



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИГ ДнТ  
И.А. Пыгалев

13.02.2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***ГИДРОАВТОМАТИКА***

Направление подготовки (специальность)  
27.03.04 Управление в технических системах

Направленность (профиль/специализация) программы  
Системы и средства автоматизации технологических процессов

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения  
**очная**

Институт/ факультет	Институт горного дела и транспорта
Кафедра	Горных машин и транспортно-технологических комплексов
Курс	3
Семестр	6

Магнитогорск  
**2023** год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 27.03.04 Управление в технических системах (приказ Минобрнауки России от 31.07.2020 г. № 871)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Горных машин и транспортно-технологических комплексов  
10.02.2023, протокол № 4


Зав. кафедрой  А.М. Мажитов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИГДиТ  
13.02.2023 г. протокол № 3

Председатель  И.А. Пыталев


Согласовано:

Зав. кафедрой Автоматизированных систем управления

 С.М. Андреев


Рабочая программа составлена:

доцент кафедры ГМиТТК, канд. техн. наук

 А.М.Филатов

Рецензент:

Зам. начальника КРЦ-2 ООО "ОСК",

 С.В. Немков

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Горных машин и транспортно-технологических

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.М. Мажитов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Горных машин и транспортно-технологических

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.М. Мажитов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Горных машин и транспортно-технологических

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.М. Мажитов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Горных машин и транспортно-технологических

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 Гидроавтоматика входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

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

Математика

Физика

Электроника в управляющих устройствах

Электрические измерения

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

Системы автоматизации и управления

Технические средства автоматизации и управления

Автоматизация технологических процессов и производств

Подготовка к процедуре защиты и процедура защиты выпускной квалификационной работы

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Гидроавтоматика» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ОПК-7	Способен производить необходимые расчёты отдельных блоков и устройств систем контроля, автоматизации и управления, выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники при проектировании систем автоматизации и управления
ОПК-7.1	Применяет современный математический аппарат и вычислительные методы для решения прикладных задач в области автоматического и автоматизированного управления, контроля и диагностики
ОПК-7.2	Использует методы математического моделирования и доступные программные средства для решения прикладных задач в области управления техническими системами.
ОПК-7.3	Осуществляет выбор типовых блоков и устройств при проектировании и реализации системы автоматизации и управления

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 69,8 акад. часов;
- аудиторная – 68 акад. часов;
- внеаудиторная – 1,8 акад. часов;
- самостоятельная работа – 38,2 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;

Форма аттестации - зачет с оценкой

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.				
1. Гидростатика								
1.1 Основные физические свойства рабочих жидкостей и газов. Основные законы гидростатики.	6	2		3	2	Поиск дополнительной информации по заданной теме, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, работа с компьютерными обучающими программами	Входное тестирование. Опрос по контрольным вопросам. Сдача лабораторной работы	ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК-7.3
1.2 Законы взаимодействия жидкостей с твердыми телами. Простейшие гидро-машины в инженерной практике.		2		3	2	Поиск дополнительной информации по заданной теме, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, работа с компьютерными обучающими программами	Сдача лабораторных и практических работ. Тестирование.	ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК-7.3
Итого по разделу		4		6	4			
2. Гидродинамика								

2.1 Кинематические понятия гидродинамики. Законы движения жидкостей и газов.	6	3		3	2	Поиск дополнительной информации по заданной теме , подготовка к лабораторным и практическим занятиям, работа с компьютерными обучающими программами	Сдача лабораторных и практических работ. Тестирование.	ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК-7.3
2.2 Режимы движения жидкостей. Виды сопротивлений и потерь давления в элементах и системах гидроприводов		3		4	3	Поиск дополнительной информации по заданной теме , подготовка к лабораторным и практическим занятиям, работа с компьютерными обучающими программами	Сдача лабораторных и практических работ. Тестирование.	ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК-7.3
Итого по разделу		6		7	5			
3. Гидромашины								
3.1 Источники питания и исполнительные устройства – конструкции, параметры, классификация. Расчет параметров и выбор гидромашин по каталогам	6	3		3	2	Поиск дополнительной информации по заданной теме , подготовка к лабораторным и практическим занятиям, работа с компьютерными обучающими программами	Сдача лабораторных и практических работ. Тестирование.	ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК-7.3
Итого по разделу		3		3	2			
4. Гидроприводы								
4.1 Структура и классификация гидроприводов. Гидроаппаратура управления. Трубопроводы гидроприводов – расчет геометрических параметров труб, выбор стандартных размеров труб по каталогам.	6	1		3	2	Поиск дополнительной информации по заданной теме , подготовка к лабораторным и практическим занятиям, работа с компьютерными обучающими программами	Сдача лабораторных и практических работ. Тестирование.	ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК-7.3

4.2 Методика расчета объемного гидропривода.		2		2	3	Поиск дополнительной информации по заданной теме , подготовка к лабораторным и практическим занятиям, работа с компьютерными обучающими программами	Сдача лабораторных и практических работ. Тестирование.	ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК-7.3
4.3 Анализ работы гидроприводов – математическое моделирование, статические и энергетические характеристики гидроприводов		1		3	2	Поиск дополнительной информации по заданной теме , подготовка к лабораторным и практическим занятиям, работа с компьютерными обучающими программами	Сдача лабораторных и практических работ. Тестирование.	ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК-7.3
Итого по разделу		4		8	7			
5. Гидроавтоматика								
5.1 Системы управления гидроприводами. Элементы гидроавтоматики		5		3	14,2	Поиск дополнительной информации по заданной теме , подготовка к лабораторным и практическим занятиям, работа с компьютерными обучающими программами	Сдача лабораторных и практических работ. Тестирование.	ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК-7.3
5.2 Синтез систем управления	6	6		3	3	Поиск дополнительной информации по заданной теме , подготовка к лабораторным и практическим занятиям, работа с компьютерными обучающими программами	Сдача лабораторных и практических работ. Тестирование.	ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК-7.3
5.3 Пропорциональная гидроаппаратура. Следящий гидропривод.		6		4	3	Поиск дополнительной информации по заданной теме , подготовка к лабораторным и практическим занятиям, работа с компьютерными обучающими программами	Сдача лабораторных и практических работ. Тестирование.	ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК-7.3
Итого по разделу		17		10	20,2			

Итого за семестр	34		34	38,2		зао	
Итого по дисциплине	34		34	38,2		зачет с оценкой	



## 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. Сазанов И. И. Гидравлика [Электронный ресурс]: учебник / Сазанов И. И., Схиртладзе А. Г., Иванов В. И. - М.: КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2017. - 320 с.: 60x90 1/16. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=601869> . - Загл. с экрана. - ISBN 978-5-906818-77-5.

2. Шейпак А. А. Гидравлика и гидропневмопривод. Основы механики жидкости и га-за [Электронный ресурс] : учебник / А. А. Шейпак. — 6-е изд., испр. и доп. — М. : ИНФРА-М, 2018. — 272 с. — Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=937447> . — Загл. с экрана.

3. Штеренлихт, Д.В. Гидравлика : учебник / Д.В. Штеренлихт. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 656 с. — ISBN 978-5-8114-1892-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/64346> (дата обращения: 31.08.2019). — Режим доступа:

### **б) Дополнительная литература:**

1. Гидравлика и гидропривод [Текст] : учебное пособие. [Т.] 3 / Н. С. Гудилин, Е. М. Кривенко, Б. С. Маховиков, И. Л. Пастоев ; под общ. ред. И. Л. Пастоева; ред. совет : Л. А. Пучков (пред.) и др. - 4-е изд., стер. - М. : Горная книга : МГГУ, 2007. - 519 с. : ил., граф., схемы, табл.

2. Крестин, Е.А. Задачник по гидравлике с примерами расчетов : учебное пособие / Е.А. Крестин, И.Е. Крестин. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-1655-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/98240> (дата обращения: 31.08.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Козырь, И.Е. Практикум по гидравлике : учебно-методическое пособие / И.Е. Ко-зырь, И.Ф. Пикалова, Н.В. Ханов. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 176 с. — ISBN 978-5-8114-2043-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/72985> (дата обращения: 31.08.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### **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=1541.pdf&show=dcatalogues/1/112431/5/1541.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. - Текст .

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

#### 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»:**

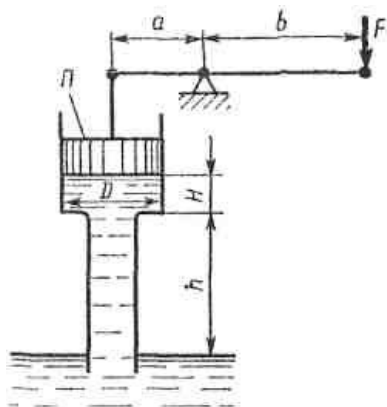
**Задача 1.1.** Канистра, заполненная бензином и не содержащая воздуха, нагрелась на солнце до температуры  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ . На сколько повысилось бы давление бензина внутри канистры, если бы она была абсолютно жесткой? Начальная температура бензина  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Модуль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

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

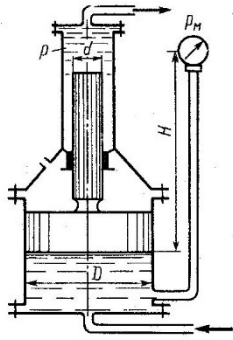
**Задача 1.3.** Известно, что зависимость динамического коэффициента вязкости  $\mu$  от абсолютной температуры  $T$  может быть выражена формулой вида  $\mu = B \exp(b/T)$ , где  $B$  и  $b$  – некоторые постоянные для данной жидкости величины, не зависящие от температуры. Найти эти постоянные для машинного масла, если известно, что при температуре  $t_1 = 14\text{ }^{\circ}\text{C}$   $\mu_1 = 21,8$  пуаза, а при  $t_2 = 30\text{ }^{\circ}\text{C}$   $\mu_2 = 6,02$  пуаза. Определить также динамическую вязкость масла  $\mu_3$  при  $t_3 = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

**Примерные задачи по теме «Гидростатика»:**

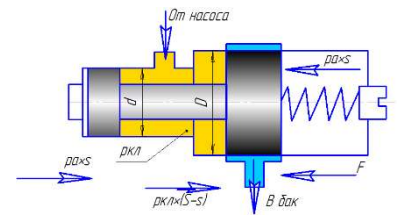
**Задача 1.** Определить силу  $F$ , необходимую для удержания в равновесии поршня  $\Pi$ , если труба под поршнем заполнена водой, а размеры трубы:  $D = 100\text{ мм}$ ,  $H = 0,5\text{ м}$ ,  $h = 4\text{ м}$ . Длины рычага:  $a = 0,2\text{ м}$  и  $b = 1,0\text{ м}$ . Собственным весом поршня пренебречь.



**Задача 2.** Определить давление  $p$  в верхнем цилиндре гидропреобразователя (мультипликатора), если показание манометра, присоединенного к нижнему цилиндру, равно  $p_m = 0,48\text{ МПа}$ . Поршни перемещаются вверх, причем сила трения составляет 10% от силы давления жидкости на нижний поршень. Вес поршней  $G = 4\text{ кН}$ . Диаметры поршней:  $D = 400\text{ мм}$ ,  $d = 100\text{ мм}$ ; высота  $H = 2,5\text{ м}$ ; плотность масла  $\rho = 900\text{ кг/м}^3$ .

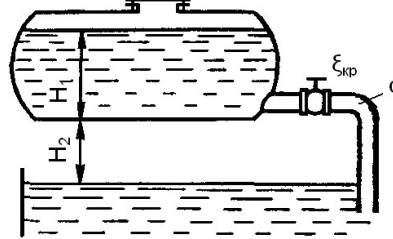
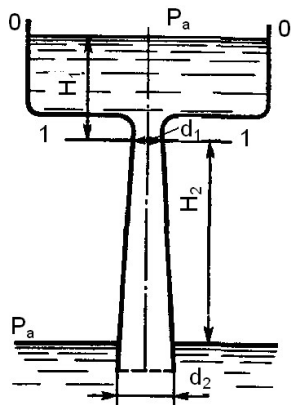


**Задача 3.** . Определить величину предварительного поджатия пружины дифференциального предохранительного клапана (мм), обеспечивающую начало открытия клапана при  $p_n$  — 0,8 МПа. Диаметры клапана:  $D$  — 24 мм,  $d$ —18 мм; жесткость пружины  $c = 6$  Н/мм. Давление справа от большого и слева от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



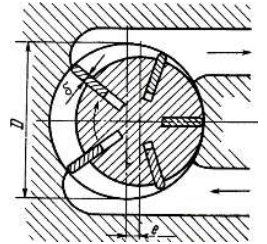
Учсть потерю напора на входе в трубу  $\xi = 0,5$  и на выходе из трубы (внезапное расширение).

**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  $900 \text{ кг/м}^3$  имеет кинематическую вязкость  $\nu = 4 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}$ . В баке давление воздуха – атмосферное. Определить, какой вакуум развивает насос. Принять

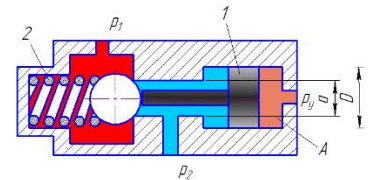
для масляного фильтра коэффициенты местных сопротивлений  $\zeta_f = 6$ , для входа во всасывающую полость насоса  $\zeta_n = 2$  и для изгиба всасывающей трубы  $\zeta_{изг} = 0,8$ .

**Примерные задачи по теме Гидромашины**

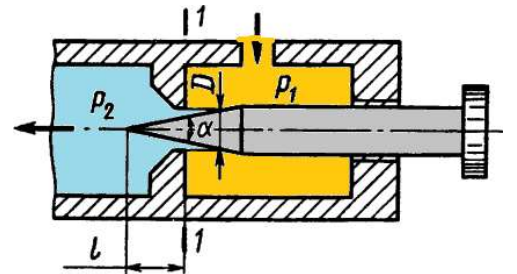
**Задача 1.** Пластинчатый насос имеет следующие размеры: диаметр внутренней поверхности статора  $D=100$  мм; эксцентриситет  $e=10$  мм; толщина пластин  $\delta = 3$  мм; ширина пластин  $b = 40$  мм. Определить мощность, потребляемую насосом при частоте вращения  $n = 1450$  об/мин и давлении на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



**Задача 2.** На рисунке представлена конструктивная схема гидрозамка, проходное сечение которого открывается при подаче в полость А управляющего потока жидкости с давлением  $p_y$ . Определить, при каком минимальном значении  $p_y$  толкатель поршня 1 сможет открыть шариковый клапан, если известно: предварительное усилие пружины  $2F = 50$  Н;  $D = 25$  мм,  $d = 15$  мм,  $p_1 = 0,5$  МПа,  $p_2 = 0,2$  МПа. Силами трения пренебречь.



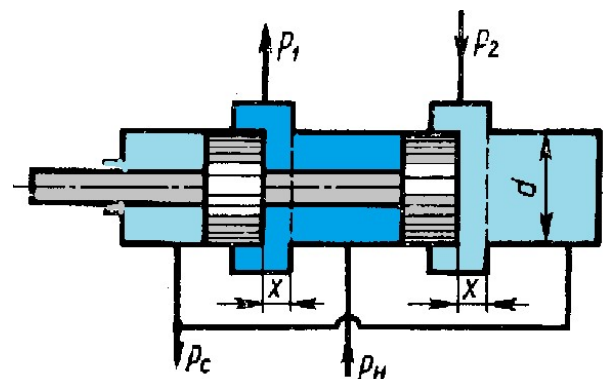
**Задача 3.** На рисунке изображена схема регулируемого игольчатого дросселя. Определить, на какое расстояние  $l$  необходимо вдвинуть иглу в дросселирующее отверстие для обеспечения перепада давления  $\Delta p = p_1 - p_2 = 3$  МПа, если угол иглы  $\alpha = 30^\circ$ , диаметр дросселирующего отверстия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



Указание. Площадь дросселирующего кольца определить по приближенной формуле  $S = S_0 - S_H$ , где  $S_0$ —площадь отверстия,  $S_H$ —площадь иглы в сечении 1—1.

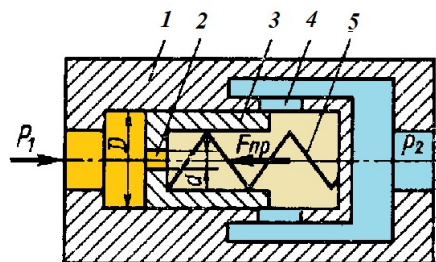
**Примерные задачи по теме «Гидроприводы»**

**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/м<sup>3</sup>. Считать, что в пределах рабочего хода плунжера сила пружины остается-постоянной.

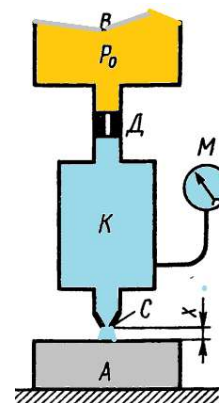
**Задача 2.** На рисунке представлена конструктивная схема регулятора расхода (клапан, обеспечивающий постоянство расхода). Он состоит из корпуса 1 с дросселирующими отверстиями 4, подвижного плунжера 3 с дросселирующим отверстием 2 и пружины 5. Определить, при каком значении силы пружины  $F_{пр}$  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/м<sup>3</sup>. Считать, что в пределах рабочего хода плунжера сила пружины остается-постоянной.



**Задача 3.** Жидкость с плотностью  $\rho = 900$  кг/м<sup>3</sup> 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

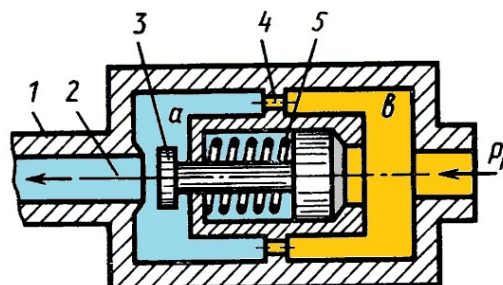




	Схема 1	Схема 2
--	---------	---------

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  $c$ ; 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.

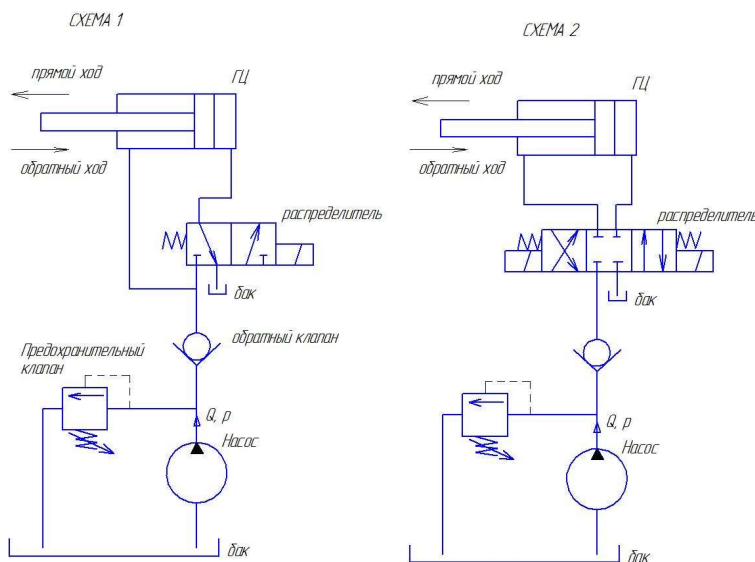


Рисунок 1 – Гидравлические схемы подключения гидроцилиндра

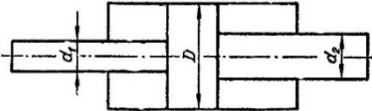
	Прямой ход	Обратный ход	Прямой ход	Обратный ход
Диаметр поршня $D$ , мм				
Диаметр штока $d$ , мм				
Давление номинальное $p$ , МПа				
Номинальный расход $Q$ , л/мин				
Площадь поршневой полости, $S_p$				
Площадь штоковой полости, $S_{шт}$				
Скорость штока $v$ , м/с				
Усилие на штоке $F$ , Н				

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

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

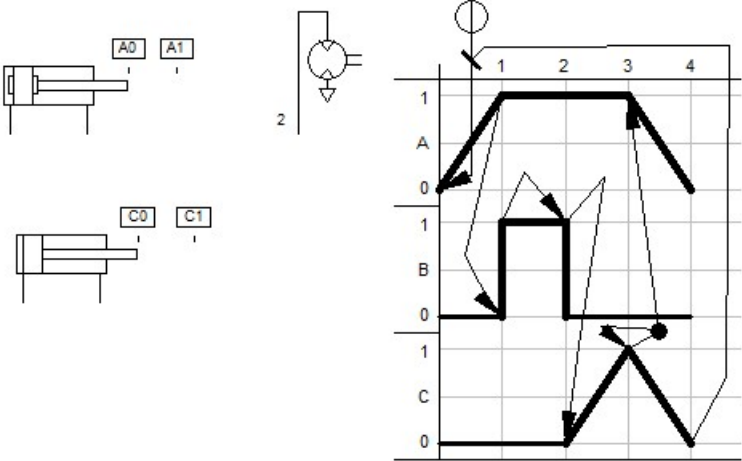
Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
<p><b>ОПК-7: Способен производить необходимые расчёты отдельных блоков и устройств систем контроля, автоматизации и управления, выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники при проектировании систем автоматизации и управления</b></p>		
<p>ОПК-7.1:</p>	<p>Применяет современный математический аппарат и вычислительные методы для решения прикладных задач в области автоматического и автоматизированного управления, контроля и диагностики</p>	<p><b>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Свойства рабочих жидкостей.</li> <li>2. Основные понятия и определения жидкости.</li> <li>3. Плотность и удельный вес жидкости.</li> <li>4. Сжимаемость жидкости.</li> <li>5. Коэффициент объемного сжатия.</li> <li>6. Коэффициент теплового расширения.</li> <li>7. Модуль упругости жидкости.</li> <li>8. Вязкость жидкости.</li> <li>9. Коэффициент кинематической вязкости жидкости.</li> <li>10. Кавитация жидкости, способы предотвращения.</li> <li>11. Облитерация жидкости.</li> <li>12. Гидростатика, основные понятия и определения.</li> <li>13. Понятие гидростатического давления.</li> <li>14. Единицы измерения гидростатического давления.</li> <li>15. Свойства гидростатического давления.</li> <li>16. Понятия гидростатического давления: абсолютное, атмосферное, избыточное и</li> </ol>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>вакуум.</p> <p>17. Дифференциальные уравнения Эйлера для равновесия жидкости.</p> <p>18. Основное уравнение гидростатики.</p> <p>19. Закон Архимеда.</p> <p>20. Закон Паскаля.</p> <p>21. Механизм с использованием уравнения гидростатики, домкрат. и мультипликатор.</p> <p>22. Механизм с использованием уравнения гидростатики, мультипликатор.</p> <p>23. Измерение давления жидкости.</p> <p>24. Равновесие жидкости в сообщающихся сосудах.</p> <p>25. Сила давления жидкости на вертикальную стенку.</p> <p>26. Сила давления жидкости на горизонтальную стенку.</p> <p>27. Сила давления жидкости на наклонную стенку.</p> <p>28. Определение толщины стенки.</p> <p>29. Гидродинамика, основные определения.</p> <p>30. Геометрия потоков жидкости.</p> <p>31. Классификация потоков жидкости</p> <p>32. Режимы движения жидкости. Число Рейнольдса.</p> <p>33. Ламинарный режим движения жидкости и его закономерности.</p> <p>34. Расход и средняя скорость потока при ламинарном режиме.</p> <p>35. Турбулентный режим движения жидкости и его закономерности.</p> <p>36. Закон неразрывности потока жидкости.</p> <p>37. Закон сохранения энергии для потока жидкости. Уравнение Бернулли для потока идеальной жидкости.</p> <p>38. Уравнение Бернулли для струйки идеальной жидкости.</p> <p>39. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости.</p> <p>40. Уравнение Бернулли для струйки реальной жидкости.</p> <p>41. Применение основных уравнений движения потоков жидкости для измерения скоростей и расходов жидкости.</p> <p>42. Гидростатический удар. Формула Жуковского Н.Е. для гидроудара.</p> <p>43. Способы предотвращения гидравлического удара.</p> <p>44. Потери напора (давления), определяемые длиной трубопровода, формула Дарси.</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		45. Определение местных потерь напора (давления) в трубопроводе, формула Вейсбаха. 46. Определение потерь напора (давления) в трубопроводе, формула Дарси-Вейсбаха.
ОПК-7.2:	Использует методы математического моделирования и доступные программные средства для решения прикладных задач в области управления техническими системами.	<p><b>Примерные практические задания для экзамена:</b></p> <p>1. В двустороннем гидроцилиндре диаметр поршня <math>D = 160</math> мм, диаметры штоков <math>d_1 = 80</math> мм и <math>d_2 = 100</math> мм. При рабочем давлении <math>p = 10</math> МПа, противодействии в сливной полости <math>p_{пр} = 0,15</math> МПа и расходе масла рабочей полостью <math>0,1</math> л/с определить усилие и скорость, развиваемые штоком при движении вправо и влево. Принять механический КПД гидроцилиндра <math>0,96</math>; объемный – <math>1</math>.</p>  <p>2. Жидкость, имеющая плотность <math>1200</math> кг/м<sup>3</sup> и динамический коэффициент вязкости <math>2 \cdot 10^{-3}</math> Па·с, из бака с постоянным уровнем <math>1</math> самотеком поступает в реактор <math>2</math>. Определить, какое максимальное количество жидкости (при полностью открытом кране) может поступать из бака в реактор. Уровень жидкости в баке находится на <math>6</math> м выше ввода жидкости в реактор. Трубопровод выполнен из алюминиевых труб с внутренним диаметром <math>50</math> мм. Общая длина трубопровода, включая местные сопротивления, <math>16,4</math> м. На трубопроводе имеются три колена и кран. В баке и реакторе давление атмосферное.</p>

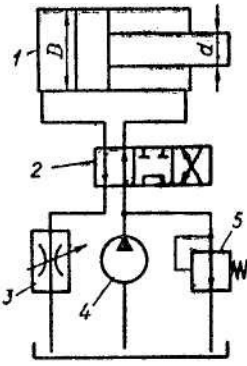
Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		
ОПК-7.3:	<p>Осуществляет выбор типовых блоков и устройств при проектировании и реализации системы автоматизации и управления</p>	<p><b>Примерные задания на решение задач из профессиональной области</b></p> <p>1. На рисунке показана упрощенная схема объемного гидропривода поступательного движения с дроссельным регулированием скорости выходного звена (штока), где 1 - насос, 2 - регулируемый дроссель. Шток гидроцилиндра 3 нагружен силой <math>F = 1200</math> Н; диаметр поршня <math>D = 40</math> мм. Предохранительный клапан 4 закрыт. Определить давление на выходе из насоса и скорость перемещения поршня со штоком <math>V_{п}</math> при <math>\mu = 0,62</math>. Подача насоса <math>Q = 0,5</math> л/с. Потерями в трубопроводах пренебречь, задать настройку клапан 4, смоделировать</p> 

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p><i>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>47. Расчет общего сопротивления в простом трубопроводе.</li> <li>48. Последовательное соединение простых трубопроводов.</li> <li>49. Параллельное соединение простых трубопроводов.</li> <li>50. Определение потерь давления в реальной гидросистеме.</li> <li>51. Формула Торичелли.</li> <li>52. Истечение жидкости через</li> <li>53. Классификация гидроприводов.</li> <li>54. Достоинства и недостатки гидропривода.</li> <li>55. Условные обозначения в гидроприводах.</li> <li>56. Структура гидропривода.</li> <li>57. Схемы с объемным регулированием скорости жидкости.</li> <li>58. Схемы с регулированием силы исполнительного органа;</li> <li>59. Схемы с объемным регулированием скорости жидкости.</li> <li>60. Насосы гидроприводов, условные обозначения. Типы</li> <li>61. Гидродвигатели, условные обозначения.</li> <li>62. Гидроцилиндры, условные обозначения.</li> <li>63. Расчет основных параметров гидроцилиндра.</li> <li>64. Гидрораспределители, условные обозначения.</li> <li>65. Запорные клапаны, условные обозначения.</li> <li>66. Клапаны давления, условные обозначения.</li> <li>67. Предохранительные клапаны, условные обозначения.</li> <li>68. Поточные клапаны, условные обозначения.</li> <li>69. Дроссели, условные обозначения.</li> <li>70. Гидроаккумуляторы, условные обозначения.</li> <li>71. Фильтры, условные обозначения.</li> </ol>

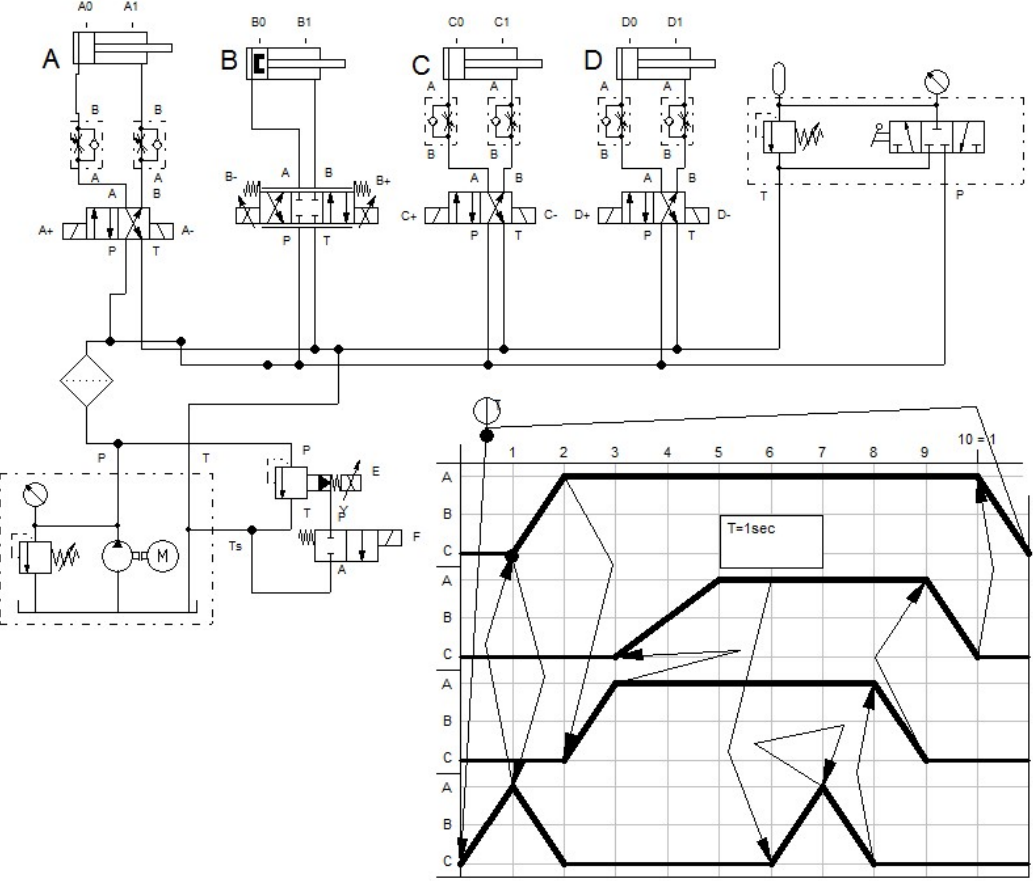
Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p><b>Примерные практические задания для экзамена:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Подобрать необходимый диаметр цилиндрического насадка (<math>\mu=0,82</math>) с таким расчетом, чтобы через него вытекало 77000 кг/ч нефти плотностью 865 кг/м<sup>3</sup>. Напор <math>H</math> постоянный и равен 12 м</li> <li>Разработать пневматическую схему привода для двух пневмоцилиндров и одного пневмомотора работающих по следующей диаграмме</li> </ol> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">«Перемещение-шаг».</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>По заданной программе на языке Grafset построить соответствующую принципиальную пневматическую схему(пневмоцилиндр одностороннего действия).</li> </ol>



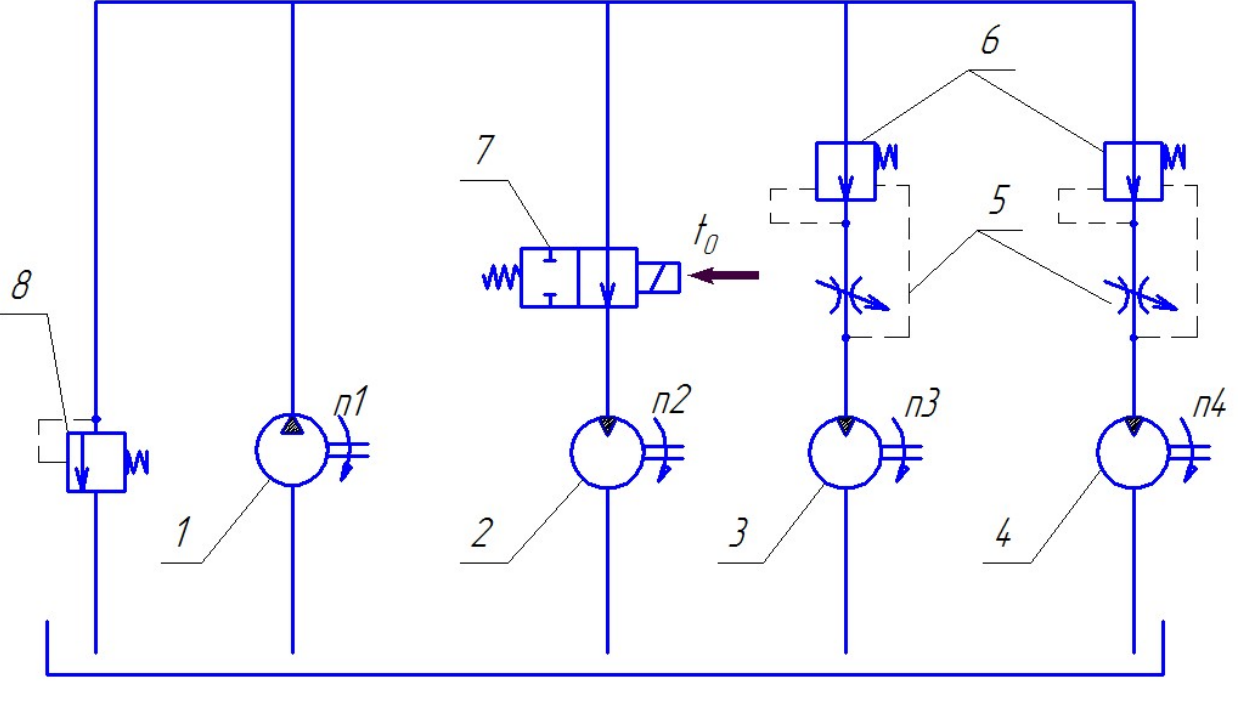
Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p> (1) — Ein und obere Position  (2) — Schnell abwärts   Richtungswechsel  (2) — Näherung Ende  (3) — Langsam abwärts  (3) — Untere Position  (4) — Aufwärts  (4) — Obere Position </p>
		<p><b>Примерные задания на решение задач из профессиональной области</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. В объемном гидроприводе насос 4 развивает давление <math>p_n = 5</math> МПа и постоянную подачу <math>Q_n = 8</math> л/мин. Поршень диаметром <math>D = 100</math> мм и шток диаметром <math>d = 40</math> мм в гидроцилиндре 1 уплотняются резиновыми кольцами круглого сечения.</li> </ol>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>Гидродроссель 3 настроен на пропуск расхода масла <math>Q_{др} = 8,4</math> 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 перемещении поршня влево.</p>  <p>The diagram shows a hydraulic system. At the top is a double-acting hydraulic cylinder (1) with a piston rod extending to the right. Below it is a 4/3-way directional control valve (2) in its center position. To the left of the distributor is a flow control valve (3) with a variable orifice. Below the flow control valve is a hydraulic pump (4) represented by a circle with a triangle. To the right of the pump is a relief valve (5) with a spring symbol. The system is connected to a common return line.</p>
		<p><b>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>72. Приборы контроля гидропривода. Условные обозначения.</li> <li>73. Гидравлическая схема применения дифференциального гидроцилиндра.</li> <li>74. Гидропривод закрытой гидросистемы, основной контур.</li> <li>75. Гидропривод открытой гидросистемы.</li> <li>76. Логические элементы.</li> <li>77. Реализация логических функций в гидро- и пневмосистемах.</li> <li>78. Построение систем управления комбинационного типа.</li> <li>79. Методы построения многотактных систем управления.</li> <li>80. Статические характеристики исполнительных механизмов поступательного и вращательного действия: (механическая, скоростная).</li> <li>81. Исполнительные механизмы с объемным регулированием скорости.</li> <li>82. Исполнительные механизмы с дроссельным регулированием.</li> <li>83. Пропорциональные клапаны, Принципы работы.</li> <li>84. Компенсация нагрузки с помощью клапанов постоянной разности давлений.</li> </ol>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<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>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
	—	 <p>Примерные задачи к экзамену:</p> <p>Разработать систему управления гидроприводом (4 гидроцилиндра) отработывающего заданную циклограмму.</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p><i>Примерные задания на решение задач из профессиональной области</i></p> <p><i>Задача 1. Объемный гидропривод вспомогательных агрегатов состоит из насоса 1 с рабочим объемом <math>V_1=60</math> см<sup>3</sup>; трех гидромоторов 2, 3, 4, рабочие объемы которых соответственно равны <math>V_2=V_3=10</math> см<sup>3</sup>; <math>V_4=5</math> см<sup>3</sup>; двух регуляторов расхода, состоящих из дросселей 5 и редуционных клапанов 6, которые обеспечивают постоянный перепад давления на дросселях <math>\Delta p_{др} = 0,405</math> МПа; распределителя 7, включающего гидромотор вентилятора при превышении номинальной температуры двигателя и выключающего его при понижении температуры, переливного клапана 8.</i></p> <p><i>Определить угловые скорости гидромоторов, если частота вращения вала насоса <math>n = 3000</math> об/мин; момент на валу гидромотора вентилятора <math>M = 12</math> Н*м; максимальное давление в гидросистеме <math>p_{max} = 9</math> МПа; давление начала работы переливного клапана <math>p_{кл} = 8</math> МПа; перепад давления на распределителе <math>\Delta p_p = 0,2</math> МПа; коэффициенты расхода дросселей <math>\mu = 0,8</math>; их проходные сечения <math>S_{др} = 0,15</math> см<sup>2</sup>. Объемный и механические к. п. д. гидромашин в пределах рабочих давлений <math>p = 8...9</math> МПа считать постоянными: <math>\eta_o = \eta_m = 0,9</math>. Плотность рабочей жидкости <math>\rho = 900</math> кг/м<sup>3</sup>. Сопротивлением трубопроводов пренебречь.</i></p> <p><i>Указание. Учесть, что постоянный перепад на дросселях поддерживается при условии, когда момент <math>M_3 &lt; 0,8 M_2</math>, а <math>M_4 &lt; 0,4 M_2</math>.</i></p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		 <p>The diagram illustrates a hydraulic circuit with the following components and connections:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>8</b>: A 4/3-way directional control valve with a spring return to the center position, connected to the top supply line.</li> <li><b>1</b>: A pump symbol connected to the bottom line of the first branch.</li> <li><b>п1</b>: A pressure relief valve connected to the top line of the first branch.</li> <li><b>7</b>: A 4/3-way directional control valve with a spring return to the center position, connected to the top supply line.</li> <li><b>2</b>: A pump symbol connected to the bottom line of the second branch.</li> <li><b>п2</b>: A pressure relief valve connected to the top line of the second branch.</li> <li><b>3</b>: A pump symbol connected to the bottom line of the third branch.</li> <li><b>п3</b>: A pressure relief valve connected to the top line of the third branch.</li> <li><b>4</b>: A pump symbol connected to the bottom line of the fourth branch.</li> <li><b>п4</b>: A pressure relief valve connected to the top line of the fourth branch.</li> <li><b>5</b>: A 4/3-way directional control valve with a spring return to the center position, connected to the top supply line.</li> <li><b>6</b>: A 4/3-way directional control valve with a spring return to the center position, connected to the top supply line.</li> <li><b>п5</b>: A pressure relief valve connected to the top line of the fifth branch.</li> <li><b>п6</b>: A pressure relief valve connected to the top line of the sixth branch.</li> <li><b>t<sub>0</sub></b>: A red arrow pointing to the right, indicating a specific flow or pressure condition.</li> </ul>

## **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 зачета с оценкой:***

- 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**

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=1541.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.