



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИГДиТ
С.Е. Гавришев

17.09.2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ГИДРАВЛИКА И ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА АВТОМАТИКИ

Направление подготовки (специальность)
15.04.06 МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА

Направленность (профиль/специализация) программы
Мехатронные системы в автоматизированном производстве

Уровень высшего образования - магистратура
Программа подготовки - академический магистратура

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт горного дела и транспорта
Кафедра	Горных машин и транспортно-технологических комплексов
Курс	1
Семестр	1

Магнитогорск
2019 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.06 МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 12.03.2015 г. № 206)

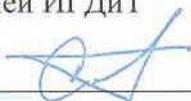
Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Горных машин и транспортно-технологических комплексов

27.12.2019, протокол № 6

Зав. кафедрой  А.Д. Кольга

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИГДиТ

25.02.2020 г. протокол № 7

Председатель  С.Е. Гавришев

Согласовано:

Зав. кафедрой Автоматизированного электропривода и мехатроник и

 А.А. Николаев

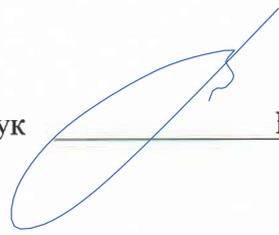
Рабочая программа составлена:

доцент кафедры ГМиТТК, канд. техн. наук

 М. Филатов

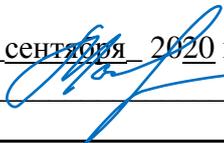
Рецензент:

Зав. лабораторией ООО "УралГеоПроект", канд. техн. наук

 И.В. Шишкин

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2020 - 2021 учебном году на заседании кафедры Горных машин и транспортно-технологических комплексов мехатроники

Протокол от 1 сентября 2020 г. № 1
Зав. кафедрой  А.М. Мажитов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры Автоматизированного электропривода и мехатроники

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.М. Мажитов

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины (модуля) «Гидравлика» являются:

- формирование и развитие способности к саморазвитию, самореализации, использованию творческого в области исследования физических свойств жидкости, законов ее равновесия и движения;
- формирование и развитие способности применять современные методы исследования физических свойств жидкости, оценивать и представлять результаты исследований;
- формирование и развитие способности использовать законы и методы математики при исследовании законов равновесия и движения жидкости;
- овладение достаточным уровнем общепрофессиональных и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Гидравлика и гидравлические средства автоматики входит в вариативную часть учебного плана образовательной программы.

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

Математика

Физика

Теоретическая механика

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Гидромеханика

Информационные системы в мехатронике и робототехнике

Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы

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:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
	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	<input type="checkbox"/> элементы и аппараты гидравлических и пневматических систем приводов; <input type="checkbox"/> принципы построения принципиальных схем гидро и пневмоприводов, <input type="checkbox"/> методы построения систем управления гидро и пневмоприводами на электрорелейных элементах, а также на струйных элементах и на гибкопрограммируемых контроллерах; <input type="checkbox"/> математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем

Уметь	<input type="checkbox"/> разрабатывать системы гидро и пневмоприводов технологических машин по заданной диаграмме перемещений в соответствии с конкретными условиями <input type="checkbox"/> анализировать их работу и находить неисправности
Владеть	<input type="checkbox"/> методами построения гидравлических и пневматических приводов технологических машин; <input type="checkbox"/> методами построения систем управления автоматическими линиями и промышленными роботами циклового, позиционного и контурного типов
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	<input type="checkbox"/> принципы построения гидравлической и пневматической анимационных моделей и систем управления разного уровня сложности
Уметь	<input type="checkbox"/> разрабатывать принципиальные схемы пневматических и гидравлических приводов робототехнических систем и производить симуляцию их работы на персональном компьютере
Владеть	<input type="checkbox"/> навыками разработки экспериментальных моделей управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и проводить их исследование с применением современных информационных технологий
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	<input type="checkbox"/> фундаментальные законы природы и основные физические законы в области гидромеханики, термодинамики, электричества; <input type="checkbox"/> принципиальные схемы систем гидроавтоматики, принципы построения и работы элементов систем, их характеристик, способы управления;
Уметь	<input type="checkbox"/> 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
Владеть	<input type="checkbox"/> навыками практического применения законов физики: различными гидравлическими явлениями и процессами, имеющими место в гидравлических машинах и автоматизированных пневматических и гидравлических системах машин; <input type="checkbox"/> способностью внедрять на практике результаты исследований и разработок, выполненных индивидуально и в составе группы исполнителей, обеспечивать защиту прав на объекты интеллектуальной собственности

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 академических часов, в том числе:

- контактная работа – 59 академических часов;
- аудиторная – 56 академических часов;
- внеаудиторная – 3 академических часов;
- самостоятельная работа – 49,3 академических часов;
- подготовка к экзамену – 35,7 академических часов

Форма аттестации - экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в академических часах)			Самостоятельная работа	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Гидростатика								
1.1 Основные физические свойства рабочих жидкостей и газов. Основные законы гидростатики.	1	1	1/1И	3/1И	2	Поиск дополнительной информации по заданной теме, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, работа с компьютерным	Входное тестирование. Опрос по контрольным вопросам. Сдача лабораторной работы	ПК-1, ПК-3, ПК-7
1.2 Законы взаимодействия жидкостей с твердыми телами. Простейшие гидро-машины в инженерной практике.		1	2/2И	3/1И	2	Поиск дополнительной информации по заданной теме, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, работа с компьютерным	Сдача лабораторных и практических работ. Тестирование.	ПК-1, ПК-3, ПК-7
Итого по разделу		2	3/3И	6/2И	4			
2. Гидродинамика								

2.1 Кинематические понятия гидродинамики. Законы движения жидкостей и газов.	1	1	1/1И	3/1И	2	Поиск дополнительной информации по заданной теме, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, работа с компьютерным	Сдача лабораторных и практических работ. Тестирование.	ПК-1, ПК-3, ПК-7
2.2 Режимы движения жидкостей. Виды сопротивлений и потерь давления в элементах и системах гидроприводов		1	3/3И	4/2И	3	Поиск дополнительной информации по заданной теме, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, работа с компьютерным	Сдача лабораторных и практических работ. Тестирование.	ПК-1, ПК-3, ПК-7
итого по разделу		2	4/4И	7/3И	5			
3. Гидромашины								
3.1 Источники питания и исполнительные устройства – конструкции, параметры, классификация. Расчет параметров и выбор гидромашин по	1	1	1/1И	3/1И	6	Поиск дополнительной информации по заданной теме, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, работа с компьютерным	Сдача лабораторных и практических работ. Тестирование.	ПК-1, ПК-3, ПК-7
итого по разделу		1	1/1И	3/1И	6			
4. Гидроприводы								
4.1 Структура и классификация гидроприводов. Гидроаппаратура управления. Трубопроводы гидроприводов – расчет геометрических параметров труб,	1	1	1/1И	3/1И	5	Поиск дополнительной информации по заданной теме, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, работа с компьютерным	Сдача лабораторных и практических работ. Тестирование.	ПК-1, ПК-3, ПК-7

4.2 Методика расчета объемного гидропривода.		1	1/1И	2/1И	5	Поиск дополнительной информации по заданной теме , подготовка к лабораторным и практическим занятиям, работа с компьютерным	Сдача лабораторных и практических работ. Тестирование.	ПК-1, ПК-3, ПК-7	
4.3 Анализ работы гидроприводов – математическое моделирование, статические и энергетические характеристики гидроприводов		1	1	1/1И	6	Поиск дополнительной информации по заданной теме , подготовка к лабораторным и практическим занятиям, работа с компьютерным	Сдача лабораторных и практических работ. Тестирование.	ПК-1, ПК-3, ПК-7	
итого по разделу		3	3/2И	6/3И	16				
5. Гидроавтоматика									
5.1 Системы управления гидроприводами. Элементы гидроавтоматики		2	1	1/1И	7	Поиск дополнительной информации по заданной теме , подготовка к лабораторным и практическим занятиям, работа с компьютерным	Сдача лабораторных и практических работ. Тестирование.	ПК-1, ПК-3, ПК-7	
5.2 Синтез систем управления	1	2	1	2	5	Поиск дополнительной информации по заданной теме , подготовка к лабораторным и практическим занятиям, работа с компьютерным	Сдача лабораторных и практических работ. Тестирование.	ПК-1, ПК-3, ПК-7	
5.3 Пропорциональная гидроаппаратура. Следящий гидропривод.		2	1	3	6,3	Поиск дополнительной информации по заданной теме , подготовка к лабораторным и практическим занятиям, работа с компьютерным	Сдача лабораторных и практических работ. Тестирование.	ПК-1, ПК-3, ПК-7	
итого по разделу		6	3	6/1И	18,				

Итого за семестр	14	14/10 И	28/10 И	49, 3		экзамен	
Итого по дисциплине	14	14/10 И	28/10 И	49, 3		экзамен	ПК-1,ПК-3,ПК-7

5 Образовательные технологии

1. Традиционные образовательные технологии ориентируются на организацию образовательного процесса, предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к студенту (преимущественно на основе объяснительно-иллюстративных методов обучения). Учебная деятельность студента носит в таких условиях, как правило, репродуктивный характер.

Формы учебных занятий с использованием традиционных технологий:

Информационная лекция – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя).

Практическое занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.

Лабораторная работа – организация учебной работы с реальными материальными и информационными объектами, экспериментальная работа с аналоговыми моделями реальных объектов.

2. Технологии проблемного обучения – организация образовательного процесса, которая предполагает постановку проблемных вопросов, создание учебных проблемных ситуаций для стимулирования активной познавательной деятельности студентов.

Формы учебных занятий с использованием технологий проблемного обучения:

Проблемная лекция – изложение материала, предполагающее постановку проблемных и дискуссионных вопросов, освещение различных научных подходов, авторские комментарии, связанные с различными моделями интерпретации изучаемого материала.

Практическое занятие в форме практикума – организация учебной работы, направленная на решение комплексной учебно-познавательной задачи, требующей от студента применения как научно-теоретических знаний, так и практических навыков.

3. Интерактивные технологии – организация образовательного процесса, которая предполагает активное и нелинейное взаимодействие всех участников, достижение на этой основе лично значимого для них образовательного результата. Наряду со специализированными технологиями такого рода принцип интерактивности прослеживается в большинстве современных образовательных технологий. Интерактивность подразумевает субъект-субъектные отношения в ходе образовательного процесса и, как следствие, формирование саморазвивающейся информационно-ресурсной среды.

Формы учебных занятий с использованием специализированных интерактивных технологий:

Лекция «обратной связи» – лекция–провокация (изложение материала с заранее запланированными ошибками), лекция–беседа, лекция–дискуссия, лекция–прессконференция.

4. Информационно-коммуникационные образовательные технологии – организация образовательного процесса, основанная на применении специализированных программных сред и технических средств работы с информацией.

Формы учебных занятий с использованием информационно-коммуникационных технологий:

Лекция-визуализация – изложение содержания сопровождается презентацией (демонстрацией учебных материалов, представленных в различных знаковых системах, в т.ч. иллюстративных, графических, аудио- и видеоматериалов).

Лабораторное занятие в форме виртуальной визуализации процессов и явлений, происходящих в жидкости и деятельности с использованием специализированных программных сред.

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:

1. Моргунов, К. П. Гидравлика : учебник / К. П. Моргунов. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 288 с. — ISBN 978-5-8114-1735-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/51930> (дата обращения: 13.11.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) Дополнительная литература:

1. Марон, В. И. Гидравлика двухфазных потоков в трубопроводах : учебное пособие / В. И. Марон. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 256 с. — ISBN 978-5-8114-1235-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/3189> (дата обращения: 13.11.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Калекин, В. С. Гидравлика и теплотехника : учебное пособие для вузов / В. С. Калекин, С. Н. Михайлец. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 318 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11738-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/457000> (дата обращения: 13.11.2020).

в) Методические указания:

1. Мацко Е.Ю., Усов И.Г. Механика жидкости и газа: Методические указания к лабораторным работам по дисциплинам «Механика жидкости и газа», «Гидравлика» с использованием экспериментальной установки для студентов направлений 190100 и специальностей 190205. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2013. - 24с.

2. Мацко Е.Ю., Усов И.Г. Механика жидкости и газа: Методические указания к лабораторным работам по дисциплинам «Механика жидкости и газа», «Гидравлика» с использованием имитационных моделей для студентов направлений 190100 и специальностей 190205. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2013. – 40 с.

3. Кутлубаев, И. М. Гидравлика и гидропневмопривод : методические указания к контрольным работам по дисциплинам "Механика жидкости и газа", "Гидравлика", "Гидравлика и гидропневмопривод" / И. М. Кутлубаев, Е. Ю. Мацко, И. Г. Усов ; МГТУ, Кафедра горных машин и транспортно-технологических комплексов. - Магнитогорск : МГТУ, 2012. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=154>

1.pdf&show=dcatalogues/1/1124315/1541.pdf&view=true (дата обращения: 31.08.2019). - Макрообъект. - Текст : электронный.

4. Мацко, Е. Ю. Гидравлика и гидропневмопривод : лабораторный практикум / Е. Ю. Мацко, И. Г. Усов ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2014. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

- URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=1549.pdf&show=dcatalogues/1/1124731/1549.pdf&view=true> (дата обращения: 31.08.2019). - Макрообъект. - Текст : электронный.

5. Макаров А.Н., Кутлубаев И.М. , Мацко Е.Ю., Кудряшов А.А., Усов И.Г. Опытное подтверждение механика жидкости жидкостными приборами: Методические указания к лабораторным работам по дисциплинам «Механика жидкости и газа» для студентов специальностей 130400, 190109, 150201, 151001 всех форм обучения. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2013. - 22с.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Электронные плакаты по дисциплине "Гидравлика и гидропривод"	К-278-11 от 15.07.2011	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	https://dlib.eastview.com/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: http://window.edu.ru/
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

В соответствии с учебным планом по дисциплине предусмотрены следующие виды занятий: лекции, практические занятия, лабораторные занятия, самостоятельная работа, консультации, зачет, экзамен.

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа:

- мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.

Учебные аудитории для проведения занятий для проведения практических занятий:

- мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации;

- доска, мультимедийный проектор, экран.

Учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации

- мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации;

- доска, мультимедийный проектор, экран.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся:

- персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в интернет и с доступом в электронную образовательную среду университета.

Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования:

- стеллажи для хранения учебно-наглядных пособий и учебно-методической документации.

Учебные аудитории для проведения лабораторных работ:

Комплекс учебный «Гидравлические приводы и средства автоматизации»;

Комплекс учебный «Гидроавтоматика»;

Комплекс для отработки навыков проектирования;

Лаборатория учебная гидравлическая «Капелька».

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Примерные задачи по теме «Жидкость и ее физические свойства»:

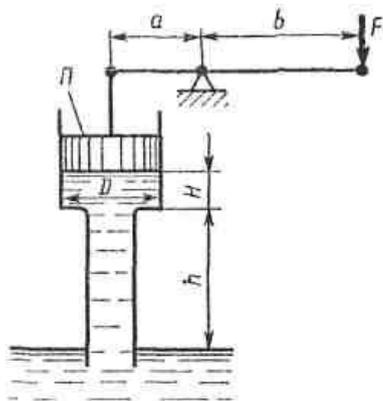
Задача 1.1. Канистра, заполненная бензином и не содержащая воздуха, нагрелась на солнце до температуры 50 °С. На сколько повысилось бы давление бензина внутри канистры, если бы она была абсолютно жесткой? Начальная температура бензина 20 °С. Модуль объемной упругости бензина принять равным $K = 1300$ МПа, коэффициент температурного расширения $\beta_t = 8 \cdot 10^{-4}$ 1/град.

Задача 1.2. Определить избыточное p_1 и абсолютное p_a давление на глубине $H=400$ мм под свободной поверхностью ртути, если барометрическое давление эквивалентно высоте $h=756$ мм рт. ст. Выразить также барометрическое давление в метрах столба воды.

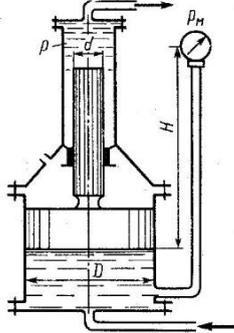
Задача 1.3. Известно, что зависимость динамического коэффициента вязкости μ от абсолютной температуры T может быть выражена формулой вида $\mu = B \exp(b/T)$, где B и b – некоторые постоянные для данной жидкости величины, не зависящие от температуры. Найти эти постоянные для машинного масла, если известно, что при температуре $t_1 = 14$ °С $\mu_1 = 21,8$ пуаза, а при $t_2 = 30$ °С $\mu_2 = 6,02$ пуаза. Определить также динамическую вязкость масла μ_3 при $t_3 = 20$ °С.

Примерные задачи по теме «Гидростатика»:

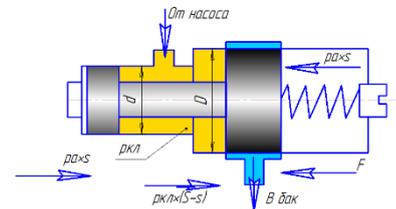
Задача 1. Определить силу F , необходимую для удержания в равновесии поршня П, если труба под поршнем заполнена водой, а размеры трубы: $D = 100$ мм, $H = 0,5$ м, $h = 4$ м. Длины рычага: $a = 0,2$ м и $b = 1,0$ м. Собственным весом поршня пренебречь.



Задача 2. Определить давление p в верхнем цилиндре гидропреобразователя (мультипликатора), если показание манометра, присоединенного к нижнему цилиндру, равно $p_m = 0,48$ МПа. Поршни перемещаются вверх, причем сила трения составляет 10% от силы давления жидкости на нижний поршень. Вес поршней $G = 4$ кН. Диаметры поршней: $D = 400$ мм, $d = 100$ мм; высота $H = 2,5$ м; плотность масла $\rho = 900$ кг/м³.

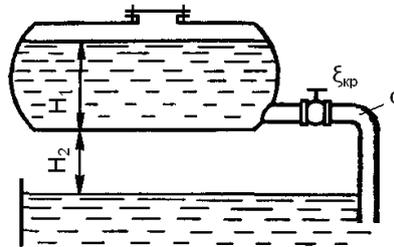
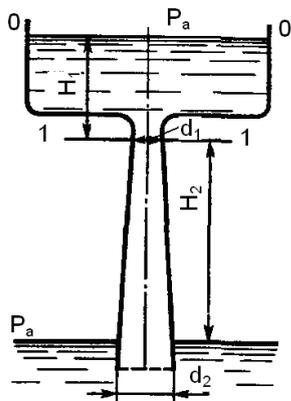


Задача 3. Определить величину предварительного поджатия пружины дифференциального предохранительного клапана (мм), обеспечивающую начало открытия клапана при $p_n = 0,8$ МПа. Диаметры клапана: $D = 24$ мм, $d = 18$ мм; жесткость пружины $c = 6$ Н/мм. Давление справа от большого и слева от малого поршней — атмосферное.



Примерные задачи по теме «Гидродинамика»:

Задача 1. Вода перетекает из напорного бака, где избыточное давление воздуха $p = 0,3$ МПа, в открытый резервуар по короткой трубе диаметром $d = 50$ мм, на которой установлен кран. Чему должен быть равен коэффициент сопротивления крана для того, чтобы расход воды составлял $Q = 8,7$ л/с? Высоты уровней $H_1 = 1$ м и $H_2 = 3$ м. Учесть потерю напора на входе в трубу $\xi = 0,5$ и на выходе из трубы (внезапное расширение).

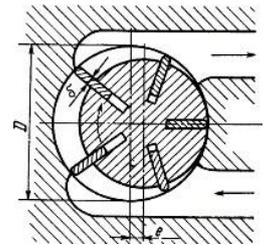


напора на входе в трубу $\xi = 0,5$ и на выходе из трубы (внезапное расширение).

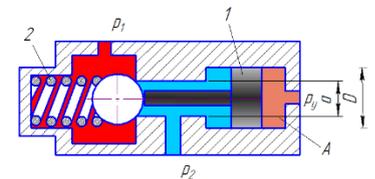
Задача 2. Масло всасывается насосом на высоту $h_{вс} = 0,5$ м по трубе диаметром 20 мм и длиной 1,2 м, которая имеет два резких изгиба. Насос развивает подачу 20 л/мин. Масло плотностью 900 кг/м^3 имеет кинематическую вязкость $\nu = 4 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}$. В баке давление воздуха – атмосферное. Определить, какой вакуум развивает насос. Принять для масляного фильтра коэффициенты местных сопротивлений $\zeta_{\text{ф}} = 6$, для входа во всасывающую полость насоса $\zeta_{\text{н}} = 2$ и для изгиба всасывающей трубы $\zeta_{\text{изг}} = 0,8$.

Примерные задачи по теме Гидромашины

Задача 1. Пластинчатый насос имеет следующие размеры: диаметр внутренней поверхности статора $D=100$ мм; эксцентриситет $e=10$ мм; толщина пластин $\delta = 3$ мм; ширина пластин $b = 40$ мм. Определить мощность, потребляемую насосом при частоте вращения $n = 1450$ об/мин и давлении на выходе из насоса $p = 5$ МПа. Механический к.п.д. принять равным $\eta_{\text{м}} = 0$.

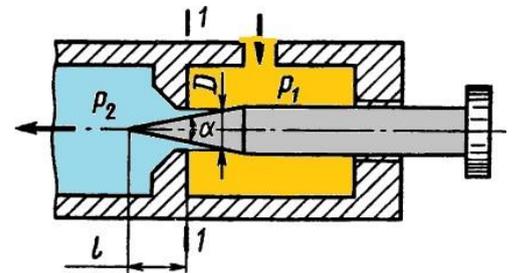


Задача 2. На рисунке представлена конструктивная схема гидрозамка, проходное сечение которого открывается при подаче в полость А управляющего потока жидкости с давлением $p_{\text{у}}$. Определить, при каком минимальном значении $p_{\text{у}}$ толкатель поршня 1 сможет открыть шариковый клапан, если известно:



предварительное усилие пружины $F = 50$ Н; $D = 25$ мм, $d = 15$ мм, $p_1 = 0,5$ МПа, $p_2 = 0,2$ МПа. Силами трения пренебречь.

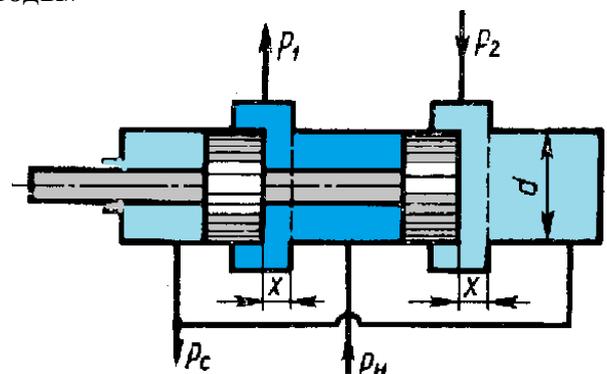
Задача 3. На рисунке изображена схема регулируемого игольчатого дросселя. Определить, на какое расстояние l необходимо вдвинуть иглу в дросселирующее отверстие для обеспечения перепада давления $\Delta p = p_1 - p_2 = 3$ МПа, если угол иглы $\alpha = 30^\circ$, диаметр дросселирующего отверстия $D = 6$ мм, его коэффициент расхода $\mu = 0,8$, расход жидкости $Q = 1,2$ л/с, плотность рабочей жидкости $\rho = 900 \text{ кг/м}^3$.



Указание. Площадь дросселирующего кольца определить по приближенной формуле $S = S_0 - S_{\text{н}}$, где S_0 — площадь отверстия, $S_{\text{н}}$ — площадь иглы в сечении 1—1.

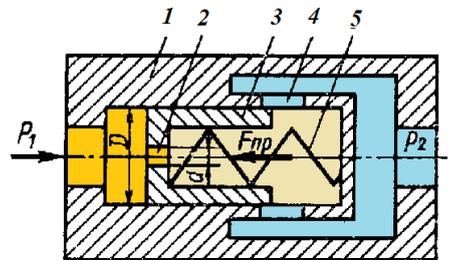
Примерные задачи по теме «Гидроприводы»

Задача 1. На рисунке представлена конструктивная схема регулятора расхода (клапан, обеспечивающий постоянство расхода). Он состоит из корпуса 1 с



дросселирующими отверстиями 4, подвижного плунжера 3 с дросселирующим отверстием 2 и пружины 5. Определить, при каком значении силы пружины $F_{пр}$ регулятор будет обеспечивать расход $Q = 5$ л/мин, если диаметры $D = 20$ мм, $d = 3$ мм; коэффициенты расхода дросселирующих отверстий $\mu = 0,8$, плотность рабочей жидкости $\rho = 900$ кг/м³. Считать, что в пределах рабочего хода плунжера сила пружины остается-постоянной.

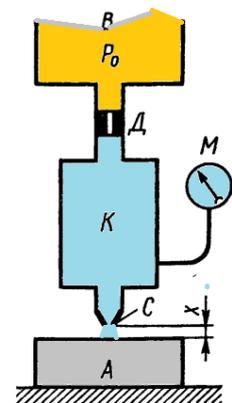
Задача 2. На рисунке представлена конструктивная схема регулятора расхода (клапан, обеспечивающий постоянство расхода). Он состоит из корпуса 1 с дросселирующими отверстиями 4, подвижного плунжера 3 с дросселирующим отверстием 2 и пружины 5. Определить, при каком значении силы пружины $F_{пр}$ регулятор будет обеспечивать расход $Q = 5$ л/мин, если диаметры $D = 20$ мм, $d = 3$ мм; коэффициенты расхода дросселирующих отверстий $\mu = 0,8$, плотность рабочей жидкости $\rho = 900$ кг/м³. Считать, что в пределах рабочего хода плунжера сила пружины остается-постоянной.



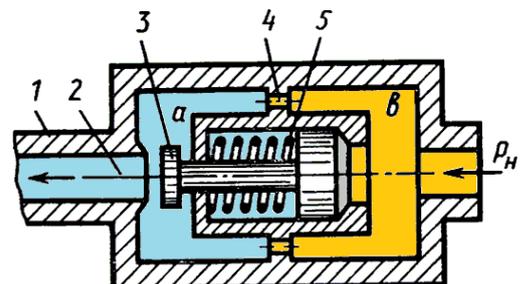
Задача 3. Жидкость с плотностью $\rho = 900$ кг/м³ и вязкостью $\nu = 0,01$ Ст нагнетается по горизонтальному трубопроводу длиной $l = 4$ м и диаметром $d = 25$ мм. Определить давление в начальном сечении, если в конечном сечении трубопровода давление атмосферное, расход жидкости $Q = 6$ л/с; шероховатость стенок трубопровода $\Delta = 0,06$ мм.

Примерные задачи по теме «Гидроавтоматика»

Задача 1. Воздух под избыточным давлением p_0 подается к пневмодатчику детали А. Проходя через пневмодроссель Д с проходным сечением (диаметром $d = 1$ мм), затем через зазор, образуемый срезом сопла С и поверхностью детали А, воздух поступает в атмосферу. Определить, при каком зазоре x показание манометра М будет равно $0,5p_0$, если диаметр среза сопла $d_2 = 1,5$ мм. Коэффициенты расхода через дроссель Д и зазор одинаковы. Считать воздух несжимаемым, его скорость в камерах В и К равна нулю.



Задача 2. На рисунке показан гидроаппарат, назначение которого заключается в том, что в случае разрушения трубопровода 1 клапан 3 перекрывает отверстие 2 и тем самым препятствует выбросу рабочей жидкости из гидросистемы. При нормальной работе перепад давления в полостях а и в, обусловленный сопротивлением отверстий 4,



недостаточен для сжатия пружины 5 и клапан 2 под действием силы предварительного поджатия пружины $F_0 = 200 \text{ Н}$ находится в крайнем правом положении. Определить минимальное значение расхода Q , при котором клапан 3 начнет перемещаться влево, если известно: $D = 20 \text{ мм}$; суммарная площадь отверстий 4 $S_0 = 0,5 \text{ см}^2$; коэффициент расхода отверстий $\mu = 0,62$; плотность жидкости $\rho = 900 \text{ кг/м}^3$.

Выразить в общем виде силу, с которой клапан 3 будет прижиматься к седлу в случае разрушения трубопровода 1, приняв: максимальный ход клапана x ; жесткость пружины s ; диаметр отверстия $2d$; давление на входе в гидроаппарат p_n

Примерное задание по лабораторной работе.

По исходным данным для двух гидросистем, показанных на рис. 1, определить скоростные и силовые параметры гидроцилиндра. Результаты ввести в таблицу. Объяснить полученные результаты.

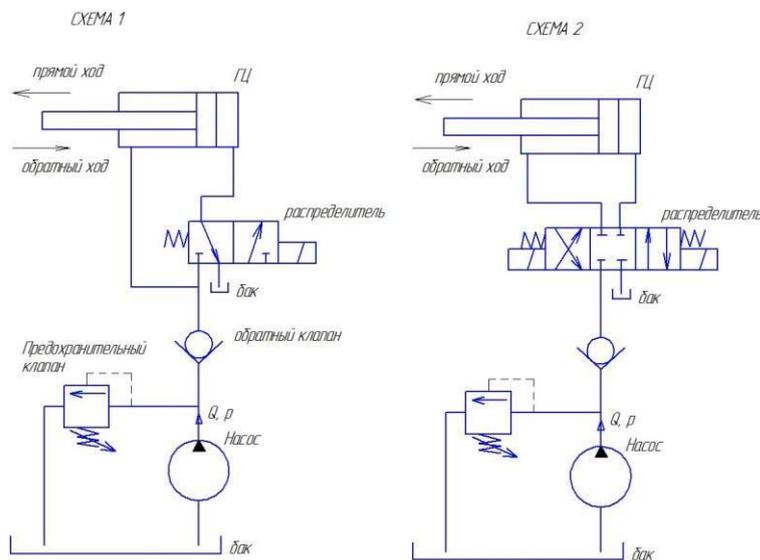


Рисунок 1 – Гидравлические схемы подключения гидроцилиндра

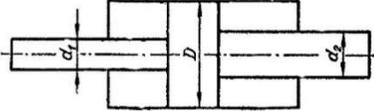
	Схема 1		Схема 2	
	Прямой ход	Обратный ход	Прямой ход	Обратный ход
Диаметр поршня D , мм				
Диаметр штока d , мм				
Давление номинальное p , МПа				
Номинальный расход Q , л/мин				
Площадь поршневой полости, S_p				
Площадь штоковой полости, $S_{шт}$				
Скорость штока v , м/с				
Усилие на штоке F , Н				

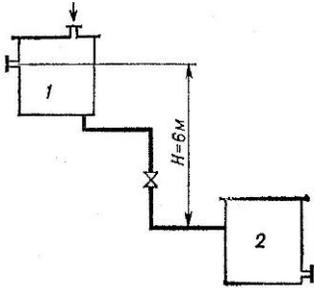
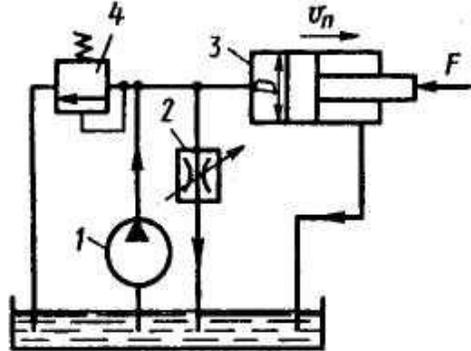
Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

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

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<p>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</p>		
<p>Знать</p>	<ul style="list-style-type: none"> – основные теоретически сведения о жидкостях и газах, законы гидравлики и пневматики – элементы и аппараты гидравлических и 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 	<p><i>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 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.

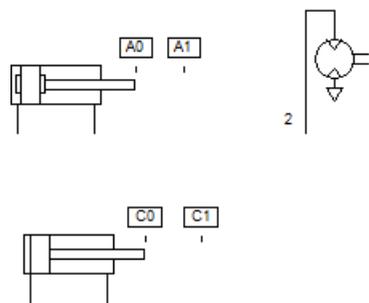
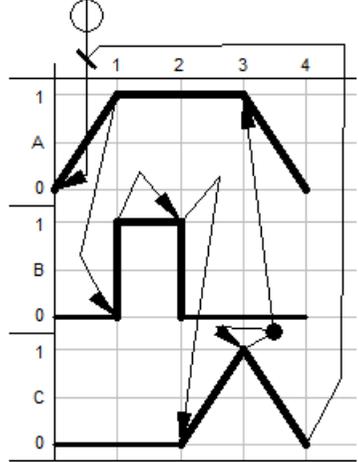
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>гибкопрограммируемых контроллерах; – математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем</p>	<ol style="list-style-type: none"> 11. Облитерация жидкости. 12. Гидростатика, основные понятия и 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. 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.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>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. 46. Определение потерь напора (давления) в трубопроводе, формула Дарси-Вейсбаха.</p>
Уметь	<p>– разрабатывать системы гидро и пневмоприводов технологических машин по заданной диаграмме перемещений в соответствии с конкретными условиями – анализировать их работу и находить неисправности</p>	<p>Примерные практические задания для экзамена:</p> <p>1. В двустороннем гидроцилиндре диаметр поршня $D = 160$ мм, диаметры штоков $d_1=80$мм 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.</p>  <p>2. Жидкость, имеющая плотность 1200 кг/м³ и динамический коэффициент вязкости $2 \cdot 10^{-3}$ 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</p>

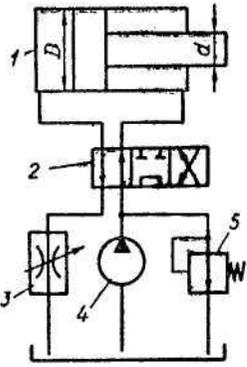
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>сопротивления, 16,4 м. На трубопроводе имеются три колена и кран. В баке и реакторе давление атмосферное.</p> 
Владеть	<p>– методами построения гидравлических и пневматических приводов технологических машин; методами построения систем управления автоматическими линиями и промышленными роботами циклового, позиционного и контурного типов</p>	<p>Примерные задания на решение задач из профессиональной области</p> <p>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 $F = 1200 \text{ Н}$; диаметр поршня $D = 40 \text{ мм}$. Предохранительный клапан 4 закрыт. Определить давление на выходе из насоса и скорость перемещения поршня со дросселя, когда его можно рассматривать как с коэффициентом расхода $\mu = 0,62$. Плотность масла $\rho = 900 \text{ кг/м}^3$. Потери в трубопроводах пренебречь. Задать настройку клапан 4,</p> 

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	<ul style="list-style-type: none"> - принципы построения гидравлической и пневматической анимационных моделей и систем управления разного уровня сложности 	<p><i>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 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.

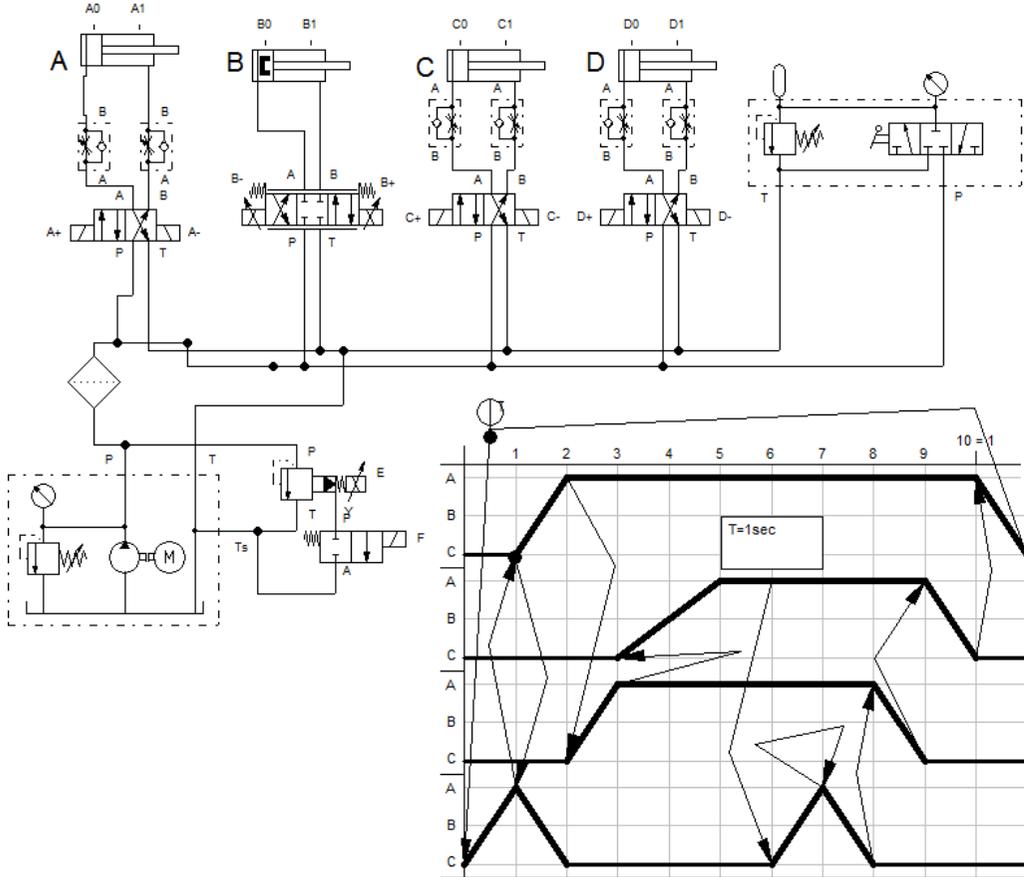
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		58. Схемы с регулированием силы исполнительного органа; 59. Схемы с объемным регулированием скорости жидкости. 60. Насосы гидроприводов, условные обозначения. Типы 61. Гидродвигатели, условные обозначения. 62. Гидроцилиндры, 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 пневматических и гидравлических приводов робототехнических систем и производить симуляцию их работы на персональном компьютере	<i>Примерные практические задания для экзамена:</i> <ol style="list-style-type: none"> 2. Подобрать необходимый диаметр цилиндрического насадка ($\mu=0,82$) с таким расчетом, чтобы через него вытекало 77000 кг/ч нефти плотностью 865 кг/м³. Напор H постоянный и равен 12 м 3. Разработать пневматическую схему привода для двух пневмоцилиндров и одного пневмомотора работающих по следующей диаграмме

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">«Перемещение-шаг».</p> <p>4. По заданной программе на языке Grafset построить соответствующую принципиальную пневматическую схему(пнвоцилиндр одностороннего дейчствия).</p> <div style="text-align: right;">  </div>

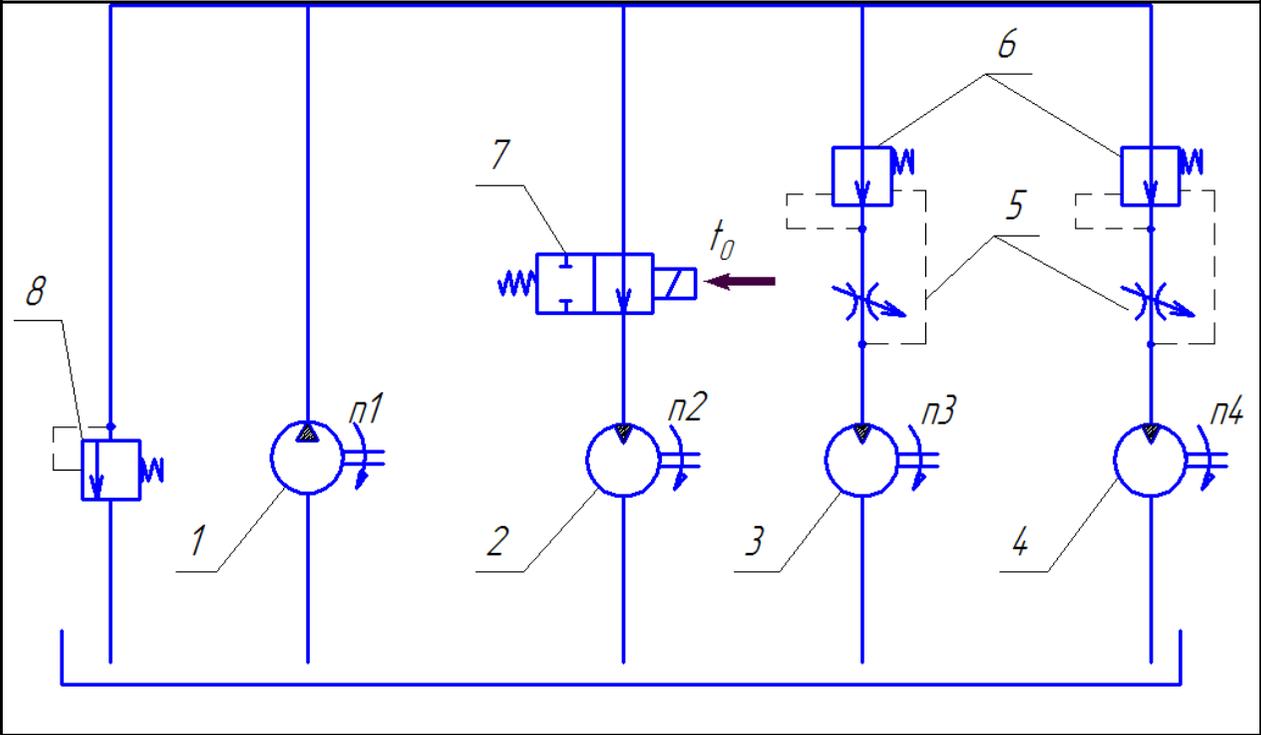
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
Владеть	- навыками разработки экспериментальных моделей управляющих, информационных и исполнительных модулей	<p>Примерные задания на решение задач из профессиональной области</p> <p>1. В объемном гидроприводе насос 4 развивает давление $p_n = 5$ МПа и постоянную подачу $Q_n = 8$ л/мин. Поршень диаметром $D = 100$ мм и шток диаметром $d = 40$ мм</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>мехатронных и робототехнических систем и проводить их исследование с применением современных информационных технологий.</p>	<p>в гидроцилиндре <i>1</i> уплотняются резиновыми кольцами круглого сечения. Гидродроссель <i>3</i> настроен на пропуск расхода масла $Q_{op} = 8,4$ л/мин. Пренебрегая утечкой масла в гидрораспределителе <i>2</i>, определить расход масла через гидроклапан <i>5</i> и потерю мощности из-за слива масла через этот клапан при перемещении поршня влево.</p>  <p>The diagram shows a hydraulic system. At the top is a differential hydraulic cylinder (1) with two chambers of different diameters, D and d. Below it is a 4/3-way distributor (2). To the left of the distributor is a flow control valve (3) in series with a pump (4). To the right of the distributor is a relief valve (5) connected to the tank. The pump (4) is represented by a circle with a triangle inside. The relief valve (5) is a symbol with a triangle and a line. The flow control valve (3) is a symbol with a triangle and a line, and a valve symbol.</p>
<p>ПК-7 способностью внедрять на практике результаты исследований и разработок, выполненных индивидуально и в составе группы исполнителей, обеспечивать защиту прав на объекты интеллектуальной собственности</p>		
<p>Знать</p>	<ul style="list-style-type: none"> – фундаментальные законы природы и основные физические законы в области гидромеханики, термодинамики, электричества; – принципиальные схемы систем гидроавтоматики, принципы построения и работы элементов систем, 	<p>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</p> <ol style="list-style-type: none"> 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

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	их характеристик, способы управления;	<p>вращательного действия: (механическая, скоростная).</p> <p>81. Исполнительные механизмы с объемным регулированием скорости.</p> <p>82. Исполнительные механизмы с дроссельным регулированием.</p> <p>83. Пропорциональные клапаны, Принципы работы.</p> <p>84. Компенсация нагрузки с помощью клапанов постоянной разности давлений.</p> <p>85. Электроника управления для пропорциональных клапанов.</p> <p>86. Критерии для определения параметров управления с помощью пропорциональных клапанов.</p> <p>87. Сервоклапаны. Принципы работы.</p> <p>88. Аппаратная техника.</p> <p>89. Контур регулирования.</p> <p>90. Влияние динамических свойств сервоклапана на контур регулирования.</p> <p>91. Фильтрация на гидравлических установках с сервоклапанами и пропорциональными клапанами.</p> <p>92. Примеры выполненных установок с использованием пропорциональных клапанов.</p> <p>93. Примеры выполненных установок с использованием сервоклапанов.</p> <p>94. Эксплуатация пропорциональной техники.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> – 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 	 <p>The diagram shows a hydraulic system with four cylinders (A, B, C, D) and a timing diagram. The cylinders are represented by symbols A0/A1, B0/B1, C0/C1, and D0/D1. The timing diagram plots the pressure in each cylinder over 10 time units (T=1sec). The sequence of operations is as follows:</p> <ul style="list-style-type: none"> Time 1: Cylinder A is pressurized (A+). Time 2: Cylinder B is pressurized (B+). Time 3: Cylinder C is pressurized (C+). Time 4: Cylinder D is pressurized (D+). Time 5: All cylinders are pressurized. Time 6: All cylinders are depressurized. Time 7: Cylinder A is pressurized (A+). Time 8: Cylinder B is pressurized (B+). Time 9: Cylinder C is pressurized (C+). Time 10: All cylinders are depressurized. <p>Below the timing diagram, there are schematic drawings of the hydraulic components, including a pump, valves, and cylinders, connected to a common manifold.</p> <p>Примерные задачи к экзамену: Разработать систему управления гидроприводом (4 гидроцилиндра) отработывающего заданную циклограмму.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> – навыками практического применения законов физики: различными гидравлическими 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 	<p>Примерные задания на решение задач из профессиональной области</p> <p>Задача 1. Объемный гидропривод вспомогательных агрегатов состоит из насоса 1 с рабочим объемом $V_1=60 \text{ см}^3$; трех гидромоторов 2, 3, 4, рабочие объемы которых соответственно равны $V_2=V_3 = 10 \text{ см}^3$; $V_4 = 5 \text{ см}^3$; двух регуляторов расхода, состоящих из дросселей 5 и редукционных клапанов 6, которые обеспечивают постоянный перепад давления на дросселях $\Delta p_{др} = 0,405 \text{ МПа}$; распределителя 7, включающего гидромотор вентилятора при превышении номинальной температуры двигателя и выключающего его при понижении температуры, переливного клапана 8.</p> <p>Определить угловые скорости гидромоторов, если частота вращения вала насоса $n = 3000 \text{ об/мин}$; момент на валу гидромотора вентилятора $M = 12 \text{ Н*м}$; максимальное давление в гидросистеме $p_{\text{max}} = 9 \text{ МПа}$; давление начала работы переливного клапана $p_{\text{кл}} = 8 \text{ МПа}$; перепад давления на распределителе $\Delta p_p = 0,2 \text{ МПа}$; коэффициенты расхода дросселей $\mu = 0,8$; их проходные сечения $S_{др} = 0,15 \text{ см}^2$. Объемный и механические к. п. д. гидромашин в пределах рабочих давлений $p = 8...9 \text{ МПа}$ считать постоянными: $\eta_o = \eta_m = 0,9$. Плотность рабочей жидкости $\rho = 900 \text{ кг/м}^3$. Сопротивлением трубопроводов пренебречь.</p> <p>Указание. Учесть, что постоянный перепад на дросселях поддерживается при условии, когда момент $M_3 < 0,8 M_2$, а $M_4 < 0,4 M_2$.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		 <p>The diagram illustrates a hydraulic system with the following components and connections:</p> <ul style="list-style-type: none"> 8: A 3/2-way directional control valve (DCV) with a spring return, connected to the top supply line. 1: A pump (represented by a circle with a triangle) connected to the top line. п1: A pressure relief valve (PRV) connected to the top line. 7: A 3/2-way DCV with a spring return, connected to the top line. 2: A pump connected to the top line. п2: A pressure relief valve connected to the top line. 3: A pump connected to the top line. п3: A pressure relief valve connected to the top line. 4: A pump connected to the top line. п4: A pressure relief valve connected to the top line. 5: A 3/2-way DCV with a spring return, connected to the top line. 6: A 3/2-way DCV with a spring return, connected to the top line. 5 and 6: These two valves are connected to a common line that leads to two actuators (cylinders). t₀: A red arrow pointing to the right, indicating a specific flow direction or timing point.

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.