энергопитания автоматизированных гидроприводов;
- изучение пневматических систем автоматического регулирования;
- изучение элементной базы, особенностей характеристик и областей применения устройств гибридной технологии - «пропорциональная гидравлика».

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Запланированные результаты обучения |
|---|--|---|
| ПК-3 Способность использовать знание теоретических основ рабочих процессов в энергетических машинах, аппаратах и установках при проектировании объектов профессиональной деятельности | ИД-1ПК-3 Использует теоретические основы рабочих процессов в энергетических машинах, аппаратах и установках при проектировании объектов профессиональной деятельности повышенной эффективности | <p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none">- принцип действия, особенности рабочих процессов и типовые характеристики гидро- и пневмоприводов;- элементную базу и типовые структуры электрогидравлических приводов;- особенности использования пропорциональной гидравлики в составе электрогидравлических приводов;- конструктивные особенности и модели золотниковых дросселирующих распределителей. <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none">- выбирать рациональную схему построения гидравлических и пневматических следящих приводов по совокупности показателей работоспособности и качества. |

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Исследование и проектирование автоматизированных гидравлических и пневматических систем,

машин и агрегатов (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.03 Энергетическое машиностроение, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать существующую элементную базу гидроаппаратуры
- уметь рассчитывать основные характеристики гидросистем

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

| № п/п | Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации | Всего часов на раздел | Семестр | Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы | | | | | | | | | | Содержание самостоятельной работы/ методические указания |
|-------|--|-----------------------|---------|--|-----|----|--------------|---|-----|----|----|-------------------|-----------------------------------|---|
| | | | | Контактная работа | | | | | | | СР | | | |
| | | | | Лек | Лаб | Пр | Консультация | | ИКР | | ПА | Работа в семестре | Подготовка к аттестации /контроль | |
| КПР | ГК | ИККП | ТК | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 1 | Гидравлические следящие приводы | 18 | 1 | 8 | - | - | - | - | - | - | - | 10 | - | <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Гидравлические следящие приводы"</p> <p><u>Подготовка курсового проекта:</u> Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное решение. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. В задание входит расчет следующих показателей:</p> <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Гидравлические следящие приводы" материалу.</p> <p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Гидравлические следящие приводы"</p> <p><u>Изучение материалов литературных</u></p> |
| 1.1 | Гидравлические следящие приводы | 18 | | 8 | - | - | - | - | - | - | - | - | 10 | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|--|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | | <u>источников:</u> [1], с.386-396 [2], с.402-409 [4], с.22-24 [6], с.1-24 [7], р.1 |
| 2 | Золотниковые дросселирующие распределители | 16 | 6 | - | - | - | - | - | - | - | - | 10 | - | <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Золотниковые дросселирующие распределители" |
| 2.1 | Золотниковые дросселирующие распределители | 16 | 6 | - | - | - | - | - | - | - | - | 10 | - | <u>Подготовка курсового проекта:</u> Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное решение. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. В задание входит расчет следующих показателей: <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Золотниковые дросселирующие распределители" материалу. <u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Золотниковые дросселирующие распределители" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], с.323-341 |
| 3 | Электрогидравлическ | 20 | 6 | 4 | - | - | - | - | - | - | - | 10 | - | <u>Подготовка к текущему контролю:</u> |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|---|----|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---|---|
| 3.1 | не следящие приводы Электрогидравлические следящие приводы | 20 | 6 | 4 | - | - | - | - | - | - | 10 | - | <p>Повторение материала по разделу "Электрогидравлические следящие приводы" <u>Подготовка курсового проекта:</u> Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное решение. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. В задание входит расчет следующих показателей: <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Электрогидравлические следящие приводы" материалу. <u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Электрогидравлические следящие приводы" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], с.365-371 [3], с.7-24 [4], с.25-27, 31-36</p> |
| 4 | Струйные гидроусилители | 14 | 4 | - | - | - | - | - | - | - | 10 | - | <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Струйные гидроусилители" |
| 4.1 | Струйные гидроусилители | 14 | 4 | - | - | - | - | - | - | - | 10 | - | <u>Подготовка курсового проекта:</u> Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|---------------------------------------|----|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---|--|---|
| | | | | | | | | | | | | | | <p>решение. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. В задание входит расчет следующих показателей:</p> <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Струйные гидроусилители" материалу.</p> <p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Струйные гидроусилители"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], с.24-32, 45-61</p> |
| 5 | Электрогидравлические шаговые приводы | 12 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | 10 | - | <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Электрогидравлические шаговые приводы"</p> | |
| 5.1 | Электрогидравлические шаговые приводы | 12 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | 10 | - | <p><u>Подготовка курсового проекта:</u> Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное решение. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. В задание входит расчет следующих показателей:</p> <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов</p> | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----------------------------|----|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---|--|---|
| | | | | | | | | | | | | | | <p>обработки результатов по изученному в разделе "Электрогидравлические шаговые приводы" материалу.</p> <p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Электрогидравлические шаговые приводы"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], с.371-376</p> |
| 6 | Пропорциональная гидравлика | 18 | 2 | 6 | - | - | - | - | - | - | 10 | - | <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Пропорциональная гидравлика"</p> | |
| 6.1 | Пропорциональная гидравлика | 18 | 2 | 6 | - | - | - | - | - | - | 10 | - | <p><u>Подготовка курсового проекта:</u> Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное решение. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. В задание входит расчет следующих показателей:</p> <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Пропорциональная гидравлика" материалу.</p> <p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу</p> | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|--|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | | "Пропорциональная гидравлика" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], с.341-365 [4], с.3-18 |
| 7 | Источники энергопитания гидроприводов | 12 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | 10 | - | <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Источники энергопитания гидроприводов" |
| 7.1 | Источники энергопитания гидроприводов | 12 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | 10 | - | <u>Подготовка курсового проекта:</u> Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное решение. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. В задание входит расчет следующих показателей: <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Источники энергопитания гидроприводов" материалу. <u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Источники энергопитания гидроприводов" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], с.516-522 [4], с.19-21 |
| 8 | Пневматические системы автоматического | 16 | 2 | 6 | - | - | - | - | - | - | - | 8 | - | <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Пневматические системы автоматического |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|--|-------|----|----|---|----|---|---|---|-----|------|-------|--|
| 8.1 | регулирования Пневматические системы автоматического регулирования | 16 | 2 | 6 | - | - | - | - | - | - | 8 | - | регулирования" <u>Подготовка курсового проекта:</u> Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное решение. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. В задание входит расчет следующих показателей: <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Пневматические системы автоматического регулирования" материалу. <u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Пневматические системы автоматического регулирования" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [5], с.23-47, 127-154 |
| | Экзамен | 36.0 | - | - | - | - | 2 | - | - | 0.5 | - | 33.5 | |
| | Курсовой проект (КП) | 54.0 | - | - | - | 32 | - | 4 | - | 0.3 | 17.7 | - | |
| | Всего за семестр | 216.0 | 32 | 16 | - | 32 | 2 | 4 | - | 0.8 | 95.7 | 33.5 | |
| | Итого за семестр | 216.0 | 32 | 16 | - | 34 | | 4 | | 0.8 | | 129.2 | |

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Гидравлические следящие приводы

1.1. Гидравлические следящие приводы

Гидропривод как современное техническое средство автоматизации. Функциональная структура системы управления (СУ). Гидропривод (ГП) как исполнительная подсистема СУ. Укрупненное структурное представление ГП. Понятие управляющей, энергетической и исполнительной подсистем ГП. Показатели работоспособности (ПР) и качества (ПК). Взаимосвязь и подчиненность ПР и ПК отдельных подсистем в целом. Сравнительный анализ гидравлического, пневматического и электрического привода. Классификация регулируемых ГП по задаче управления. Обобщенная структура гидравлического следящего привода (ГСП). Технические подсистемы ГСП. ГСП с четырех-, двух- и одноцелевыми дросселирующими распределителями. Принцип действия. Математические модели. Образование ошибки регулирования и зоны нечувствительности. Скоростная и нагрузочная составляющая ошибки регулирования. Влияние подводимого давления, рабочей площади гидроцилиндра, длины рабочей щели золотника, числа рабочих щелей и величины начального открытия рабочих щелей золотника на точность и чувствительность ГСП. Статические характеристики ГСП: нагрузочная, регулировочные по расходу и перепаду давления в полостях гидродвигателя. Области применения и примеры схем ГСП в системах управления. Методика расчета параметров ГСП при заданных допустимых значениях ошибки регулирования и зоны нечувствительности в установившемся режиме работы привода.

2. Золотниковые дросселирующие распределители

2.1. Золотниковые дросселирующие распределители

Дросселирующие золотниковые распределители. Классификация. Основные конструктивные схемы цилиндрических и плоских золотниковых распределителей. Геометрия рабочих щелей. Требования, предъявляемые к точности изготовления дросселирующих распределителей. Течение жидкости через рабочие щели. Экспериментальные и теоретические регулировочные характеристики по расходу. Аппроксимирующие характеристики. Расходно-перепадная характеристика и способы ее линеаризации. КПД дросселирующего распределителя. Силы, действующие на золотники распределителей: силы контактного и вязкого трения, облитерационные усилия и гидравлические. Механизм образования радиальной гидравлической силы, ее вредное влияние и способы уменьшения. Осевая составляющая гидродинамической силы. Механизм образования, методы учета и способы компенсации. Расчет конструктивных параметров цилиндрических золотниковых дросселирующих распределителей.

3. Электрогидравлические следящие приводы

3.1. Электрогидравлические следящие приводы

Электрогидравлические следящие приводы с дроссельным регулированием. Структурная схема. Основные особенности и области применения. Классификация электрогидравлических усилителей (ЭГУ). Однокаскадные и двухкаскадные ЭГУ. Двухкаскадные ЭГУ с синхронизирующими пружинами, гидравлической, механической и электрической обратными связями (устройство, принцип действия, математические модели и особенности характеристик). Использование обратных связей для улучшения динамических характеристик. Применение трехкаскадных ЭГУ. Расчет электрогидравлических усилителей следящих приводов. Повышение эффективности гидроприводов с дроссельным регулированием. Электрогидравлические следящие приводы с машинным регулированием.

Структурные схемы. Выбор системы подпитки гидропривода с замкнутой циркуляцией рабочей жидкости. Линейные математические модели. Диапазон регулирования скорости в гидроприводах при изменении рабочих объемов насосов и гидромоторов. Области применения.

4. Струйные гидроусилители

4.1. Струйные гидроусилители

Гидроусилители первого каскада ЭГУ. Предъявляемые к ним требования. Преимущества струйных усилителей. Принципиальные схемы усилителей с соплом-заслонкой. Характер течения рабочей жидкости. Определение силового воздействия струи на заслонку. Выбор основных конструктивных размеров гидроусилителей. Регулировочные характеристики по расходу и перепаду давления. Обобщенные статические характеристики. Линеаризация расходно-перепадной характеристики. Потери энергии и КПД усилителей с соплом-заслонкой. Расчет силы, действующей на заслонку. Гидроусилители со струйной трубкой. Характер течения жидкости и выбор основных конструктивных размеров. Статические характеристики. Вибрация струйной трубки и способы ее уменьшения. Струйные усилители с механическим отклонением струи. Особенности полнопоточных струйно-дроссельных распределителей.

5. Электрогидравлические шаговые приводы

5.1. Электрогидравлические шаговые приводы

Назначение электрогидравлических шаговых приводов (ЭГШП). Структурная схема, устройство и принцип действия ротационного ЭГШП. Угловая дискрета привода. Преимущества, недостатки и области применения. Выбор передаточного отношения редуктора. Точность и наибольшая скорость перемещения выходного звена привода. Линейные электрогидравлические шаговые приводы. Способы реализации внутренней обратной связи. Электронный способ деления дискреты шагового двигателя. Управление ЭГШП от свободно программируемых контроллеров. Номенклатура ЭГШП.

6. Пропорциональная гидравлика

6.1. Пропорциональная гидравлика

Гидроприводы с пропорциональным электрическим управлением – гибридная технология, объединяющая гидравлический способ передачи энергии и электронное управление. Назначение. Техничко-экономические показатели. Основные компоненты. Пропорциональные электромагниты. Требования к статической характеристике. Применение обратной связи по положению якоря электромагнита для повышения точности отработки входных сигналов. Электронные блоки управления и их функциональное назначение. Порядок прохождения сигналов управления. Применение широтно- импульсной модуляции входного сигнала. Гидравлические аппараты с пропорциональным электрическим управлением. Конструктивные схемы, принцип действия, математические модели, статические характеристики, показатели качества предохранительного клапана, двухлинейного регулятора расхода и пропорционального распределителя. Особенности пропорциональных распределителей в сравнении с дросселирующими(серво) распределителями. Устранение зоны нечувствительности из-за наличия перекрытий рабочих проходных сечений в исходных положениях золотников. Форма рабочих проходных сечений. Реализация плавных движений гидродвигателей с помощью настройки рамп сигналов управления. Пропорциональный распределитель с клапаном постоянной разности давлений на рабочих щелях. Реализация функции трёхлинейного регулятора расхода.

Примеры применения аппаратов с пропорциональным электрическим управлением. Использование свободно-программируемых контроллеров и персональных ЭВМ в управлении гидроприводами.

7. Источники энергопитания гидроприводов

7.1. Источники энергопитания гидроприводов

Источники подачи рабочей жидкости в ГП. Насосные установки (НУ) и станции. Функциональное назначение и требования, предъявляемые к ним. Гидравлические баки НУ: функциональные элементы, конструктивные особенности, расчет минимально необходимой вместимости гидробака. Тепловые условия работы гидроприводов. Применение воздушных, водяных и криогенных теплообменников. Тепловой расчет гидропривода. Расчет и выбор основных параметров теплообменников. Гидравлические аккумуляторы: функциональное назначение, конструктивные схемы, физические процессы, расчет основных параметров. Насосно-аккумуляторный гидропривод. Кондиционирование рабочей жидкости. Очистка рабочей жидкости. Основные виды фильтров и схемы их установки в НУ. Принципиальные схемы НУ: с одним или несколькими насосами постоянной подачи, с двумя насосами, соединенными разделительной панелью, с насосом, регулируемым по давлению, с электрогидравлическими механизмами управления подачей насоса, с регулированием подачи насосов за счет изменения частоты вращения приводного двигателя. Технико-экономическая эффективность применения различных видов НУ. Автоматическое регулирование подачи насосов в режиме постоянной мощности: принцип действия и структура регуляторов мощности прямого и непрямого действия, математическое описание и расчет регуляторов.

8. Пневматические системы автоматического регулирования

8.1. Пневматические системы автоматического регулирования

Структура пневматических приводов и особенности их работы. Производство и подготовка сжатого воздуха. Компрессоры. Устройства очистки и осушки сжатого воздуха. Ресиверы. Примеры реализации пневмоприводов цикловой автоматики.

3.3. Темы практических занятий

не предусмотрено

3.4. Темы лабораторных работ

1. Организация непрерывного цикла управления с отдельными запуском и остановом;
2. Управление пневматическим цилиндром двустороннего действия при выполнении цикла;
3. Гидропривод с автоматическим регулированием торможения гидродвигателя;
4. Испытание гидросистемы с автоматическим регулированием давления источника питания;
5. Статические характеристики гидравлического распределителя с пропорциональным управлением;
6. Испытание напорного клапана с пропорциональным управлением;
7. Прямое управление пневматическим цилиндром одностороннего действия.

3.5 Консультации

Индивидуальные консультации по курсовому проекту /работе (ИККП)

1. Консультации проводятся по разделу "Гидравлические следящие приводы"

2. Консультации проводятся по разделу "Золотниковые дросселирующие распределители"
3. Консультации проводятся по разделу "Электрогидравлические следящие приводы"
4. Консультации проводятся по разделу "Струйные гидроусилители"
5. Консультации проводятся по разделу "Электрогидравлические шаговые приводы"
6. Консультации проводятся по разделу "Пропорциональная гидравлика"
7. Консультации проводятся по разделу "Источники энергопитания гидроприводов"
8. Консультации проводятся по разделу "Пневматические системы автоматического регулирования"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ 1 Семестр

Курсовой проект (КП)

Темы:

- Гидропривод технологического оборудования (либо станка, робота, летательного аппарата, мобильной машины»

График выполнения курсового проекта

| Неделя | 1 - 4 | 5 - 8 | 9 - 12 | 13 - 16 | Зачетная |
|---|-------|-------|--------|---------------------|--------------------------|
| Раздел курсового проекта | 1, 2 | 3, 4 | 5 | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 | Защита курсового проекта |
| Объем раздела, % | 10 | 30 | 30 | 30 | - |
| Выполненный объем нарастающим итогом, % | 10 | 40 | 70 | 100 | - |

| Номер раздела | Раздел курсового проекта |
|---------------|--|
| 1 | Ознакомление с заданием на проект, с методическими указаниями, алгоритмом проектирования и исходными данными курсового проекта |
| 2 | Анализ требований надсистемы, размещения гидроприводов на объекте |
| 3 | Разработка принципиальной гидравлической схемы |
| 4 | Составление циклограммы работы гидропривода |
| 5 | Расчет основных параметров гидропривода и подбор гидрооборудования |
| 6 | Расчет базовых параметров одного из устройств гидропривода, выполнение необходимых прочностных расчетов |
| 7 | Разработка конструкции одного из устройств гидропривода |

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

| Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1) | Коды индикаторов | Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1) | | | | | | | | Оценочное средство (тип и наименование) | |
|---|----------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|--|--|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | | |
| Знать: | | | | | | | | | | | |
| конструктивные особенности и модели золотниковых дросселирующих распределителей | ИД-1 _{ПК-3} | | + | | | | | | | Тестирование/Золотниковые дросселирующие распределители Лабораторная работа/Испытания гидроприводов | |
| особенности использования пропорциональной гидравлики в составе электрогидравлических приводов | ИД-1 _{ПК-3} | | | | | | | + | | Тестирование/Пропорциональная гидравлика | |
| элементную базу и типовые структуры электрогидравлических приводов | ИД-1 _{ПК-3} | | | + | + | + | | | | Лабораторная работа/Испытания гидроприводов Тестирование/Электрогидравлические следящие приводы | |
| принцип действия, особенности рабочих процессов и типовые характеристики гидро- и пневмоприводов | ИД-1 _{ПК-3} | + | | | | | | | + | + | Тестирование/Гидравлические следящие приводы |
| Уметь: | | | | | | | | | | | |
| выбирать рациональную схему построения гидравлических и пневматических следящих приводов по совокупности показателей работоспособности и качества | ИД-1 _{ПК-3} | + | + | | + | + | + | + | | Тестирование/Золотниковые дросселирующие распределители Тестирование/Пропорциональная гидравлика Тестирование/Электрогидравлические следящие приводы | |

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

1 семестр

Форма реализации: Защита задания

1. Испытания гидроприводов (Лабораторная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Гидравлические следящие приводы (Тестирование)
2. Золотниковые дроселирующие распределители (Тестирование)
3. Пропорциональная гидравлика (Тестирование)
4. Электрогидравлические следящие приводы (Тестирование)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

Балльно-рейтинговая структура курсового проекта является приложением Б.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №1)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.

Курсовой проект (КП) (Семестр №1)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.

В диплом выставляется оценка за 1 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Свешников, В. К. Станочные гидроприводы : справочник / В. К. Свешников . – 5-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 2008 . – 640 с. – (Б-ка конструктора) . - ISBN 978-5-217-03438-3 .;
2. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы : учебник для вузов / Т. М. Башта, [и др.] . – 3-е изд., стер . – М. : Альянс, 2009 . – 423 с.;
3. Разинцев, В. И. Учебное пособие по курсу "Регулирование и динамика гидросистем": Электрогидравлические усилители мощности / В. И. Разинцев ; Ред. В. И. Голубев ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ) . – М . – М. : Изд-во МЭИ, 1981 . – 102 с.;
4. Голубев, В. И. Испытание аппаратуры и гидросистем с пропорциональным управлением. Лабораторный практикум : учебное пособие по курсу "Гидропривод и гидропневмоавтоматика в системах управления" по направлениям "Управление в технических системах", "Энергетическое машиностроение" / В. И. Голубев, П. В. Могильников, Р. Ф. Панферов, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2013 . – 48 с. - ISBN 978-5-7046-1417-3 .

http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=5671;

5. Наземцев, А. С. Гидравлические и пневматические системы. Ч.1. Пневматические приводы и средства автоматизации : учебное пособие по специальностям технического профиля / А. С. Наземцев . – М. : Форум, 2004 . – 240 с. - ISBN 5-8199-0143-6 .;

6. Голубев, В. И. Правила выполнения гидравлических и пневматических схем : Методическое пособие по курсам "Гидравлические и пневматические аппараты", "Гидропривод и средства автоматизации", по направлениям "Энергомашиностроение", "Технологические машины и оборудование", "Прикладная механика" / В. И. Голубев, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2004 . – 24 с.;

7. А. П. Новиков, И. Ю. Кондратенко- "Гидравлика, гидропривод и гидросистемы", Издательство: "Воронежская государственная лесотехническая академия", Воронеж, 2007 - (151 с.)

<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=142404>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
5. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
6. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
7. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
8. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Тип помещения | Номер аудитории, наименование | Оснащение |
|---|-----------------------------------|--|
| Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля | Ж-120, Машинный зал ИВЦ | сервер, кондиционер |
| Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП | Ж-120, Машинный зал ИВЦ | сервер, кондиционер |
| Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий | Ж-120, Машинный зал ИВЦ | сервер, кондиционер |
| Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации | Ж-120, Машинный зал ИВЦ | сервер, кондиционер |
| Помещения для самостоятельной | Г-205/2, Кабинет сотрудников каф. | кресло рабочее, стеллаж, стул, шкаф, шкаф для документов, стол письменный, |

| | | |
|--|-----------------------------|---|
| работы | "ГГМ" | компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, холодильник |
| Помещения для консультирования | Г-219/2, Преподавательская | кресло рабочее, стол преподавателя, стол, стул, шкаф, шкаф для документов, шкаф для одежды, шкаф для хранения инвентаря, компьютерная сеть с выходом в Интернет, колонки, многофункциональный центр, компьютер персональный, холодильник, кондиционер |
| | Г-208, Преподавательская | кресло рабочее, стол, стул, шкаф, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, компьютер персональный |
| Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря | Г-05, Мастерская каф. "ГГМ" | стеллаж для хранения инвентаря |

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Гидропривод и гидропневмоавтоматика в системах управления

(название дисциплины)

1 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Гидравлические следящие приводы (Тестирование)
- КМ-2 Золотниковые дросселирующие распределители (Тестирование)
- КМ-3 Электрогидравлические следящие приводы (Тестирование)
- КМ-4 Пропорциональная гидравлика (Тестирование)
- КМ-5 Испытания гидроприводов (Лабораторная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

| Номер раздела | Раздел дисциплины | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 | КМ-5 |
|---------------|--|------------|------|------|------|------|------|
| | | Неделя КМ: | 4 | 8 | 13 | 16 | 16 |
| 1 | Гидравлические следящие приводы | | | | | | |
| 1.1 | Гидравлические следящие приводы | | + | + | + | + | |
| 2 | Золотниковые дросселирующие распределители | | | | | | |
| 2.1 | Золотниковые дросселирующие распределители | | | + | + | + | + |
| 3 | Электрогидравлические следящие приводы | | | | | | |
| 3.1 | Электрогидравлические следящие приводы | | | | + | | + |
| 4 | Струйные гидроусилители | | | | | | |
| 4.1 | Струйные гидроусилители | | | + | + | + | + |
| 5 | Электрогидравлические шаговые приводы | | | | | | |
| 5.1 | Электрогидравлические шаговые приводы | | | + | + | + | + |
| 6 | Пропорциональная гидравлика | | | | | | |
| 6.1 | Пропорциональная гидравлика | | | + | + | + | |
| 7 | Источники энергопитания гидроприводов | | | | | | |
| 7.1 | Источники энергопитания гидроприводов | | + | + | + | + | |

| | | | | | | |
|------------|--|----|----|----|----|----|
| 8 | Пневматические системы автоматического регулирования | | | | | |
| 8.1 | Пневматические системы автоматического регулирования | + | | | | |
| Вес КМ, %: | | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |

**БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА
КУРСОВОГО ПРОЕКТА/РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Гидропривод и гидропневмоавтоматика в системах управления

(название дисциплины)

1 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовому проекту:

- КМ-1 Соблюдение графика выполнения КП
- КМ-2 Соблюдение графика выполнения КП
- КМ-3 Соблюдение графика выполнения КП
- КМ-4 Соблюдение графика выполнения КП и качество оформления КП

Вид промежуточной аттестации – защита КП.

| Номер раздела | Раздел курсового проекта/курсовой работы | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 |
|---------------|--|------------|------|------|------|------|
| | | Неделя КМ: | 4 | 8 | 12 | 16 |
| 1 | Ознакомление с заданием на проект, с методическими указаниями, алгоритмом проектирования и исходными данными курсового проекта | | + | | | + |
| 2 | Анализ требований надсистемы, размещения гидроприводов на объекте | | + | | | + |
| 3 | Разработка принципиальной гидравлической схемы | | | + | | + |
| 4 | Составление циклограммы работы гидропривода | | | + | | + |
| 5 | Расчет основных параметров гидропривода и подбор гидрооборудования | | | | + | + |
| 6 | Расчет базовых параметров одного из устройств гидропривода, выполнение необходимых прочностных расчетов | | | | | + |
| 7 | Разработка конструкции одного из устройств гидропривода | | | | | + |
| Вес КМ, %: | | | 10 | 30 | 30 | 30 |