МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И.
Носова»

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЭиАС
_____ В.Р. Храмшин

13.02.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ГИДРАВЛИКА И ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА АВТОМАТИКИ

Направление подготовки (специальность)
15.04.06 Мехатроника и робототехника

Направленность (профиль/специализация) программы
Искусственный интеллект в робототехнике

Уровень высшего образования - магистратура

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Автоматизированного электропривода и мехатроники
Курс	1
Семестр	2

Магнитогорск
2024 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 15.04.06 Мехатроника и робототехника (приказ Минобрнауки России от 14.08.2020 г. № 1023)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Автоматизированного электропривода и мехатроники
25.01.2024, протокол № 4

Зав. кафедрой _____ А.А. Николаев

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС
13.02.2024 г. протокол № 4

Председатель _____ В.Р. Храмшин

Рабочая программа составлена:
доцент кафедры АЭПиМ, канд. техн. наук _____ А.М. Филатов

Рецензент:
зам. начальника ЦЭТЛ ПАО "ММК" по электроприводу , канд. техн. наук _____ А.Ю. Юдин

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Автоматизированного электропривода и

Протокол от __ _____ 20__ г. № __
Зав. кафедрой _____ А.А. Николаев

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Автоматизированного электропривода и

Протокол от __ _____ 20__ г. № __
Зав. кафедрой _____ А.А. Николаев

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Гидравлика и гидравлические средства автоматики входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Гидравлика и гидравлические средства автоматики» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-4 Способен производить расчеты и проектирование отдельных устройств робототехнических систем с использованием современных теоретических и экспериментальных методов разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов в соответствии с техническим заданием	
ПК-4.1	Знает: основные законы кинематики и динамики твёрдого тела, основы теоретической механики и высшей математики; современные теоретические экспериментальные методы разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов в соответствии с техническим заданием; современные методы математического расчета отдельных устройств робототехнических систем; методы проведения экспериментальных исследований на математических моделях исследуемых объектов и процессов в соответствии с техническим заданием; принципы моделирования, классификацию способов представления моделей систем; достоинства и недостатки различных способов представления моделей систем; приемы, методы, способы формализации объектов, процессов, явлений и реализации их в виде цифровых математических моделей
ПК-4.2	Умеет: моделировать положение каждого узла робототехнической системы во времени, в зависимости от задания. Решать прямые и обратные задачи кинематики и динамики; производить расчеты и проектирование отдельных устройств робототехнических систем с использованием современных теоретических и экспериментальных методов разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов в соответствии с техническим заданием; применять современные методы математического расчета отдельных устройств робототехнических систем; применять методы экспериментальных исследований на математических моделях исследуемых объектов и процессов в соответствии с техническим заданием.; представить модель в математическом и алгоритмическом виде; оценить качество модели; применять программные средства для качественного и количественного анализа явлений и процессов с помощью компьютерного моделирования
ПК-4.3	Имеет практический опыт: подбора оборудования для робототехнических систем, в том числе приборов очувствления, на

	основании технического задания; применения современных методов математического расчетов отдельных устройств робототехнических систем; применения методов экспериментальных исследований на математических моделях исследуемых объектов и процессов в соответствии с техническим заданием; построения математических моделей по опытным данным; построения аналитических моделей; навыками компьютерного моделирования систем и процессов

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц 216 акад. часов, в том числе:

– контактная работа – 67,1 акад. часов:
– аудиторная – 64 акад. часов;
– внеаудиторная – 3,1 акад. часов;
– самостоятельная работа – 113,2 акад. часов;
– в форме практической подготовки – 0 акад. час;
– подготовка к экзамену – 35,7 акад. час

Форма аттестации - экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
Итого по дисциплине							экзамен	

5 Образовательные технологии

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся
Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации
Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)
а) Основная литература:

б) Дополнительная литература:

в) Методические указания:

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Приложение 1. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов осуществляется в виде чтения с проработкой материала и выполнения домашних заданий с консультациями преподавателя.

Тема дисциплины	Вид самостоятельной работы	Количество часов	Формы контроля
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	Проработка конспекта лекций и учебного пособия по тематике	8	Устный опрос по общим сведениям о гидравлических и пневматических системах с пропорциональным электроуправлением. Условные обозначения. Структурно-функциональное описание, проектирование. Параметры и характеристика САУ
Принцип действия и устройство пропорционального электромагнита. Элементы управления пропорциональным электромагнитом: потенциометр, электронный усилитель, сумматор, инвертор.	Проработка конспекта лекций и учебного пособия по тематике. Подготовка домашнего задания №1.	28	Проверка домашнего задания №1.
Принцип действия и устройство пропорциональных клапанов давления, пропорциональных гидрораспределителей, регуляторов расхода. Исполнения гидрорапределителей с пропорциональным управлением.	Проработка конспекта лекций и учебного пособия по тематике. Завершение домашнего задания №1.	22	Проверка домашнего задания №1.
Характеристики пропорциональной гидроаппаратуры. Приметры установок с пропорциональной гидроаппаратурой.	Проработка конспекта лекций и учебного пособия по тематике. Подготовка домашнего задания №2.	18	Проверка домашнего задания №2.
Принцип действия и	Проработка	18	Проверка домашнего

устройство сервоклапанов. Статические и динамические параметры. Расходная характеристика. Серводвигатель. Двухкаскадный электрогидравлический усилитель с различными обратными связями. Трехкаскадный сервоклапан. Примеры установок с сервоклапанами.	конспекта лекций и учебного пособия по тематике. Работа над домашним заданием №2.		задания №2.
Принцип действия и устройство пропорциональных пневматических клапанов. Управляющие элементы для пневматических клапанов. Принцип действия и устройство пропорциональных пневматических дросселей. Характеристики. Примеры установок с пропорциональной пневмоаппаратурой.	Проработка конспекта лекций и учебного пособия по тематике. №2. Завершение домашнего задания №2.	12	Проверка домашнего задания №2.
Динамические свойства пропорциональной аппаратуры. Порог срабатывания. Инверсный диапазон. Гистерезис. Влияние типа перекрытия золотника на расходную характеристику. Время срабатывания. Параметры входного и выходного сигналов.	Проработка конспекта лекций и учебного пособия по тематике.	7,2	
Итого по разделу		113,2	Экзамен

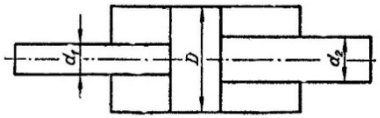
Приложение 2

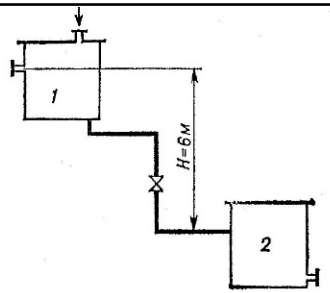
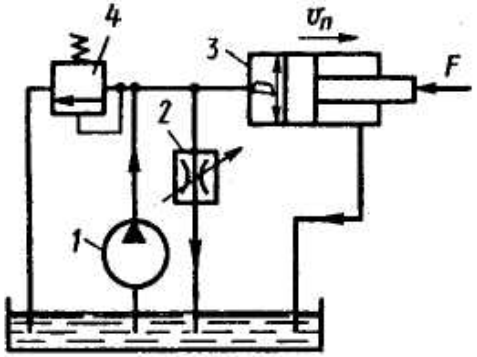
Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

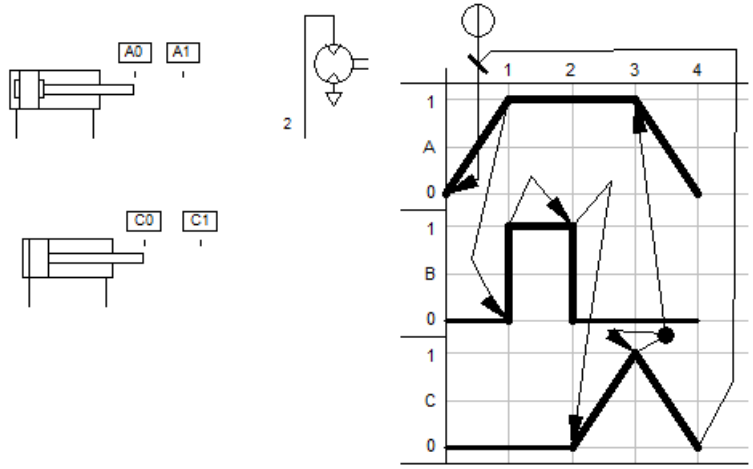
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ПК-1 способностью составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем, включая исполнительные, информационно-сенсорные и управляющие модули, с применением методов формальной логики, методов конечных автоматов, сетей Петри, методов искусственного интеллекта, нечеткой логики, генетических алгоритмов, искусственных нейронных и нейро-нечетких сетей		
Знать	– основные теоретически сведения о жидкостях и газах, законы гидравлики и пневматики – элементы и аппараты гидравлическихи пневматических систем приводов; – принципы построения принципиальных схем гидро и пневмоприводов, – методы построения систем управления гидро и пневмоприводами на электрорелейных элементах, а также на струйных элементах и на гибкопрограммируемых контроллерах; – математические модели мехатронных и	***Перечень теоретических вопросов к экзамену:*** 1. Свойства рабочих жидкостей. 2. Основные понятия и определения жидкости. 3. Плотность и удельный вес жидкости. 4. Сжимаемость жидкости. 5. Коэффициент объемного сжатия. 6. Коэффициент теплового расширения. 7. Модуль упругости жидкости. 8. Вязкость жидкости. 9. Коэффициент кинематической вязкости жидкости. 10. Кавитация жидкости, способы предотвращения. 11. Облитерация жидкости. 12. Гидростатика, основные понятия и определения. 13. Понятие гидростатического давления. 14. Единицы измерения гидростатического давления. 15. Свойства гидростатического давления. 16. Понятия гидростатического давления: абсолютное, атмосферное, избыточное и вакуум. 17. Дифференциальные уравнения Эйлера для равновесия жидкости.

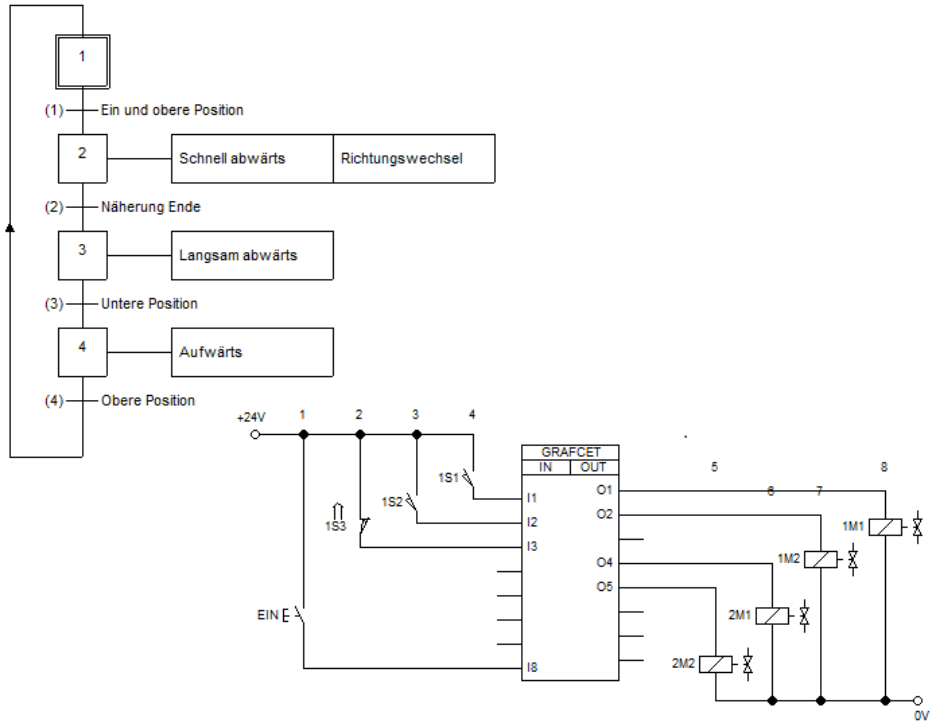
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	робототехнических систем, их подсистем	18. Основное уравнение гидростатики. 19. Закон Архимеда. 20. Закон Паскаля. 21. Механизм с использованием уравнения гидростатики, домкрат. и мультипликатор. 22. Механизм с использованием уравнения гидростатики, мультипликатор. 23. Измерение давления жидкости. 24. Равновесие жидкости в сообщающихся сосудах. 25. Сила давления жидкости на вертикальную стенку. 26. Сила давления жидкости на горизонтальную стенку. 27. Сила давления жидкости на наклонную стенку. 28. Определение толщины стенки. 29. Гидродинамика, основные определения. 30. Геометрия потоков жидкости. 31. Классификация потоков жидкости 32. Режимы движения жидкости. Число Рейнольдса. 33. Ламинарный режим движения жидкости и его закономерности. 34. Расход и средняя скорость потока при ламинарном режиме. 35. Турбулентный режим движения жидкости и его закономерности. 36. Закон неразрывности потока жидкости. 37. Закон сохранения энергии для потока жидкости. Уравнение Бернулли для потока идеальной жидкости. 38. Уравнение Бернулли для струйки идеальной жидкости. 39. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости. 40. Уравнение Бернулли для струйки реальной жидкости. 41. Применение основных уравнений движения потоков жидкости для измерения скоростей и расходов жидкости. 42. Гидростатический удар. Формула Жуковского Н.Е. для гидроудара. 43. Способы предотвращения гидравлического удара. 44. Потери напора (давления), определяемые длиной трубопровода, формула Дарси. 45. Определение местных потерь напора (давления) в трубопроводе, формула Вейсбаха.

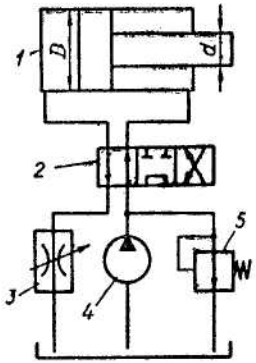
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		46. Определение потерь напора (давления) в трубопроводе, формула Дарси-Вейсбаха.
Уметь	– разрабатывать системы гидро и пневмоприводов технологических машин по заданной диаграмме перемещений в соответствии с конкретными условиями – анализировать их работу и находить неисправности	***Примерные практические задания для экзамена:*** 1. В двустороннем гидроцилиндре диаметр поршня D = 160 мм, диаметры штоков d_1=80мм и d_2 = 100 мм. При рабочем давлении p = 10 МПа, противодавлении в сливной полости $p_{пр}$ = 0,15 МПа и расходе масла рабочей полостью 0,1 л/с определить усилие и скорость, развиваемые штоком при движении вправо и влево. Принять механический КПД гидроцилиндра 0,96; объемный – 1.  2. Жидкость, имеющая плотность 1200 кг/м^3 и динамический коэффициент вязкости $2\cdot10^{-3}$ Па·с, из бака с постоянным уровнем 1 самотеком поступает в реактор 2. Определить, какое максимальное количество жидкости (при полностью открытом кране) может поступать из бака в реактор. Уровень жидкости в баке находится на 6 м выше ввода жидкости в реактор. Трубопровод выполнен из алюминиевых труб с внутренним диаметром 50 мм. Общая длина трубопровода, включая местные сопротивления, 16,4 м. На трубопроводе имеются три колена и кран. В баке и реакторе давление атмосферное.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		
Владеть	– методами построения гидравлических и пневматических приводов технологических машин; методами построения систем управления автоматическими линиями и промышленными роботами циклового, позиционного и контурного типов	***Примерные задания на решение задач из профессиональной области*** 1. На рисунке показана упрощенная схема объемного гидропривода поступательного движения с дроссельным регулированием скорости выходного звена (штока), где *1* - насос, *2* - регулируемый дроссель. Шток гидроцилиндра *3* нагружен силой F = 1200 Н; диаметр поршня D = 40 мм. Предохранительный клапан *4* закрыт. Определить давление на выходе из насоса и скорость $V_п$ при таком открытии дросселя, когда его площадью S_0 = 0,05 см^2 с коэффициентом = 0,5 л/с. Плотность жидкости ρ = 900 кг/м^3. ебречь. Построить гидравлическую схему, ировать работу ГС. 

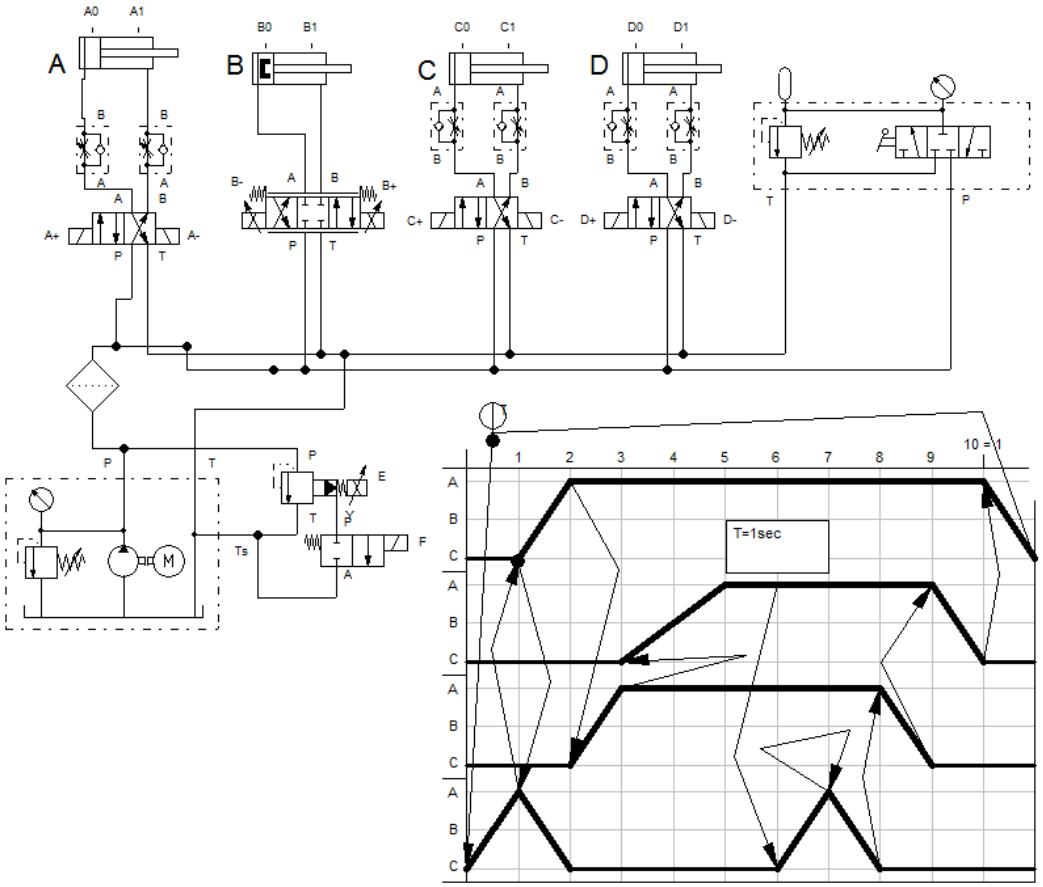
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ПК-3 способностью разрабатывать экспериментальные макеты управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и проводить их исследование с применением современных информационных технологий		
Знать	– принципы построения гидравлической и пневматической анимационных моделей и систем управления разного уровня сложности	***Перечень теоретических вопросов к экзамену:*** 47. Расчет общего сопротивления в простом трубопроводе. 48. Последовательное соединение простых трубопроводов. 49. Параллельное соединение простых трубопроводов. 50. Определение потерь давления в реальной гидросистеме. 51. Формула Торичелли. 52. Истечение жидкости через 53. Классификация гидроприводов. 54. Достоинства и недостатки гидропривода. 55. Условные обозначения в гидроприводах. 56. Структура гидропривода. 57. Схемы с объемным регулированием скорости жидкости. 58. Схемы с регулированием силы исполнительного органа; 59. Схемы с объемным регулированием скорости жидкости. 60. Насосы гидроприводов, условные обозначения. Типы 61. Гидродвигатели, условные обозначения. 62. Гидроцилиндры, условные обозначения. 63. Расчет основных параметров гидроцилиндра. 64. Гидрораспределители, условные обозначения. 65. Запорные клапаны, условные обозначения. 66. Клапаны давления, условные обозначения. 67. Предохранительные клапаны, условные обозначения. 68. Поточные клапаны, условные обозначения. 69. Дроссели, условные обозначения. 70. Гидроаккумуляторы, условные обозначения. 71. Фильтры, условные обозначения.
Уметь	- разрабатывать принципиальные схемы	***Примерные практические задания для экзамена:***

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	пневматических и гидравлических приводов робототехнических систем и производить симуляцию их работы на персональном компьютере	2. Подобрать необходимый диаметр цилиндрического насадка (μ=0,82) с таким расчетом, чтобы через него вытекало 77000 кг/ч нефти плотностью 865 кг/м^3. Напор H постоянный и равен 12 м 3. Разработать пневматическую схему привода для двух пневмоцилиндров и одного пневмомотора работающих по следующей диаграмме  «Перемещение-шаг». 4. По заданной программе на языке Grafcet построить соответствующую принципиальную пневматическую схему(пнвмоцилиндр одностороннего дейчствия).

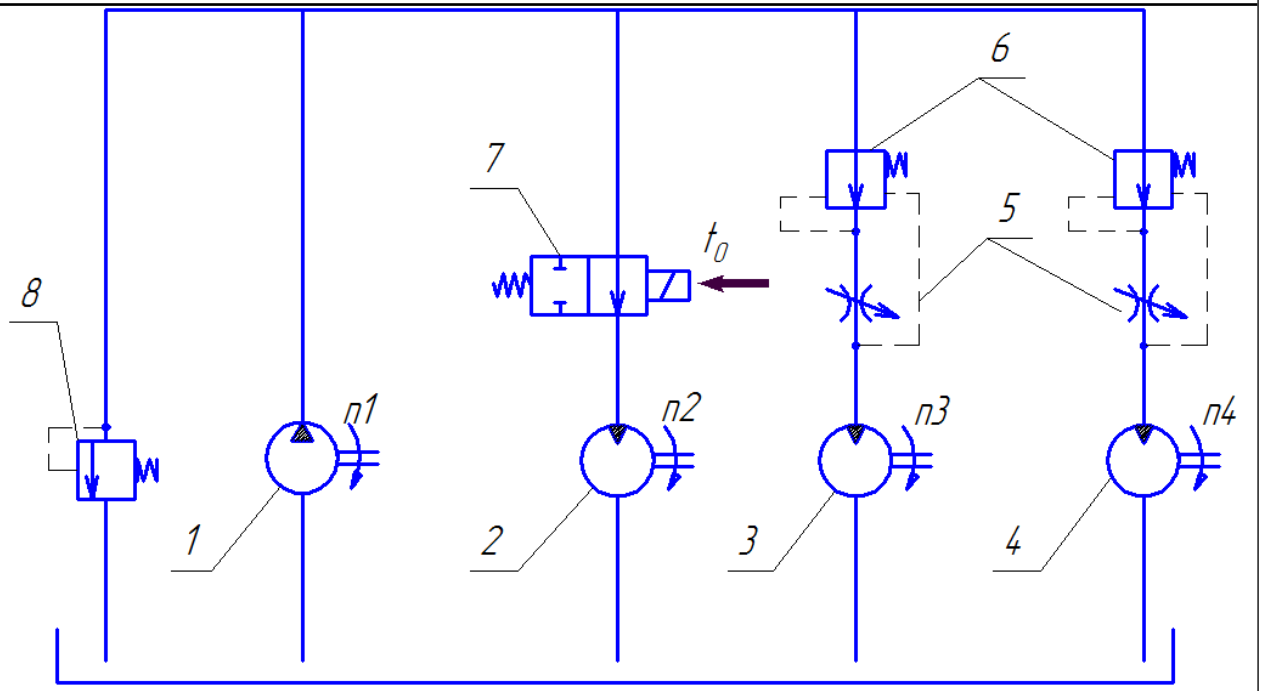
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		
Владеть	- навыками разработки экспериментальных моделей управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и проводить их исследование с применением современных	***Примерные задания на решение задач из профессиональной области*** 1. В объемном гидроприводе насос *4* развивает давление $p_н$ = 5 МПа и постоянную подачу $Q_н$ = 8 л/мин. Поршень диаметром D = 100 мм и шток диаметром d = 40 мм в гидроцилиндре *1* уплотняются резиновыми кольцами круглого сечения. Гидродроссель *3* настроен на пропуск расхода масла $Q_{др}$ = 8,4 л/мин. Пренебрегая утечкой масла в гидрораспределителе *2*, определить расход масла через гидроклапан *5* и потерю мощности из-за слива масла через этот клапан при

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	информационных технологий.	перемещении поршня влево. 
ПК-7 способностью внедрять на практике результаты исследований и разработок, выполненных индивидуально и в составе группы исполнителей, обеспечивать защиту прав на объекты интеллектуальной собственности		
Знать	– фундаментальные законы природы и основные физические законы в области гидромеханики, термодинамики, электричества; – принципиальные схемы систем гидроавтоматики, принципы построения и работы элементов систем, их характеристик, способы управления;	***Перечень теоретических вопросов к экзамену:*** 72. Приборы контроля гидропривода. Условные обозначения. 73. Гидравлическая схема применения дифференциального гидроцилиндра. 74. Гидропривод закрытой гидросистемы, основной контур. 75. Гидропривод открытой гидросистемы. 76. Логические элементы. 77. Реализация логических функций в гидро- и пневмосистемах. 78. Построение систем управления комбинационного типа. 79. Методы построение многотактных систем управления. 80. Статические характеристики исполнительных механизмов поступательного и вращательного действия: (механическая, скоростная). 81. Исполнительные механизмы с объемным регулированием скорости. 82. Исполнительные механизмы с дроссельным регулированием. 83. Пропорциональные клапаны, Принципы работы. 84. Компенсация нагрузки с помощью клапанов постоянной разности давлений. 85. Электроника управления для пропорциональных клапанов. 86. Критерии для определения параметров управления с помощью пропорциональных клапанов.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		87. Сервоклапаны. Принципы работы. 88. Аппаратная техника. 89. Контур регулирования. 90. Влияние динамических свойств сервоклапана на контур регулирования. 91. Фильтрация на гидравлических установках с сервоклапанами и пропорциональными клапанами. 92. Примеры выполненных установок с использованием пропорциональных клапанов. 93. Примеры выполненных установок с использованием сервоклапанов. 94. Эксплуатация пропорциональной техники.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
Уметь	– выполнять типовые расчеты систем, производить выбор основных элементов схем управления, определять нагрузки и режимы работы исполнительных гидравлических устройств машин и механизмов машиностроительного и металлургического производства	 Примерные задачи к экзамену: Разработать систему управления гидроприводом (4 гидроцилиндра) отрабатывающего заданную циклограмму.
Владеть	– навыками практического применения законов физики: различными гидравлическими	***Примерные задания на решение задач из профессиональной области*** ***Задача 1. Объемный гидропривод вспомогательных агрегатов состоит из насоса 1 с рабочим объемом V1=60 см3; трех гидромоторов 2, 3, 4, рабочие объемы которых соответственно равны V_2=Vз = 10 см^3; V_4 = 5 см^3; двух регуляторов расхода,***

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	явлениями и процессами, имеющими место в гидравлических машинах и автоматизированных пневматических и гидравлических системах машин; – способностью внедрять на практике результаты исследований и разработок, выполненных индивидуально и в составе группы исполнителей, обеспечивать защиту прав на объекты интеллектуальной собственности	***состоящих из дросселей 5 и редукционных клапанов 6, которые обеспечивают постоянный перепад давления на дросселях $\Delta p_{др}$ = 0,405 МПа; распределителя 7, включающего гидромотор вентилятора при превышении номинальной температуры двигателя и выключающего его при понижении температуры, переливного клапана 8. Определить угловые скорости гидромоторов, если частота вращения вала насоса n = 3000 об/мин; момент на валу гидромотора вентилятора M = 12 Н*м; максимальное давление в гидросистеме p_{max} = 9 МПа; давление начала работы переливного клапана pкл = 8 МПа; перепад давления на распределителе Δp_p = 0,2 МПа; коэффициенты расхода дросселей μ = 0,8; их проходные сечения $S_{др}$ = 0,15 см^2. Объемный и механические к. п. д. гидромашин в пределах рабочих давлений p = 8...9 МПа считать постоянными: $\eta_o = \eta_м$ = 0,9. Плотность рабочей жидкости ρ = 900 кг/м3. Сопротивлением трубопроводов пренебречь.*** ***Указание. Учесть, что постоянный перепад на дросселях поддерживается при условии, когда момент Mз<0,8 M_2, а M4<0,4 M_2.***

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Гидравлика и гидравлические средства автоматики» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме тестирования и экзамена.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме, включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

Методические рекомендации для подготовки к экзамену

Для подготовки к экзамену необходимо изучить темы лекций и темы для самостоятельного изучения с использованием основной, дополнительной литературы, методических указаний, а также интернет-ресурсов (п. 8).

Показатели и критерии оценивания экзамена:

– на оценку «отлично» (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку «хорошо» (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку «удовлетворительно» (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку «неудовлетворительно» (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку «неудовлетворительно» (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

Приложение 3

Методическое обеспечение

1. Точилкин В.В., Филатов А.М., Мацко Е.Ю. Гидропривод. Методические указания к лабораторным работам для студентов специальности 170900. Магнитогорск: МГТУ, 2001. 24 с.

2. Точилкин В.В., Филатов А.М., Мацко Е.Ю. Гидропривод и гидропневмоавтоматика подъмно-транспортных, строительных и дорожных машин. Методические указания к лабораторным работам для студентов специальности 170900. Магнитогорск: МГТУ, 2001. 33 с.

3. Практикум по электрогидроавтоматике: практикум / А. Д. Кольга [и др.] ; Магни-тогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2019. - 1 CD-ROM. - Загл. с титул. экрана. - URL : https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3930.pdf&show=dcatalogues/1/1530503/3930.pdf&view=true (дата обращения: 09.10.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

4. Пропорциональный гидропривод : лабораторный практикум / Е. Ю. Мацко, И. М. Кутлубаев, О. Р. Панфилова, И. Г. Усов ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3368.pdf&show=dcatalogues/1/1139178/3368.pdf&view=true (дата обращения: 09.10.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.