



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

25.02.2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ОСНОВЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ГИДРОПРИВОДА МАШИН

Направление подготовки (специальность)
23.03.02 НАЗЕМНЫЕ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ

Направленность (профиль/специализация) программы
Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование

Уровень высшего образования - бакалавриат
Программа подготовки - академический бакалавриат

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт горного дела и транспорта
Кафедра	Горных машин и транспортно-технологических комплексов
Курс	3
Семестр	5

Магнитогорск
2019 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 23.03.02 НАЗЕМНЫЕ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 06.03.2015 г. № 162)

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

Рабочая программа составлена:

ст. преподаватель кафедры ГМиТТК,  Е.Ю. Мацко

Рецензент:

Зам. генерального директора

ООО "УралЭнергоРесурс" , канд. техн. наук  И.С. Туркин

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины (модуля) «Основы функционирования гидропривода машин» являются:

- формирование и развитие способности к саморазвитию, самореализации, использованию творческого в области исследования функционирования гидропривода машин;
- формирование и развитие способности применять современные методы исследования гидропривода машин, оценивать и представлять результаты исследований;
- формирование и развитие способности использовать законы и методы математики при исследовании функционирования гидропривода машин;
- формирование и развитие способности работать с компьютером при определении параметров гидропривода;
- формирование и развитие способности выбирать критерии оценки и сравнения функционирования гидропривода;
- овладение достаточным уровнем общепрофессиональных и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 23.03.02 Наземные транспортно-технологические комплексы профиль Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Основы функционирования гидропривода машин входит в вариативную часть учебного плана образовательной программы.

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

Математика

Физика

Гидравлика

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

Гидропривод и гидроавтоматика подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин

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) «Основы функционирования гидропривода машин» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
	ПК-1 способностью в составе коллектива исполнителей участвовать в выполнении теоретических и экспериментальных научных исследований по поиску и проверке новых идей совершенствования наземных транспортно-технологических машин, их технологического оборудования и создания комплексов на их базе

Знать	<input type="checkbox"/> основные определения и понятия гидропривода; <input type="checkbox"/> основные методы исследований, используемых в гидроприводе машин; <input type="checkbox"/> известные походы к оценке функционирования гидропривода машин; <input type="checkbox"/> структуру и особенности гидропривода; <input type="checkbox"/> основы расчетов, проектирования и исследования гидроприводов
Уметь	<input type="checkbox"/> разрабатывать расчетные гидравлические схемы; <input type="checkbox"/> пользоваться современными измерительными и технологическими инструментами; <input type="checkbox"/> рассчитывать типовые схемы гидроприводов наземных транспортно-технологических, подбирать исходя из заданных нагрузок и условий эксплуатации комплектующие изделия (гидромашины и гидроаппараты); <input type="checkbox"/> пользоваться современными средствами информационных технологий и машинной графики; <input type="checkbox"/> пользоваться справочной литературой по направлению своей профессиональной деятельности
Владеть	<input type="checkbox"/> инженерной терминологией в области функционирования гидропривода наземных транспортно-технологических машин и комплексов; <input type="checkbox"/> основными методами расчета гидравлических систем; <input type="checkbox"/> основными методами исследования и проектирования гидроприводов,
ПК-6 способностью в составе коллектива исполнителей участвовать в разработке программ и методик испытаний наземных транспортно-технологических машин и их технологического оборудования	
Знать	<input type="checkbox"/> основные определения и понятия гидропривода; <input type="checkbox"/> основные методы исследований, используемых в гидроприводе машин; <input type="checkbox"/> известные походы к оценке функционирования гидропривода машин; <input type="checkbox"/> структуру и особенности гидропривода; <input type="checkbox"/> основы расчетов, проектирования и исследования гидроприводов
Уметь	<input type="checkbox"/> разрабатывать расчетные гидравлические схемы; <input type="checkbox"/> пользоваться современными измерительными и технологическими инструментами; <input type="checkbox"/> рассчитывать типовые схемы гидроприводов наземных транспортно-технологических, подбирать исходя из заданных нагрузок и условий эксплуатации комплектующие изделия (гидромашины и гидроаппараты); <input type="checkbox"/> пользоваться современными средствами информационных технологий и машинной графики; <input type="checkbox"/> пользоваться справочной литературой по направлению своей профессиональной деятельности

Владеть	<ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> инженерной терминологией в области функционирования гидропривода наземных транспортно-технологических машин и комплексов;<input type="checkbox"/> основными методами расчета гидравлических систем;<input type="checkbox"/> основными методами исследования и проектирования гидроприводов
---------	---

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц 180 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 94,1 акад. часов:
- аудиторная – 90 акад. часов;
- внеаудиторная – 4,1 акад. часов
- самостоятельная работа – 50,2 акад. часов;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. часа

Форма аттестации - экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1.								
1.1 Гидропривод: гидравлические машины и передачи, объемные гидропередачи; принцип действия гидрообъемных передач.	5	2	2	2	2	1. Проработка лекционного материала, самостоятельное изучение учебной и научно литературы 2. Поиск дополнительной информации по теме (работа с библиографическим материалами, с электронными библиотеками и ЭОР, информационно-коммуникационные сети Интернет). 3. Подготовка и оформление отчета к лабораторной работе	Индивидуальное собеседование. Индивидуальное сообщение на занятии Защита лабораторной работы №1- Изучение и настройка элементов гидропривода, устный опрос	

1.2 Рабочие жидкости	2		2/ИИ	2	<p>1. Проработка лекционного материала, самостоятельное изучение учебной и научно литературы</p> <p>2. Поиск дополнительной информации по теме (работа с библиографическим материалами, с электронными библиотеками и ЭОР, информационно-коммуникационные сети Интернет).</p> <p>3. Подготовка к практическому занятию и выполнение практических индивидуальных заданий</p>	<p>Индивидуальное собеседование. Индивидуальное сообщение на занятии</p> <p>Защита практической работы №1 - Выбор рабочих жидкостей.</p>	
1.3 Объемные гидромашины: - объемные насосы (классификация и характеристика объемных насосов); - объемные гидродвигатели (гидромоторы, поворотные гидродвигатели, гидроцилиндры).	6	3	4/ИИ	7	<p>1. Проработка лекционного материала, самостоятельное изучение учебной и научно литературы</p> <p>2. Поиск дополнительной информации по теме (работа с библиографическим материалами, с электронными библиотеками и ЭОР, информационно-коммуникационные сети Интернет).</p> <p>3. Подготовка и оформление отчета к лабораторной работе</p> <p>4. Подготовка к практическому занятию и выполнение практических индивидуальных заданий</p>	<p>Индивидуальное собеседование. Индивидуальное сообщение на занятии</p> <p>Защита лабораторных работ № 2 - Определение параметров работы гидросистемы, №3– Схемы подключения гидроцилиндра с одним штоком.</p> <p>Защита практических работ № 2- Выбор насосов, №3– Расчет гидроцилиндра;</p>	

<p>1.4 Элементы гидро- и пневмоприводов: - направляющая гидроаппаратура (распределители; запорные клапаны: обратные клапаны, гидрозамки, наполнительные клапаны); - регулирующая гидроаппаратура (напорные клапаны: предохранительные клапаны, редуцирующие клапаны, клапаны давления; поточные клапаны: дроссели и регуляторы потока); - вспомогательная гидравлическая и пневматическая аппаратура: реле давления, фильтры, гидробаки, теплообменные устройства</p>		6	4/ИИ	8/ИИ	15	<p>1. Проработка лекционного материала, самостоятельное изучение учебной и научно литературы 2. Поиск дополнительной информации по теме (работа с библиографическим материалами, с электронными библио-теками и ЭОР, информационно-коммуникационные сети Интернет). 3. Подготовка и оформление отчета к лабораторной работе</p>	<p>Индивидуальное собеседование. Индивидуальное сообщение на занятии Защита лабораторных работ № 4– Определение характеристик напорного клапана прямого действия, №5 – Напорные клапаны давления, №6 – Определение характеристик трехлинейного редуцирующего клапана, №7 – Характеристики гидроаккумулятора. Защита практических работ № 4 – Распределители, №5– Запорные клапаны, №6 – Клапаны давления, №7 – Поточные клапаны.</p>	
<p>1.5 Трубопроводы и присоединительная гидроаппаратура</p>		2		2	2	<p>1. Проработка лекционного материала, самостоятельное изучение учебной и научно литературы 2. Поиск дополнительной информации по теме (работа с библиографическим материалами, с электронными библиотеками и ЭОР, информационно-коммуникационные сети Интернет). 3. Подготовка к практическому занятию и выполнение практических индивидуальных заданий</p>	<p>Индивидуальное собеседование. Индивидуальное сообщение на занятии Защита практической работы № 8 – Расчет гидрولينей.</p>	

1.6 Питающие установки	3		2	2	<p>1. Проработка лекционного материала, самостоятельное изучение учебной и научно литературы</p> <p>2. Поиск дополнительной информации по теме (работа с библиографическим материалами, с электронными библиотеками и ЭОР, информационно-коммуникационные сети Интернет).</p> <p>4. Подготовка к практическому занятию и выполнение практических индивидуальных заданий</p>	<p>Индивидуальное собеседование. Индивидуальное сообщение на занятии Защита практической работы № 9 – Насосные установки.</p>	
<p>1.7 Регулирование скорости выходного звена:</p> <ul style="list-style-type: none"> - нерегулируемая гидropередача; - гидropередачи с дроссельным регулированием, - гидropередачи с объемным регулированием скорости выходного звена. 	5	5/2И	2	4	<p>1. Проработка лекционного материала, самостоятельное изучение учебной и научно литературы</p> <p>2. Поиск дополнительной информации по теме (работа с библиографическим материалами, с электронными библиотеками и ЭОР, информационно-коммуникационные сети Интернет).</p> <p>3. Подготовка и оформление отчета к лабораторной работе</p>	<p>Индивидуальное собеседование. Индивидуальное сообщение на занятии Защита лабораторных работ №8 – Объемное регулирование гидропривода, №9 – Дроссельное регулирование гидропривода</p>	

<p>1.8 Проектирования гидропередач; методика расчета гидросистемы; составление схем гидравлических и пневматических передач.</p>		4		8/4И	5	<p>1. Проработка лекционного материала, самостоятельное изучение учебной и научно литературы 2. Поиск дополнительной информации по теме (работа с библиографическим материалами, с электронными библиотеками и ЭОР, информационно-коммуникационные сети Интернет). 3. Выполнение индивидуальной контрольной работы.</p>	<p>Индивидуальное собеседование. Индивидуальное сообщение на занятии Выполнение и защита контрольной работы</p>	
<p>1.9 Функционирование гидроприводов</p>		2	4/3И	2/1И	7	<p>1. Проработка лекционного материала, самостоятельное изучение учебной и научно литературы 2. Поиск дополнительной информации по теме (работа с библиографическим материалами, с электронными библиотеками и ЭОР, информационно-коммуникационные сети Интернет). 3. Подготовка и оформление отчета к лабораторной работе</p>	<p>Индивидуальное собеседование. Индивидуальное сообщение на занятии Защита лабораторных работ №10 - Изучение и настройка элементов электрических релейно-контактных схем, №11 - Основные способы управления электромагнитами исполнительного распределителя, №12 - Устройства обработки сигналов, №13 - Установка датчиков концевого типа в электрических и гидравлических схемах</p>	

1.10	Монтаж и эксплуатация гидроприводов	2		2/ИИ	2	<p>1. Проработка лекционного материала, самостоятельное изучение учебной и научно литературы</p> <p>2. Поиск дополнительной информации по теме (работа с библиографическим материалами, с электронными библиотеками и ЭОР, информационно-коммуникационные сети Интернет).</p> <p>3. Подготовка к практическому занятию и выполнение практических индивидуальных заданий</p>	<p>Индивидуальное собеседование.</p> <p>Индивидуальное сообщение на занятии</p> <p>Защита практической работы №10 - Требование к монтажу и пробному пуску.</p>	
1.11	Неисправности гидроприводов	2		2/ИИ	2,2	<p>1. Проработка лекционного материала, самостоятельное изучение учебной и научно литературы</p> <p>2. Поиск дополнительной информации по теме (работа с библиографическим материалами, с электронными библиотеками и ЭОР, информационно-коммуникационные сети Интернет).</p> <p>3. Подготовка к практическому занятию и выполнение практических индивидуальных заданий</p>	<p>Индивидуальное собеседование.</p> <p>Индивидуальное сообщение на занятии</p> <p>Защита практической работы №11 - Возможные неисправности гидропривода и способы их устранения.</p>	
1.12	Прохождение промежуточной аттестации					Подготовка к экзамену	Сдача экзамена	
Итого по разделу		36	18/6И	36/14И	50,2			
Итого за семестр		36	18/6И	36/14И	50,2		экзамен	

Итого по дисциплине	36	18/6И	36/14И	50,2		экзамен	
---------------------	----	-------	--------	------	--	---------	--

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 гидроприводе машин 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. Ивановский, Ю.К. Основы теории гидропривода / Ю.К. Ивановский, К.П. Моргунов. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 200 с. — ISBN 978-5-8114-2955-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/102590> (дата обращения: 31.08.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Лепешкин А. В. Гидравлика и гидропневмопривод. Гидравлические машины и гидро-пневмопривод [Электронный ресурс]: учебник / А. В. Лепешкин, А. А. Михайлин, А. А. Шейпак. — 6-е изд., перераб. и доп. — М. : ИНФРА-М, 2017. — 446 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=548219> — Загл. с экрана.

б) Дополнительная литература:

1. Атлас конструкций гидромашин и гидропередач./ В.М.Бим-Бад, М.Г Кабаков, С.П. Стесин. —М.: Инфа-М, 2004. -135с.

2. Гудилин, Н.С. Гидравлика и гидропривод / Н.С. Гудилин. — 4-е изд. — Москва : Гор-ная книга, 2007. — 520 с. — ISBN 978-5-98672-055-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/3442> (дата обращения: 31.08.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. А.Н.Макаров, Е.Ю. Мацко, В.А.Новоселов и др. Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование. Часть 1: Учебное пособие /Под ред. А.Н.Макарова. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2006.

4. Кузнецов, В.В. Основы гидро- и пневмопривода : учебное пособие / В.В. Кузнецов, К.А. Ананьев. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2012. — 221 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/69474> (дата обращения:31.08.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Свешников В.К., Усов А.А. Станочные гидроприводы. Справочник. --М.: Машино-строение, -2008.-б 12 с. Свешников В.К. Гидрооборудование: Международный справочник. Т. 1 —М.: ИЦ Техинформ, 2001. -359с.

6. Свешников В.К. Гидрооборудование: Международный справочник. Т. 2 —М.: ИЦ Техинформ, 2002. -486с.

7. Свешников В.К. Гидрооборудование: Международный справочник. Т. 3 —М.: ИЦ Техинформ, 2003. -427с.

в) Методические указания:

1. Мацко Е. Ю., И. Г. Усов. Гидравлика и гидропневмопривод [Электронный ресурс]: лабораторный практикум; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2014.

2. 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.

3. Основы функционирования гидропривода машин. Практикум : практикум. Ч. 2 / Е. Ю. Мацко, И. Г. Усов, В. С. Великанов и др. ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2018. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3691.pdf&show=dcatalogues/1/1527506/3691.pdf&view=true> (дата обращения: 31.08.2019). - Макрообъект. - Текст : электронный.

4. Мацко, Е. Ю. Основы функционирования гидропривода машин. Практикум [Элек-тронный ресурс]. практикум. Ч. 1 / Е. Ю. Мацко, И. Г. Усов, В. С. Великанов ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2018. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3561.pdf&show=dcatalogues/1/1515155/3561.pdf&view=true> (дата обращения: 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст : электронный.

5. 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.

6. 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/1/1124215/1541.pdf&view=true> (дата обращения: 31.08.2019). - Макрообъект. - Текст : электронный.

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
АСКОН Компас 3D в.16	Д-261-17 от 16.03.2017	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.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Основы функционирования гидропривода машин» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает индивидуальные собеседования и сообщения на лекционных занятиях, защиту лабораторных работ и выполнение индивидуальных заданий на практических занятиях.

Примерные вопросы для аудиторных индивидуальных собеседований и сообщений:

1. Тема Гидропривод: гидравлические машины и передачи, объемные гидропередачи; принцип действия гидрообъемных передач.
 1. Приводы машин, классификация, достоинства и недостатки гидропривода.
 2. Условные обозначения в гидроприводах.
 3. Структура гидропривода.
 4. Классификация гидроприводов. Схемы с объемным и дроссельным регулированием.

2. Тема Рабочие жидкости
 1. Рабочие жидкости гидроприводов ПТМ и СДМ. Основные определения.
 2. Свойства рабочих жидкостей.
 3. Требования предъявляемые к рабочим жидкостям.
 4. Типы рабочих жидкостей, классификация, примеры.
 5. Кавитация и облитерация рабочей жидкости. Способы предотвращения
 6. Растворимость газов в рабочей жидкости, дегазация.

3. Тема Объемные гидромашины
 1. Насосы гидроприводов, типы, особенности, основные параметры.
 2. Шестеренные насосы, типы, особенности, параметры, определяющие рабочий объем.
 3. Пластинчатые насосы, типы, Насосы гидроприводов, определения и классификация.
 4. Радиально-поршневые насосы, типы, особенности, параметры, определяющие рабочий объем.
 5. Аксиально-поршневые насосы, типы, особенности, параметры, определяющие рабочий объем.
 6. Гидродвигатели, применяемые в ПТМ и СДМ. Типы.
 7. Расчет основных параметров гидроцилиндра.
 8. Расчет гидроцилиндра на устойчивость. Узлы крепления гидроцилиндра.

4. Тема Элементы гидро- и пневмоприводов
 7. Гидрораспределители, типы, особенности.
 8. Гидрораспределители, типовые схемы применения.
 9. Запорные клапаны, типы.
 10. Схемы применения обратных клапанов, мостовая схема.
 11. Схема применения двойного гидрозамка для стабилизации стрелы крана или экскаватора.
 12. Схема применения запорных клапанов для стабилизации стрелы крана или экскаватора.
 13. Клапаны давления, типы.
 14. Предохранительные клапаны, особенности ПК с прямым и предварительным управлением.
 15. Типовые схемы применения клапанов давления.
 16. Поточные клапаны, типы.
 17. Дроссели, конструкции дросселей.
 18. Типовые схемы применения дросселей Типовые схемы применения дросселей.
 19. Регуляторы потока, схемы, особенности.
 20. Гидроаккумуляторы, типы.

21. Типовые схемы применения ГА.
22. Фильтры, типы фильтров, типовые схемы применения фильтров.
23. Приборы контроля гидропривода.

5. Тема Трубопроводы и присоединительная гидроаппаратура

1. Гидролинии.
2. Основными требованиями, предъявляемыми к гидролиниям.
3. Расчет параметров трубопроводов.
4. Соединения трубопроводов.
5. Определение местных потерь в трубопроводе, формула Вейсбаха.
6. Определение потерь в трубопроводе, формула Дарси-Вейсбаха. Расчет трубопровода.
7. Расчет сложных трубопроводов (последовательных, параллельных, распределительных сетей).
8. Определение потерь давления в реальной гидросистеме.

6. Тема Питающие установки.

1. Насосные установки гидроприводов, типовые схемы.
2. Насосные гидроприводы.
3. Насосно-аккумуляторные гидроприводы.
4. Магистральные гидроприводы.

7. Тема Регулирование скорости выходного звена.

1. Объемное регулирование гидропривода.
2. Гидропривод вращательного действия с регулируемым насосом.
3. Гидропривод вращательного действия с регулируемым гидромотором.
4. Дроссельное регулирование гидропривода.
5. Гидропривод с дроссельным регулированием скорости при последовательном включении дросселя.

8. Тема Проектирования гидропередат; методика расчета гидросистемы;

1. Методика расчета гидросистемы.
2. Составление схем гидравлических и пневматических передач.
3. Проектирование гидравлических приводов обычно проводится в три этапа: разработка принципиальной гидравлической схемы привода; предварительный расчет; проверочный расчет.

9. Тема Функционирование гидроприводов

1. Механизмы с использованием уравнения гидростатики.
2. Домкрат и мультипликатор.
3. Гидравлическая схема погрузчика.
4. Гидравлическая схема применения дифференциального гидроцилиндра.
5. Гидропривод закрытой гидросистемы, основной контур, система подпитки и промывки.
6. Гидропривод пресса.

10. Тема Монтаж и эксплуатация гидроприводов

1. Монтаж объемных гидроприводов (требования к установке гидроагрегатов, сборка и установка гидроагрегатов, заправка гидросистемы рабочей жидкостью).
2. Эксплуатация объемных гидроприводов.

3. Эксплуатация объемных гидроприводов в условиях низких температур.

11. Тема Неисправности гидроприводов

1. Насос не подает жидкость в систему
2. Насос не создает давления в системе
3. Насос работает с повышенным шумом, ударами
4. Шум и вибрация в гидросистеме
5. Неравномерно движение рабочих органов
6. Резкое уменьшение скорости движения при росте нагрузки
7. Постепенное уменьшение скорости движения рабочего органа
8. Шток произвольно сползает от заданного промежуточного положения
9. Нагрев штока, плунжера или узла его направления
10. Резкие удары в конце хода рабочего органа
11. Повышенное давление в нагнетательной линии при холостом ходе
12. Повышенный нагрев масла в системе
13. Обратный клапан пропускает жидкость при изменении направления потока
14. Предохранительный клапан не удерживает давления
15. Давление за редукционным клапаном отсутствует
16. Через дренажные отверстия идут большие утечки
17. Увеличились утечки в распределителе
18. При включении электромагнита не перемещается золотник
19. Электромагниты гудят и нагреваются
20. Обрыв и трещины маслопроводов с нарушением герметизации
21. Редукционный клапан не понижает давление или понижает недостаточно
22. Скорость выходного звена мала при нагрузке (регулирование с помощью регулятора расхода)
23. Поток масла не реверсируется золотником проточного исполнения
24. Повышенное образование пены

Примерные вопросы для защиты лабораторных работ, примерные задания и задачи для практических занятий, задания для контрольной работы представлены в электронных изданиях:

Мацко Е. Ю., И. Г. Усов. Гидравлика и гидропневмопривод [Электронный ресурс]: лабораторный практикум; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2014.

Мацко Е.Ю., Усов И.Г., Великанов В.С. Основы функционирования гидропривода машин. [Электронный ресурс]: Практикум. - Магнитогорск: МГТУ, 2018. Том Часть 1

Мацко Е.Ю., Усов И.Г., Великанов В.С., Панфилова О.С., Кутлубаев И.М. Основы функционирования гидропривода машин. [Электронный ресурс]: Практикум. - Магнитогорск: МГТУ, 2018. Том Часть 2

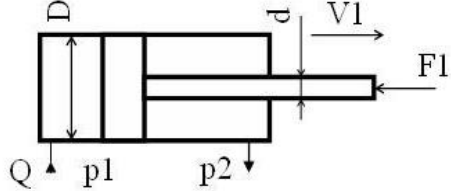
Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

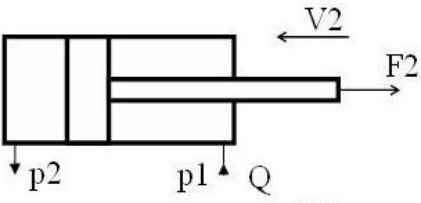
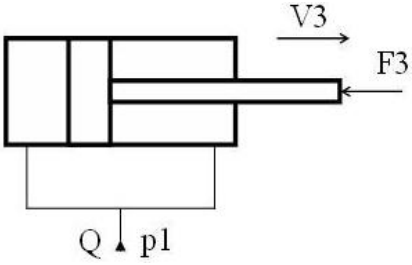
а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ПК-1 способность анализировать состояние и перспективы развития наземных транспортно-технологических средств, их технологического оборудования и комплексов на их базе		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> – основные определения и понятия гидропривода; – основные методы исследований, используемых в гидроприводе машин; – известные походы к оценке функционирования гидропривода машин; 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Рабочие жидкости гидроприводов ПТМ и СДМ. Основные определения. 2. Свойства рабочих жидкостей. 3. Требования предъявляемые к рабочим жидкостям. 4. Типы рабочих жидкостей, классификация, примеры. 5. Кавитация и облитерация рабочей жидкости. Способы предотвращения. 6. Растворимость газов в рабочей жидкости, дегазация. 7. Гидростатика, гидростатическое давление, единицы измерения. 8. Дифференциальные уравнения Эйлера для равновесия жидкости. 9. Основное уравнение гидростатики. 10. Законы Архимеда и Паскаля. 11. Механизмы с использованием уравнения гидростатики. Домкрат и мультипликатор. 12. Измерение давления жидкости. Равновесие жидкости в сообщающихся сосудах. 13. Давление жидкости на плоские стенки. 14. Трубопроводы гидроприводов. Выбор основных параметров. Определение толщины стенки. 15. Относительный покой жидкости при движении с постоянным ускорением. 16. Равновесие жидкости во вращающемся сосуде. 17. Гидродинамика. Геометрия и классификация потоков жидкости. 18. Режимы движения жидкости. Число Рейнольдса.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>– структуру и особенности гидропривода;</p> <p>– основы расчетов, проектирования и исследования гидроприводов</p>	<p>19. Распределение скоростей и касательных напряжений при ламинарном режиме движения.</p> <p>20. Расход и средняя скорость потока при ламинарном режиме.</p> <p>21. Турбулентный режим и его закономерности.</p> <p>22. Закон неразрывности потока.</p> <p>23. Закон сохранения энергии для потока жидкости. Уравнение Бернулли для потока идеальной жидкости.</p> <p>24. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости.</p> <p>25. Применение основных уравнений движения потоков жидкости для измерения скоростей и расходов жидкости.</p> <p>26. Гидростатический удар. Формула Жуковского Н.Е. для гидроудара. Способы предотвращения гидравлического удара..</p> <p>27. Потери давления, определяемые длиной трубопровода, формула Дарси.</p> <p>28. Определение местных потерь в трубопроводе, формула Вейсбаха.</p> <p>29. Определение потерь в трубопроводе, формула Дарси-Вейсбаха. Расчет трубопровода.</p> <p>30. Расчет сложных трубопроводов (последовательных, параллельных, распределительных сетей).</p> <p>31. Определение потерь давления в реальной гидросистеме.</p> <p>32. Формула Торичелли. Истечение жидкости через малое отверстие в тонкой стенке.</p> <p>33. Приводы машин, классификация, достоинства и недостатки гидропривода.</p> <p>34. Условные обозначения в гидроприводах.</p> <p>35. Структура гидропривода.</p> <p>36. Классификация гидроприводов. Схемы с объемным и дроссельным регулированием.</p> <p>37. Насосы гидроприводов , типы, особенности, основные параметры.</p> <p>38. Шестеренные насосы, типы, особенности, параметры, определяющие рабочий объем.</p> <p>39. Пластинчатые насосы, типы, Насосы гидроприводов, определения и классификация.</p> <p>40. Радиально-поршневые насосы, типы, особенности, параметры, определяющие рабочий объем.</p> <p>41. Аксиально-поршневые насосы, типы, особенности, параметры, определяющие рабочий объем.</p> <p>42. Гидродвигатели, применяемые в ПТМ и СДМ. Типы.</p> <p>43. Расчет основных параметров гидроцилиндра.</p> <p>44. Расчет гидроцилиндра на устойчивость. Узлы крепления гидроцилиндра.</p> <p>45. Гидрораспределители, типы, особенности.</p>

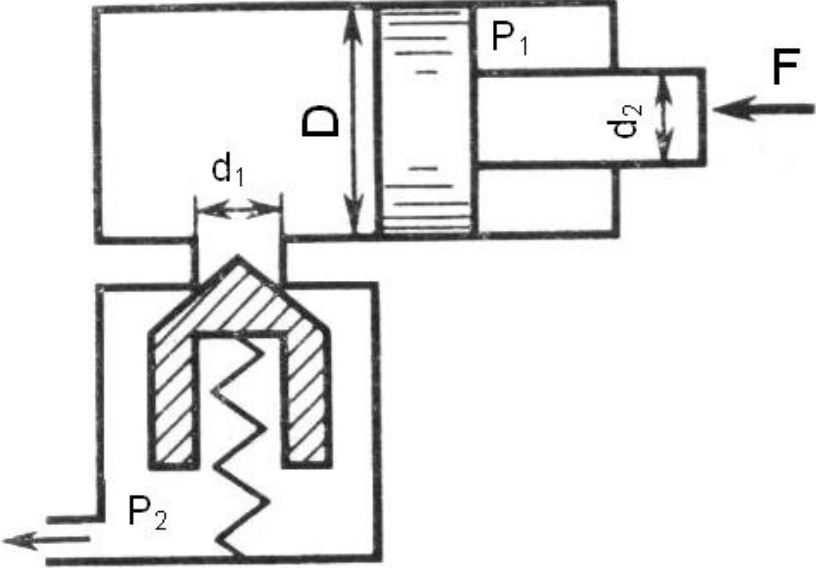
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>46. Гидрораспределители, типовые схемы применения.</p> <p>47. Запорные клапаны, типы.</p> <p>48. Схемы применения обратных клапанов, мостовая схема.</p> <p>49. Схема применения двойного гидрозамка для стабилизации стрелы крана или экскаватора.</p> <p>50. Схема применения запорных клапанов для стабилизации стрелы крана или экскаватора.</p> <p>51. Клапаны давления, типы.</p> <p>52. Предохранительные клапаны, особенности ПК с прямым и предварительным управлением.</p> <p>53. Типовые схемы применения клапанов давления.</p> <p>54. Поточные клапаны, типы.</p> <p>55. Дроссели, конструкции дросселей.</p> <p>56. Типовые схемы применения дросселей Типовые схемы применения дросселей.</p> <p>57. Регуляторы потока, схемы, особенности.</p> <p>58. Гидроаккумуляторы, типы.</p> <p>59. Типовые схемы применения ГА.</p> <p>60. Фильтры, типы фильтров, типовые схемы применения фильтров.</p> <p>61. Приборы контроля гидропривода.</p> <p>62. Следящий гидропривод с объемным регулированием.</p> <p>63. Насосные установки гидроприводов, типовые схемы.</p> <p>64. Гидравлическая схема погрузчика.</p> <p>65. Гидравлическая схема применения дифференциального гидроцилиндра.</p> <p>66. Гидропривод закрытой гидросистемы, основной контур, система подпитки и промывки.</p> <p>67. Гидропривод пресса.</p> <p>68. Расчет гидропривода с дроссельным регулированием, определения расходов, потерь давления, выбор гидроаппаратуры и гидронасоса (на примере расчетного задания).</p>
Уметь	– разрабатывать расчетные гидравлические	<p>Примерные вопросы для защиты лабораторных работ, примерные задания и задачи для практических занятий, задания для контрольной работы представлены в электронных изданиях:</p>

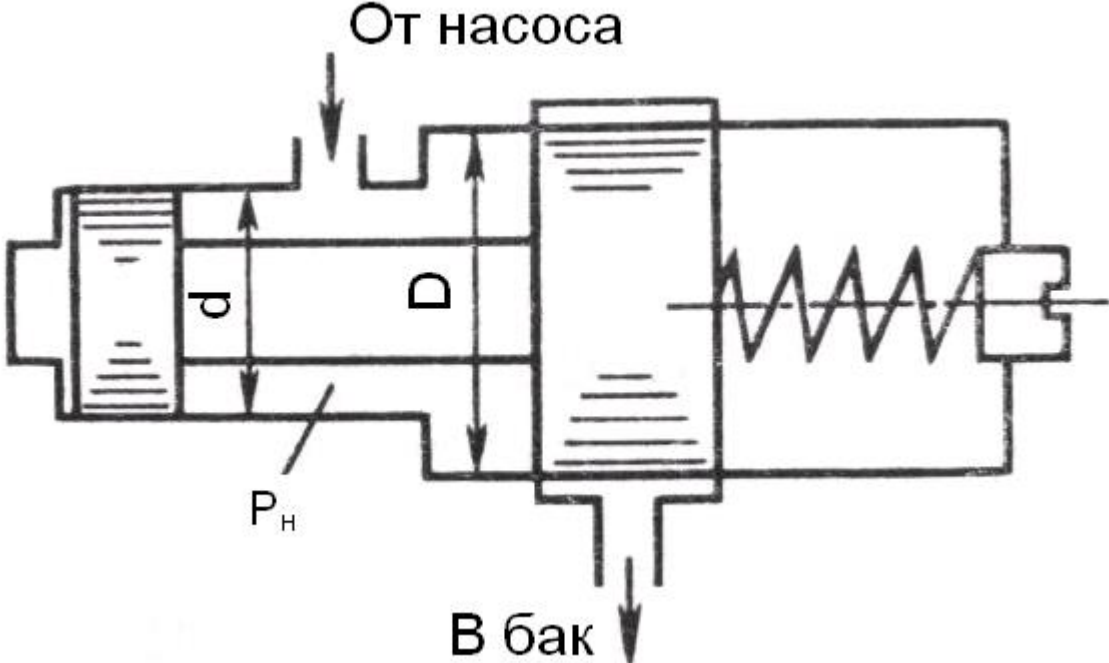
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>схемы;</p> <ul style="list-style-type: none"> – пользоваться современными измерительными и технологическими инструментами; – рассчитывать типовые схемы гидроприводов наземных транспортно-технологических, подбирать исходя из заданных нагрузок и условий эксплуатации комплектующие изделия (гидромашины и гидроаппараты); – пользоваться современными средствами информационных технологий и машинной графики; – пользоваться справочной 	<p>Мацко Е. Ю., И. Г. Усов. Гидравлика и гидропневмопривод [Электронный ресурс]: лабораторный практикум; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2014.</p> <p>Мацко Е.Ю., Усов И.Г., Великанов В.С. Основы функционирования гидропривода машин. [Электронный ресурс]: Практикум. - Магнитогорск: МГТУ, 2018. Том Часть 1</p> <p>Мацко Е.Ю., Усов И.Г., Великанов В.С., Панфилова О.С., Кутлубаев И.М. Основы функционирования гидропривода машин. [Электронный ресурс]: Практикум. - Магнитогорск: МГТУ, 2018. Том Часть 2</p> <p>Примеры задач</p> <p>Задача 1. Определить усилия F на штоке, скорости перемещения v, работу, совершаемую при движении штока, для трех схем подключения гидроцилиндра с односторонним штоком при заданных диаметрах поршня $D=32\text{мм}$ и штока $d=20\text{мм}$, давлениях $p_1=20\text{МПа}$ и $p_2=0,8\text{МПа}$, расходе $Q=20\text{л/мин}$, длине хода штока $L=800\text{мм}$.</p>  <p>Задача 2. Определить усилия F на штоке, скорости перемещения v, работу, совершаемую при движении штока, для трех схем подключения гидроцилиндра с односторонним штоком при заданных диаметрах</p>

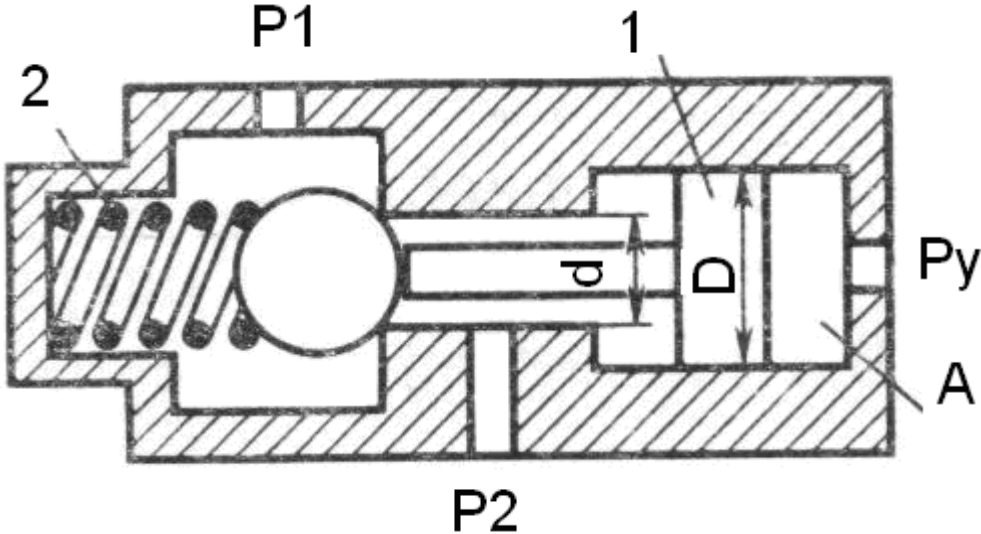
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	литературой по направлению своей профессиональной деятельности	<p>поршня $D=32\text{мм}$ и штока $d=20\text{мм}$, давлениях $p_1=20\text{МПа}$ и $p_2=0,8\text{МПа}$, расходе $Q=20\text{л/мин}$, длине хода штока $L=800\text{мм}$.</p>  <p>Задача 3. Определить усилия F на штоке, скорости перемещения v, работу, совершаемую при движении штока, для трех схем подключения гидроцилиндра с односторонним штоком при заданных диаметрах поршня $D=32\text{мм}$ и штока $d=20\text{мм}$, давлениях $p_1=20\text{МПа}$ и $p_2=0,8\text{МПа}$, расходе $Q=20\text{л/мин}$, длине хода штока $L=800\text{мм}$.</p> 

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства																																																								
		<p>Задача 4. Определить внутренний диаметр напорного трубопровода при подаче насоса 120 л/мин, давлении 6,3 МПа.</p> <p style="text-align: center;">Рекомендуемые значения скорости рабочей жидкости</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th colspan="6">Трубопроводы</th> </tr> <tr> <th></th> <th colspan="6">Нагнетательные</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>p_H, МПа</td> <td>2,5</td> <td>6,3</td> <td>16</td> <td>32</td> <td>63</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>$V_{рж}$, м/с</td> <td>3</td> <td>3,5</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>6,3</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table> <p>Задача 4. Определить внутренний диаметр сливного трубопровода при подаче насоса 63 л/мин.</p> <p style="text-align: center;">Рекомендуемые значения скорости рабочей жидкости</p> <p style="text-align: center;">Рекомендуемые значения скорости рабочей жидкости</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th colspan="8">Трубопроводы</th> </tr> <tr> <th></th> <th colspan="2">Всасывающие</th> <th colspan="1">Сливные</th> <th colspan="5">Нагнетательные</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>p_H, МПа</td> <td colspan="2">-</td> <td>-</td> <td>2,5</td> <td>6,3</td> <td>16</td> <td>32</td> <td>63</td> <td>100</td> </tr> </tbody> </table>		Трубопроводы							Нагнетательные						p_H , МПа	2,5	6,3	16	32	63	100	$V_{рж}$, м/с	3	3,5	4	5	6,3	10		Трубопроводы									Всасывающие		Сливные	Нагнетательные					p_H , МПа	-		-	2,5	6,3	16	32	63	100
	Трубопроводы																																																									
	Нагнетательные																																																									
p_H , МПа	2,5	6,3	16	32	63	100																																																				
$V_{рж}$, м/с	3	3,5	4	5	6,3	10																																																				
	Трубопроводы																																																									
	Всасывающие		Сливные	Нагнетательные																																																						
p_H , МПа	-		-	2,5	6,3	16	32	63	100																																																	

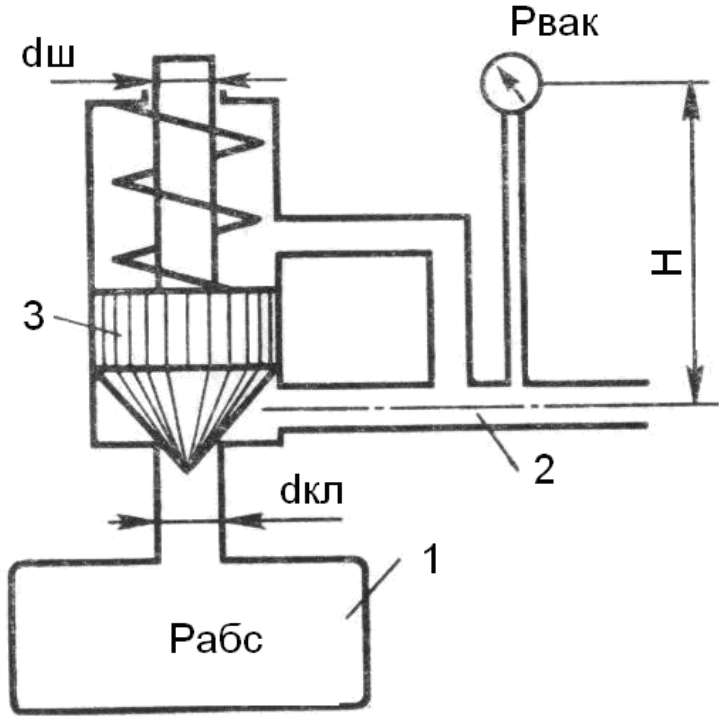
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства																																								
		<table border="1"> <tr> <td>$V_{рж}$, м/с</td> <td>1,2</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>3,5</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>6,3</td> <td>10</td> </tr> </table>	$V_{рж}$, м/с	1,2	2	3	3,5	4	5	6,3	10																															
$V_{рж}$, м/с	1,2	2	3	3,5	4	5	6,3	10																																		
		<p>Задача 5. Определить внутренний диаметр всасывающего трубопровода при подаче насоса 80 л/мин.</p> <p style="text-align: center;">Рекомендуемые значения скорости рабочей жидкости</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="7">Трубопроводы</th> </tr> <tr> <th>Всасывающие</th> <th>Сливные</th> <th colspan="5">Нагнетательные</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>p_H, МПа</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>2,5</td> <td>6,3</td> <td>16</td> <td>32</td> <td>63</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>$V_{рж}$, м/с</td> <td>1,2</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>3,5</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>6,3</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table>									Трубопроводы							Всасывающие	Сливные	Нагнетательные					p_H , МПа	-	-	2,5	6,3	16	32	63	100	$V_{рж}$, м/с	1,2	2	3	3,5	4	5	6,3	10
	Трубопроводы																																									
	Всасывающие	Сливные	Нагнетательные																																							
p_H , МПа	-	-	2,5	6,3	16	32	63	100																																		
$V_{рж}$, м/с	1,2	2	3	3,5	4	5	6,3	10																																		
		<p>Задача 6. Определить превышение давления в напорной гидролинии при подаче насоса 63 л/мин, внутреннем диаметре трубы 40 мм. Скорость распространения гидравлической волны - 1300м/с , плотность жидкости 860кг/м³.</p>																																								
		<p>Задача 7. Определить режим движения жидкости в напорной гидролинии при подаче насоса 63 л/мин, внутреннем диаметре трубы 40 мм (жидкость – АМГ-10).</p>																																								

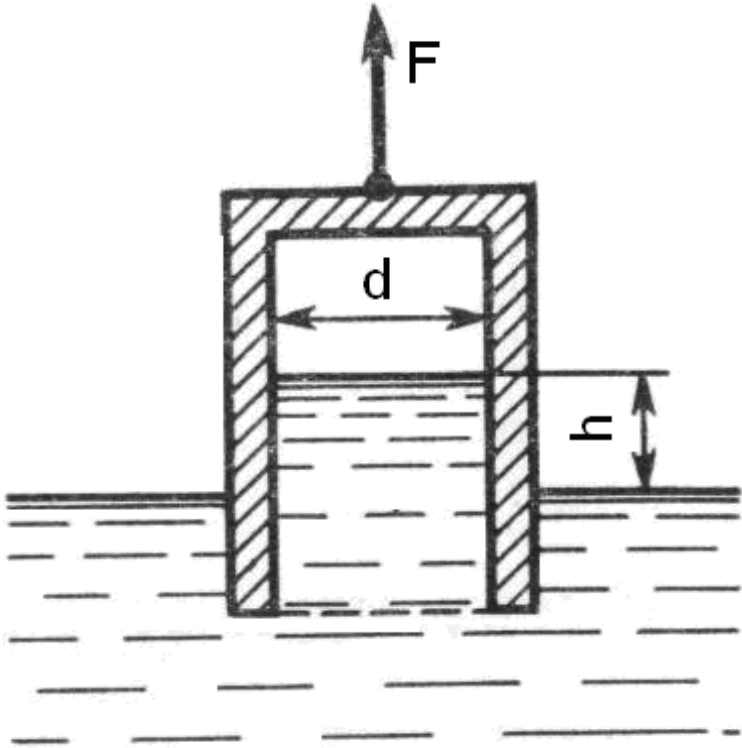
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>Задача 8. Определить минимальное значение силы F, приложенной к штоку, под действием которой начнется движение поршня диаметром $D = 80$ мм, если сила пружины, прижимающая клапан к седлу, равна $F_0 = 100$ Н, а давление жидкости $p_2 = 0,2$ МПа. Диаметр входного отверстия клапана (седла) $d_1 = 10$ мм. Диаметр штока $d_2 = 40$ мм, давление жидкости в штоковой полости гидроцилиндра $p_1 = 1,0$ МПа.</p> 

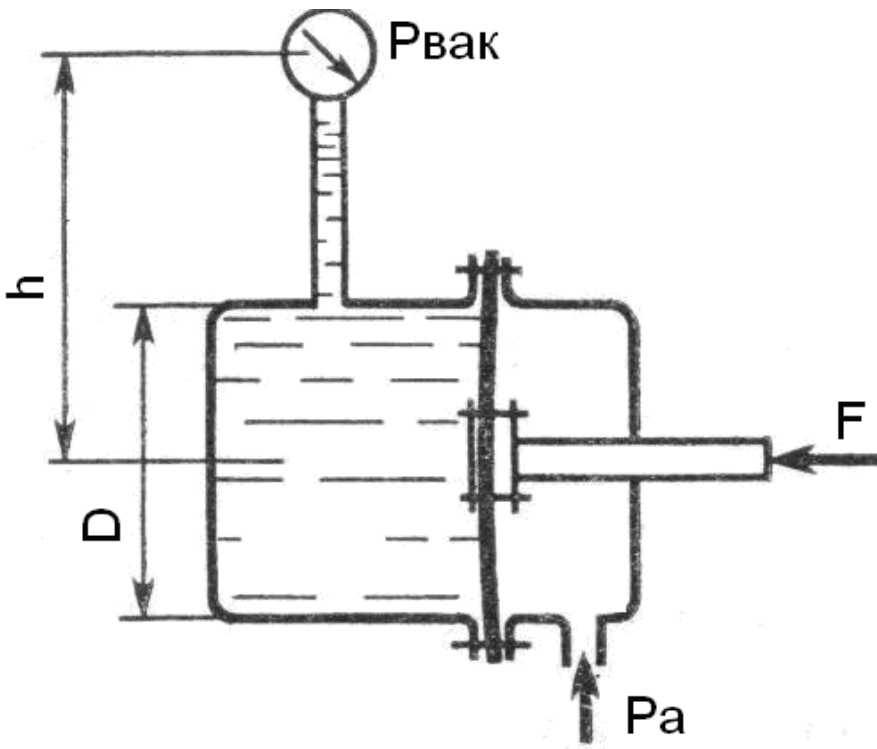
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>Задача 9. Определить величину предварительного поджатия пружины дифференциального предохранительного клапана (мм), обеспечивающую начало открытия клапана при $p_i = 0,8 \text{ МПа}$. Диаметры клапана: $D = 24 \text{ мм}$, $d = 18 \text{ мм}$.</p> 

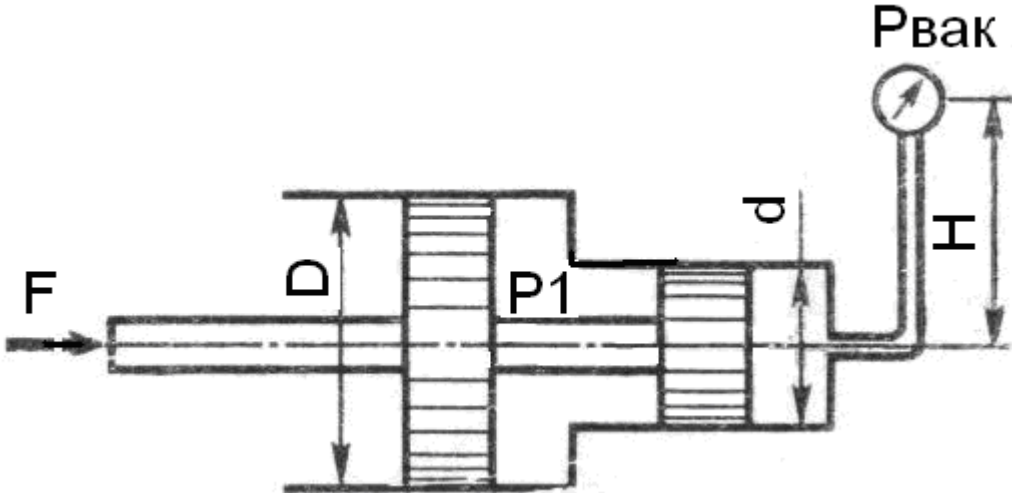
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>Задача 10. На рисунке представлена конструктивная схема гидрозамка, проходное сечение которого открывается при подаче в полость <i>A</i> управляющего потока жидкости с давлением p_y. Определить, при каком минимальном значении p_y толкатель поршня <i>1</i> сможет открыть шариковый клапан, если известно: предварительное усилие пружины $2 F = 50Н$; $D = 25\text{ мм}$, $d = 15\text{ мм}$, $p_1 = 0,5\text{ МПа}$, $p_2 = 0,2\text{ МПа}$. Силами трения пренебречь.</p> 

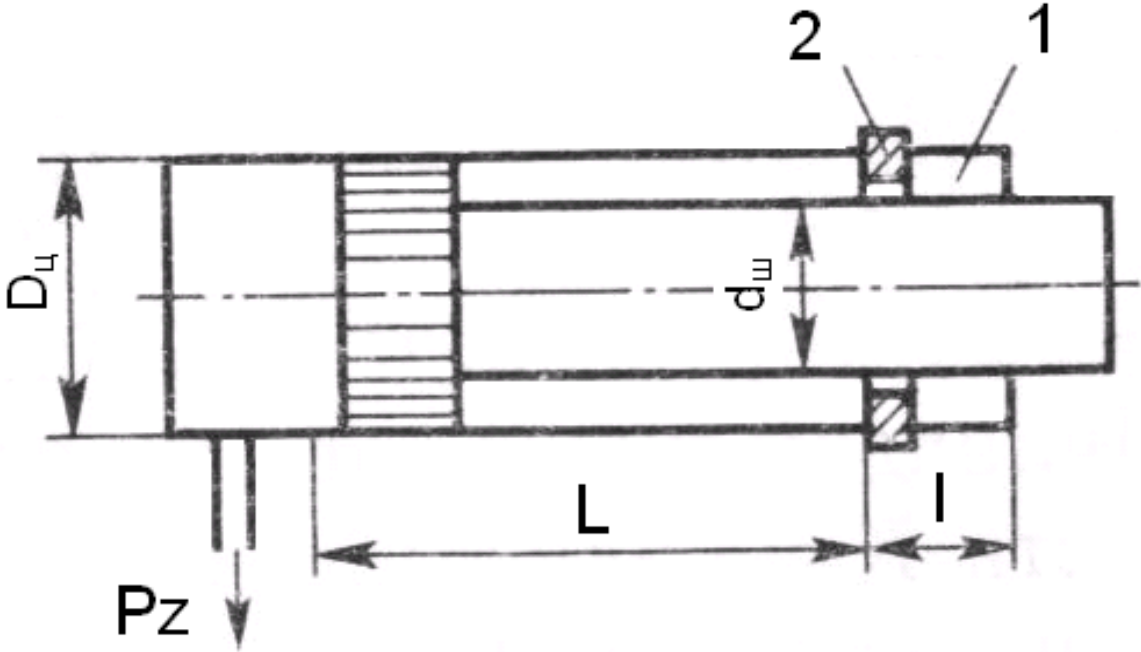
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>Задача 11. Определить, при какой высоте уровня воды начнет открываться клапан K, если сила пружины $F_{пр} = 2 \text{ кН}$, угол ее установки $\alpha = 45^\circ$, высота $h = 0,3 \text{ м}$. Труба перед клапаном имеет квадратное сечение со стороной $a = 300 \text{ мм}$.</p>  <p>Задача 12. Определить абсолютное давление в резервуаре I, если подача жидкости из него по трубопроводу 2 прекратилась и клапан 3 закрылся. Показание вакуумметра $p_{\text{вак}} = 0,05 \text{ МПа}$, высота H</p>

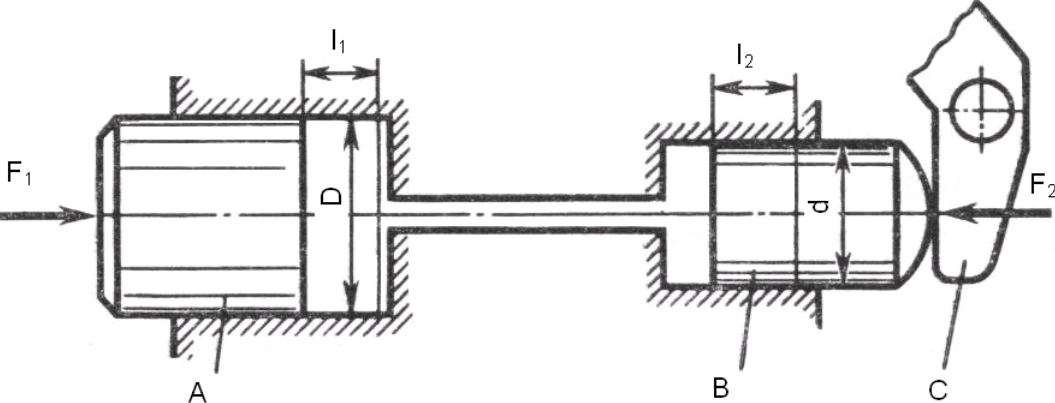
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p data-bbox="658 280 2101 376"> $=2,5\text{ м}$, сила пружины $F_{\text{пр}} = 10\text{ Н}$, плотность жидкости $\rho = 800\text{ кг/м}^3$, атмосферное давление соответствует $h_a = 755\text{ мм рт.ст.}$, диаметры $d_{\text{зв}} = 20\text{ мм}$, $d_{\text{ш}} = 10\text{ мм}$. Вертикальными размерами клапана 3 пренебречь. </p> 

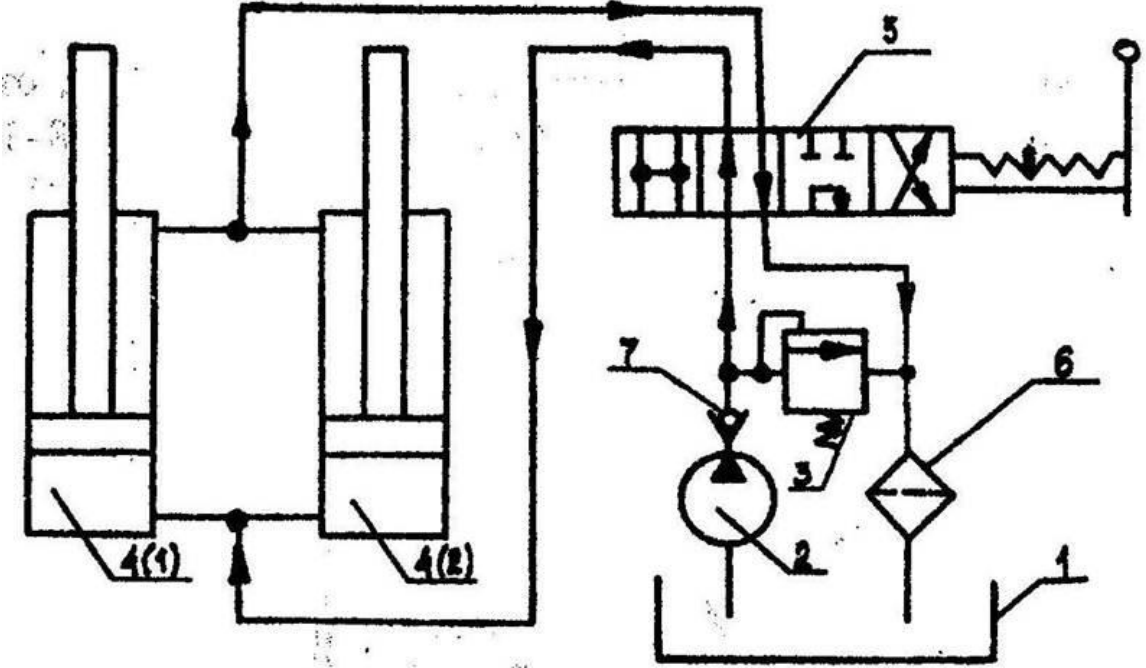
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>Задача 13. Определить абсолютное давление на поверхности жидкости в сосуде и высоту h, если атмосферное давление соответствует $h_a = 740 \text{ мм рт.ст.}$, поддерживающая сила $F = 10 \text{ Н}$, вес сосуда $G = 2 \text{ Н}$, а его диаметр $d = 60 \text{ мм}$. Толщиной стенки сосуда пренебречь. Плотность жидкости $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$.</p> 

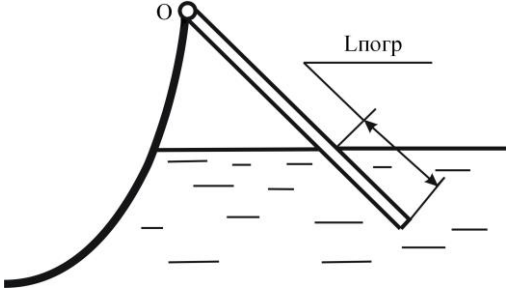
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>Задача 14. Определить силу F, действующую на шток гибкой диафрагмы, если ее диаметр $D = 200$ мм, показание вакуумметра $p_{\text{вак}} = 0,05$ МПа, высота $h = 1$ м. Площадь штока пренебречь. Найти абсолютное давление в левой полости, если $h_a = 740$ мм рт.ст.</p> 


Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p data-bbox="656 352 2136 440">Задача 15. Определить силу F на штоке золотника, если показание вакуумметра $p_{\text{вак}} = 60 \text{ кПа}$, избыточное давление $p_1 = 1 \text{ МПа}$, высота $h = 3 \text{ м}$, диаметры поршней $D = 20 \text{ мм}$ и $d = 15 \text{ мм}$, $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$.</p>  <p data-bbox="656 1134 2136 1270">Задача 16. Для обеспечения обратного хода гидроцилиндра его полость I заполнена воздухом под начальным давлением p_1. Найти размер l, определяющий положение стопорного кольца 2, которое ограничивает ход штока. Размеры цилиндра: $D_{\phi} = 150 \text{ мм}$; $d_{\phi} = 130 \text{ мм}$; ход штока $L = 400 \text{ мм}$. Сила трения</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p data-bbox="658 288 2040 368">поршня и штока 400Н, давление слива $p_z = 0,3 \text{ МПа}$, давление воздуха в начале обратного хода $P_{1\text{max}} = 2 \text{ МПа}$. Процесс расширения и сжатия воздуха принять изотермическим.</p>  <p data-bbox="658 1257 2130 1342">Задача 17. В системе дистанционного гидравлического управления необходимо обеспечить ход l_2 поршня <i>B</i> равным ходу l_1 поршня <i>A</i>, т. е. $l_1 = l_2 = l = 32 \text{ мм}$. Поршень <i>B</i> диаметром $d = 20 \text{ мм}$ должен действовать на рычаг <i>C</i> с</p>

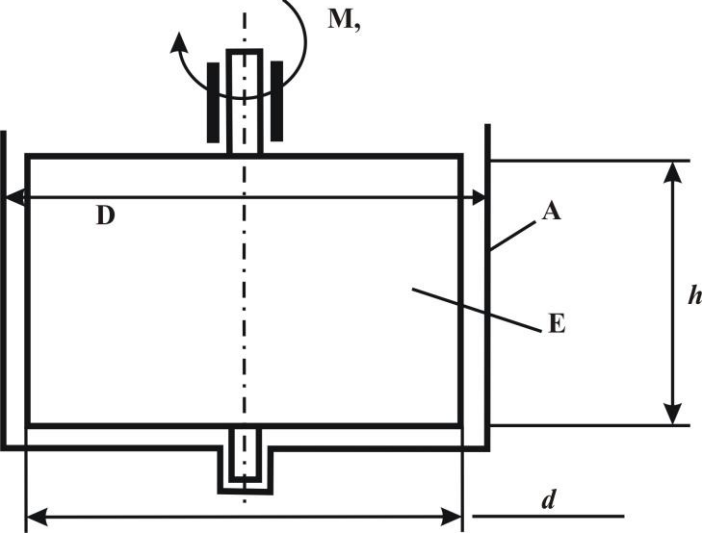
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>силой $F_2 = 8$ кН. Цилиндры и трубопровод заполнены маслом с модулем упругости $K = 1400$ МПа. Объем масла, залитого при атмосферном давлении, $V = 700$ см³. Определить диаметр D поршня A и силу F_1, приложенную к поршню A. Упругостью стенок цилиндров и трубок, а также силами трения поршней о стенки цилиндров пренебречь.</p>  <p style="text-align: center;">1.1. Задание и исходные данные для расчёта</p> <p>Задача 18. Требуется рассчитать гидропривод отвала бульдозера в соответствии с аксонометрической схемой, приведенной на рисунке.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		 <p data-bbox="750 1053 1904 1228"> 1 – бак для рабочей жидкости; 2 – насос; 3 – предохранительный клапан; 4 – гидроцилиндры; 5 – распределитель; 6 – фильтр для очистки рабочей жидкости; 7 – обратный клапан. </p> <p data-bbox="649 1260 2128 1340"> Длины участков трубопроводов равны, м: $l_8 = 1,1$; $l_{9,16} = 1,7$; $l_{10,15} = 3,4$; $l_{11,12,13,14} = 1,3$. Необходимое усилие на отвале $G = 61,4$ кН. Длина хода поршня $L = 800$ мм. Время рабочего цикла гидропривода $t = 23$ с. </p>

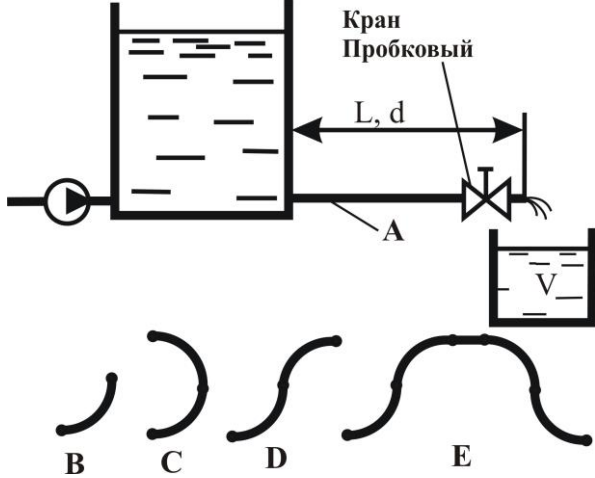
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства				
		<p>В качестве рабочей жидкости принять: МГ - 20 плотность $\rho=885\text{кг/м}^3$; вязкость при 50°C и атмосферном давлении $\nu=17\cdot 10^{-6}\text{м}^2/\text{с}$; предел рабочих температур $-30 - +60^\circ\text{C}$.</p> <p>Задача 19. Шест длиной L одним концом шарнирно закреплён в точке O, другим погружен в жидкость плотностью $\rho_{ж}$. Найти плотность $\rho_{ш}$ материала шеста и выталкивающую силу $F_{арх}$, если при равновесии в жидкость погружена его часть длиной $L_{погр}$</p> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <table border="1" data-bbox="663 751 898 1007" style="margin-right: 20px;"> <tr> <td>№ Варианта</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>$L_{погр}$</td> <td>$L/5$</td> </tr> </table>  </div> <p>Задача 20. Определить силу F от гидростатического давления на торцевую стенку сосуда с жидкостью и точку её приложения, считая от свободной поверхности.</p>	№ Варианта	0	$L_{погр}$	$L/5$
№ Варианта	0					
$L_{погр}$	$L/5$					

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства	
		№ Варианта	0
Форма торцевой стенки		$\rho_{ж}, \text{кг/м}^3$	1000
$d=2R, \text{ м}$	—	$C, \text{ м}$	1
$b, \text{ м}$	2	$h, \text{ м}$	1
$a, \text{ м}$	—		

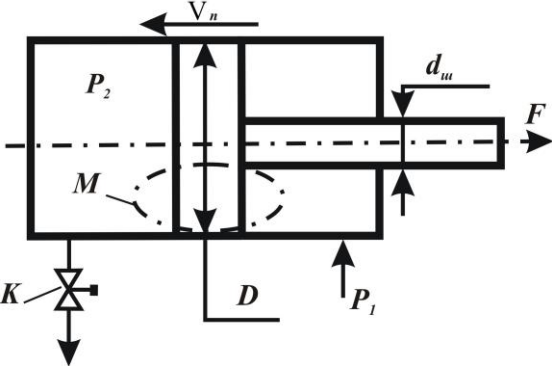
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<div data-bbox="1070 284 1720 528" data-label="Diagram"> </div> <p data-bbox="680 691 2112 810">Задача21. В кольцевом зазоре длиной h между цилиндрами А и В находится жидкость плотностью ρ и кинематической вязкостью ν. Цилиндр В вращается с частотой n. Пренебрегая сопротивлением опор, определить:</p> <p data-bbox="656 847 1227 879">- коэффициент динамической вязкости μ.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства										
		<div style="text-align: center;">  </div> <table border="1" data-bbox="696 847 1585 1345" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tbody> <tr> <td>№ Варианта</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td>M, Нм*10³</td> <td style="text-align: center;">2,0</td> </tr> <tr> <td>n, об/мин</td> <td style="text-align: center;">100</td> </tr> <tr> <td>D, мм</td> <td style="text-align: center;">200</td> </tr> <tr> <td>d, мм</td> <td style="text-align: center;">194</td> </tr> </tbody> </table>	№ Варианта	0	M , Нм*10 ³	2,0	n , об/мин	100	D , мм	200	d , мм	194
№ Варианта	0											
M , Нм*10 ³	2,0											
n , об/мин	100											
D , мм	200											
d , мм	194											

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства			
		<table border="1"> <tr> <td>h, мм</td> <td>100</td> </tr> </table>	h , мм	100	
h , мм	100				
		<table border="1"> <tr> <td>ρ, кг/м³</td> <td>–</td> </tr> </table>	ρ , кг/м ³	–	
ρ , кг/м ³	–				
		<table border="1"> <tr> <td>μ, Па*с*10³</td> <td>–</td> </tr> </table>	μ , Па*с*10 ³	–	
μ , Па*с*10 ³	–				
		<p>Задача22. Жидкость кинематической вязкостью ν поступает из отстойника с постоянным уровнем по трубопроводу длиной L и диаметром d при шероховатости $\Delta = 0,02$мм в ёмкость вместимостью V. При заданном значении коэффициента местного сопротивления пробкового крана $\zeta_{кр1}$ ёмкость V наполняется за T часов. Во сколько раз следует уменьшить сопротивление крана, чтобы в n раз сократить время наполнения ёмкости V?</p> <p>При решении задачи следует учесть все местные сопротивления (для ламинарного течения) и трение по длине L. Определение области сопротивления обязательно.</p> <p>Трубопровод на длине L имеет в горизонтальной плоскости изгибы в форме:</p> <ul style="list-style-type: none"> - одиночного плавного колена с отношением радиуса закругления R к диаметру d равном $0,75$ ($R/d=0,75$) и углом поворота 90°. 			

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства														
		<div style="text-align: center;">  </div> <table border="1" data-bbox="674 786 1057 1289" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>№ Варианта</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td>$\nu, \text{ м}^2/\text{с} \cdot 10^{-6}$</td> <td style="text-align: center;">12</td> </tr> <tr> <td>$\zeta_{\text{кр1}}$</td> <td style="text-align: center;">32</td> </tr> <tr> <td>$L, \text{ м}$</td> <td style="text-align: center;">3</td> </tr> <tr> <td>$d, \text{ мм}$</td> <td style="text-align: center;">32</td> </tr> <tr> <td>$V, \text{ м}^3$</td> <td style="text-align: center;">18</td> </tr> <tr> <td>$T, \text{ час}$</td> <td style="text-align: center;">7</td> </tr> </table>	№ Варианта	0	$\nu, \text{ м}^2/\text{с} \cdot 10^{-6}$	12	$\zeta_{\text{кр1}}$	32	$L, \text{ м}$	3	$d, \text{ мм}$	32	$V, \text{ м}^3$	18	$T, \text{ час}$	7
№ Варианта	0															
$\nu, \text{ м}^2/\text{с} \cdot 10^{-6}$	12															
$\zeta_{\text{кр1}}$	32															
$L, \text{ м}$	3															
$d, \text{ мм}$	32															
$V, \text{ м}^3$	18															
$T, \text{ час}$	7															

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства												
		<table border="1" data-bbox="674 277 1057 352"> <tr> <td>n</td> <td>2,5</td> </tr> </table> <p data-bbox="656 427 2128 544">Задача23. Требуется увеличить пропускную способность Q трубопроводной трассы длиной L и диаметром d_0 в k раз при прокачке жидкости с параметрами ρ и ν при сохранении неизменным давления на выходе из насоса.</p> <p data-bbox="656 584 2128 659">Одним из вариантов технического решения является прокладка на части трассы параллельной нитки трубопровода длиной L_n. Определите диаметр d_n этой нитки.</p> <div data-bbox="1151 687 1637 919" style="text-align: center;"> </div> <table border="1" data-bbox="674 951 1021 1310"> <tr> <td>№ Варианта</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>L, км</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>d_0, мм</td> <td>280</td> </tr> <tr> <td>Q, т/час</td> <td>95</td> </tr> <tr> <td>k</td> <td>1,2</td> </tr> </table>	n	2,5	№ Варианта	0	L , км	25	d_0 , мм	280	Q , т/час	95	k	1,2
n	2,5													
№ Варианта	0													
L , км	25													
d_0 , мм	280													
Q , т/час	95													
k	1,2													

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства								
		<table border="1" data-bbox="674 277 1021 568"> <tr> <td>ρ, кг/м³</td> <td>850</td> </tr> <tr> <td>ν, м²/с*10⁶</td> <td>85</td> </tr> <tr> <td>L, км</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>Δ, мм</td> <td>—</td> </tr> </table> <p data-bbox="651 643 2132 890">Задача 24. Жидкость плотностью ρ поступает в штоковую полость гидроцилиндра под давлением p_1, а затем поступает в поршневую полость через струеформирующее устройство (СФУ) в поршне (узел М) и далее – в атмосферу через кран К. Поршень нагружен силой F и перемещается со скоростью v_n которую следует определить при заданном типе СФУ, заданных диаметрах штока $d_{ш}$, поршня D и отверстия d_o и площади проходного канала крана $S_k = 2S_o$. Характеристики СФУ принять согласно (2, табл. 8.1), коэффициент расхода крана $\mu_k = 0,65$.</p> 	ρ , кг/м ³	850	ν , м ² /с*10 ⁶	85	L , км	9	Δ , мм	—
ρ , кг/м ³	850									
ν , м ² /с*10 ⁶	85									
L , км	9									
Δ , мм	—									

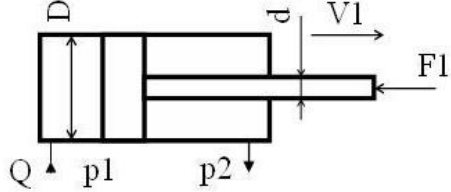
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
Владеть	<p>– инженерной терминологией в области функционирования гидропривода наземных транспортно-технологических машин и комплексов;</p> <p>– основными методами расчета гидравлических систем;</p> <p>– основными методами исследования и проектирования гидроприводов</p>	<p>Навыками измерения давления и расхода жидкости в гидравлических системах; навыками и методиками обобщения результатов решения; способами оценивания значимости и практической пригодности полученных результатов студент овладевает при выполнении лабораторных, практических и расчетных работ и обработки экспериментальных данных.</p> <p>Проектирование гидравлической системы включает следующие этапы (приведены варианты для практической работы)</p> <p>Вариант 1 – механизм подъема с одним гидроцилиндром,</p> <p>вариант 2, 9 – механизм подъема с двумя гидроцилиндрами,</p> <p>вариант 3,8 – механизм подъема стрелы,</p> <p>вариант 4,7 – механизм наклонного типа с двумя гидроцилиндрами,</p> <p>вариант 5 – механизм горизонтального типа с одним гидроцилиндром,</p> <p>вариант 6, 10 – механизм горизонтального типа с двумя гидроцилиндрами.</p> <p>:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. разработка принципиальной схемы; 2. расчет основных конструктивных параметров и подбор элементов; 3. уточненный расчет на установившемся режиме (или режимах) работы;

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства								
		4. динамический расчет на неустановившихся режимах работы. Исходные данные								
		№	Данные для расчета	Вариант						
				1	2	3	4	5	6	
		1	Номинальное давление, МПа	20	16	32	12,5	6,3	16	
		2	Расчетная нагрузка, кН	10, 80, 90	20, 15, 30	40, 50, 63	5, 8, 12	7, 9, 14	16, 18, 19	
		3	Скорость максимальная, м/с	0,125	0,16	0,08	0,1	0,125	0,2	
		4	Скорость минимальная, м/с	0,0125	0,016	0,008	0,01	0,0125	0,02	
		5	Длина хода, мм	630	400	600	500	600	450	
		6	Длина рабочего хода, мм	400	100	300	125	300	50	
		7	Длина трубопровода гидролинии всасывания, мм	200	300	200	300	200	300	
8	Длина трубопровода гидролинии нагнетания, м	3	4,5	2,6	2,8	5	3,5			
9	Длина трубопровода гидролинии слива, м	2,8	4,3	2,4	2,6	4,8	3,3			

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства									
ПК-6: способностью в составе коллектива исполнителей участвовать в разработке программ и методик испытаний наземных транспортно-технологических машин и их технологического оборудования											
Знать	<ul style="list-style-type: none"> – основные определения и понятия гидропривода; – основные методы исследований, используемых в гидроприводе машин; – известныеходы к оценке функционирования гидропривода машин; – структуру и особенности гидропривода; – основы расчетов, проектирования и исследования гидроприводов 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Рабочие жидкости гидроприводов ПТМ и СДМ. Основные определения. 2. Свойства рабочих жидкостей. 3. Требования предъявляемые к рабочим жидкостям. 4. Типы рабочих жидкостей, классификация, примеры. 5. Кавитация и облитерация рабочей жидкости. Способы предотвращения. 6. Растворимость газов в рабочей жидкости, дегазация. 7. Гидростатика, гидростатическое давление, единицы измерения. 8. Дифференциальные уравнения Эйлера для равновесия жидкости. 9. Основное уравнение гидростатики. 10. Законы Архимеда и Паскаля. 11. Механизмы с использованием уравнения гидростатики. Домкрат и мультипликатор. 12. Измерение давления жидкости. Равновесие жидкости в сообщающихся сосудах. 13. Давление жидкости на плоские стенки. 14. Трубопроводы гидроприводов. Выбор основных параметров. Определение толщины стенки. 15. Относительный покой жидкости при движении с постоянным ускорением. 16. Равновесие жидкости во вращающемся сосуде. 17. Гидродинамика. Геометрия и классификация потоков жидкости. 18. Режимы движения жидкости. Число Рейнольдса. 19. Распределение скоростей и касательных напряжений при ламинарном режиме движения. 20. Расход и средняя скорость потока при ламинарном режиме. 21. Турбулентный режим и его закономерности. 22. Закон неразрывности потока. 23. Закон сохранения энергии для потока жидкости. Уравнение Бернулли для потока идеальной жидкости. 24. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости. 									

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>25. Применение основных уравнений движения потоков жидкости для измерения скоростей и расходов жидкости.</p> <p>26. Гидростатический удар. Формула Жуковского Н.Е. для гидроудара. Способы предотвращения гидравлического удара..</p> <p>27. Потери давления, определяемые длиной трубопровода, формула Дарси.</p> <p>28. Определение местных потерь в трубопроводе, формула Вейсбаха.</p> <p>29. Определение потерь в трубопроводе, формула Дарси-Вейсбаха. Расчет трубопровода.</p> <p>30. Расчет сложных трубопроводов (последовательных, параллельных, распределительных сетей).</p> <p>31. Определение потерь давления в реальной гидросистеме.</p> <p>32. Формула Торичелли. Истечение жидкости через малое отверстие в тонкой стенке.</p> <p>33. Приводы машин, классификация, достоинства и недостатки гидропривода.</p> <p>34. Условные обозначения в гидроприводах.</p> <p>35. Структура гидропривода.</p> <p>36. Классификация гидроприводов. Схемы с объемным и дроссельным регулированием.</p> <p>37. Насосы гидроприводов , типы, особенности, основные параметры.</p> <p>38. Шестеренные насосы, типы, особенности, параметры, определяющие рабочий объем.</p> <p>39. Пластинчатые насосы, типы, Насосы гидроприводов, определения и классификация.</p> <p>40. Радиально-поршневые насосы, типы, особенности, параметры, определяющие рабочий объем.</p> <p>41. Аксиально-поршневые насосы, типы, особенности, параметры, определяющие рабочий объем.</p> <p>42. Гидродвигатели, применяемые в ПТМ и СДМ. Типы.</p> <p>43. Расчет основных параметров гидроцилиндра.</p> <p>44. Расчет гидроцилиндра на устойчивость. Узлы крепления гидроцилиндра.</p> <p>45. Гидрораспределители, типы, особенности.</p> <p>46. Гидрораспределители, типовые схемы применения.</p> <p>47. Запорные клапаны, типы.</p> <p>48. Схемы применения обратных клапанов, мостовая схема.</p> <p>49. Схема применения двойного гидрозамка для стабилизации стрелы крана или экскаватора.</p> <p>50. Схема применения запорных клапанов для стабилизации стрелы крана или экскаватора.</p> <p>51. Клапаны давления, типы.</p>

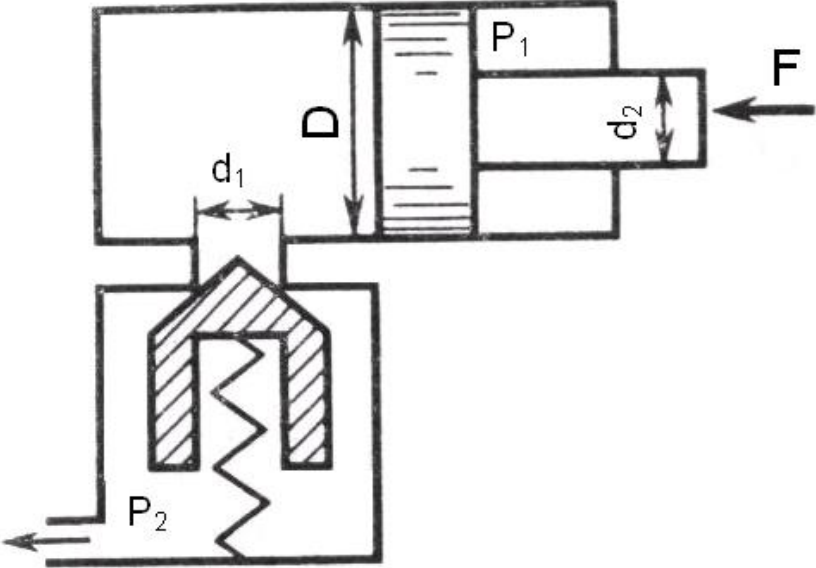
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>52. Предохранительные клапаны, особенности ПК с прямым и предварительным управлением.</p> <p>53. Типовые схемы применения клапанов давления.</p> <p>54. Поточные клапаны, типы.</p> <p>55. Дроссели, конструкции дросселей.</p> <p>56. Типовые схемы применения дросселей Типовые схемы применения дросселей.</p> <p>57. Регуляторы потока, схемы, особенности.</p> <p>58. Гидроаккумуляторы, типы.</p> <p>59. Типовые схемы применения ГА.</p> <p>60. Фильтры, типы фильтров, типовые схемы применения фильтров.</p> <p>61. Приборы контроля гидропривода.</p> <p>62. Следящий гидропривод с объемным регулированием.</p> <p>63. Насосные установки гидроприводов, типовые схемы.</p> <p>64. Гидравлическая схема погрузчика.</p> <p>65. Гидравлическая схема применения дифференциального гидроцилиндра.</p> <p>66. Гидропривод закрытой гидросистемы, основной контур, система подпитки и промывки.</p> <p>67. Гидропривод прессы.</p> <p>68. Расчет гидропривода с дроссельным регулированием, определения расходов, потерь давления, выбор гидроаппаратуры и гидронасоса (на примере расчетного задания).</p>
Уметь	<p>– разрабатывать расчетные гидравлические схемы;</p> <p>– пользоваться современными измерительными и технологическими инструментами;</p>	<p>Примерные вопросы для защиты лабораторных работ, примерные задания и задачи для практических занятий, задания для контрольной работы представлены в электронных изданиях:</p> <p>Мацко Е. Ю., И. Г. Усов. Гидравлика и гидропневмопривод [Электронный ресурс]: лабораторный практикум; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2014.</p> <p>Мацко Е.Ю., Усов И.Г., Великанов В.С. Основы функционирования гидропривода машин. [Электронный ресурс]: Практикум. - Магнитогорск: МГТУ, 2018. Том Часть 1</p>

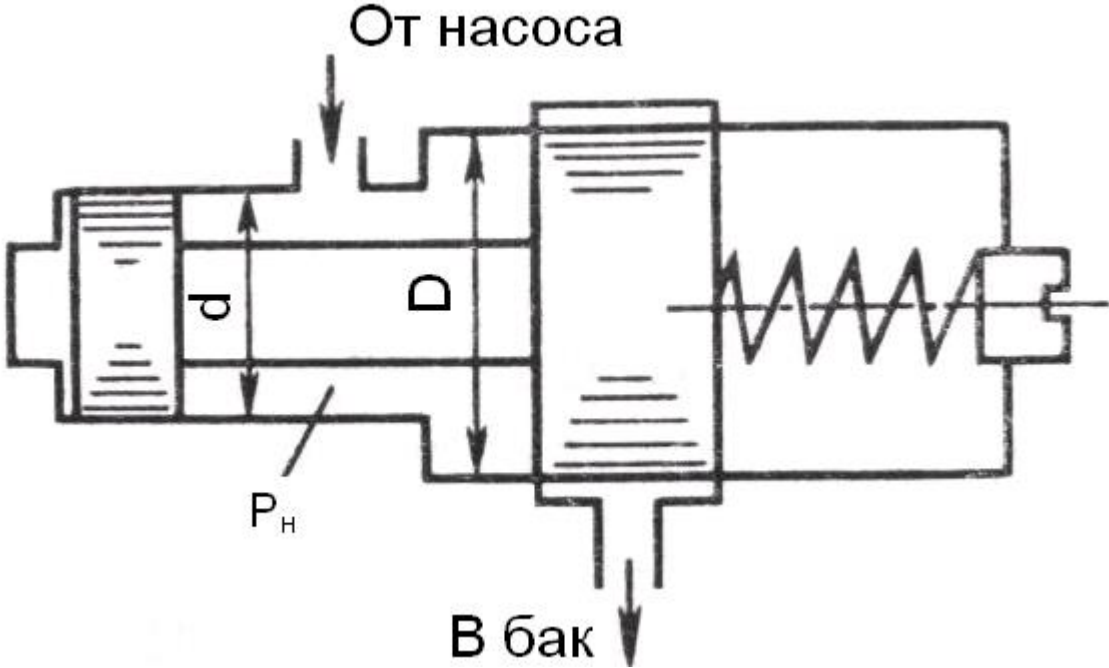
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>– рассчитывать типовые схемы гидроприводов наземных транспортно-технологических, подбирать исходя из заданных нагрузок и условий эксплуатации комплектующие изделия (гидромашины и гидроаппараты);</p> <p>– пользоваться современными средствами информационных технологий и машинной графики;</p> <p>– пользоваться справочной литературой по направлению своей профессиональной деятельности</p>	<p>Мацко Е.Ю., Усов И.Г., Великанов В.С., Панфилова О.С., Кутлубаев И.М. Основы функционирования гидропривода машин. [Электронный ресурс]: Практикум. - Магнитогорск: МГТУ, 2018. Том Часть 2</p> <p>Примеры задач</p> <p>Задача 1. Определить усилия F на штоке, скорости перемещения v, работу, совершаемую при движении штока, для трех схем подключения гидроцилиндра с односторонним штоком при заданных диаметрах поршня $D=32\text{мм}$ и штока $d=20\text{мм}$, давлениях $p_1=20\text{МПа}$ и $p_2=0,8\text{МПа}$, расходе $Q=20\text{л/мин}$, длине хода штока $L=800\text{мм}$.</p>  <p>Задача 2. Определить усилия F на штоке, скорости перемещения v, работу, совершаемую при движении штока, для трех схем подключения гидроцилиндра с односторонним штоком при заданных диаметрах поршня $D=32\text{мм}$ и штока $d=20\text{мм}$, давлениях $p_1=20\text{МПа}$ и $p_2=0,8\text{МПа}$, расходе $Q=20\text{л/мин}$, длине хода штока $L=800\text{мм}$.</p>

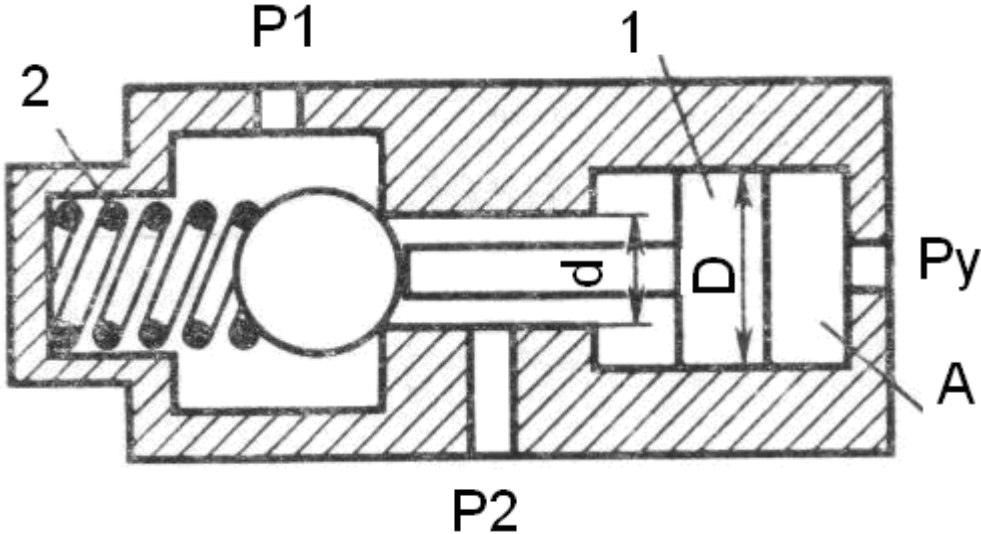
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<div data-bbox="1205 295 1624 486" data-label="Diagram"> </div> <p data-bbox="654 598 2101 769">Задача 3. Определить усилия F на штоке, скорости перемещения v, работу, совершаемую при движении штока, для трех схем подключения гидроцилиндра с односторонним штоком при заданных диаметрах поршня $D=32\text{мм}$ и штока $d=20\text{мм}$, давлениях $p_1=20\text{МПа}$ и $p_2=0,8\text{МПа}$, расходе $Q=20\text{л/мин}$, длине хода штока $L=800\text{мм}$.</p> <div data-bbox="1214 869 1624 1133" data-label="Diagram"> </div> <p data-bbox="654 1173 2004 1244">Задача 4. Определить внутренний диаметр напорного трубопровода при подаче насоса 120 л/мин, давлении 6,3 МПа.</p> <p data-bbox="1025 1284 1765 1316" style="text-align: center;">Рекомендуемые значения скорости рабочей жидкости</p>

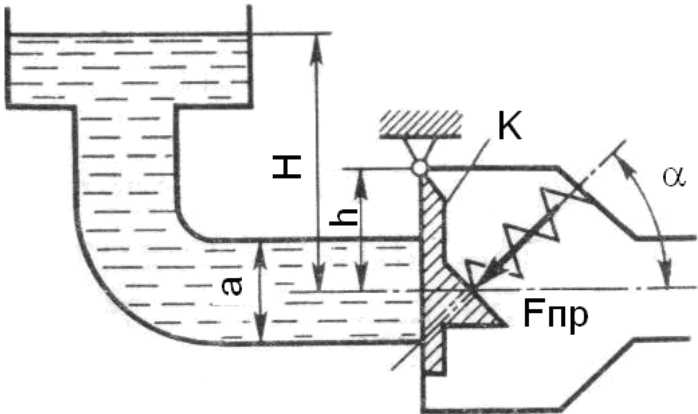
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства							
				Трубопроводы					
	Нагнетательные								
p_H , МПа	2,5	6,3	16	32	63	100			
$V_{рж}$, м/с	3	3,5	4	5	6,3	10			
Задача 4. Определить внутренний диаметр сливного трубопровода при подаче насоса 63 л/мин.									
Рекомендуемые значения скорости рабочей жидкости									
Рекомендуемые значения скорости рабочей жидкости									
	Трубопроводы								
	Всасывающие	Сливные	Нагнетательные						
p_H , МПа	-	-	2,5	6,3	16	32	63	100	
$V_{рж}$, м/с	1,2	2	3	3,5	4	5	6,3	10	

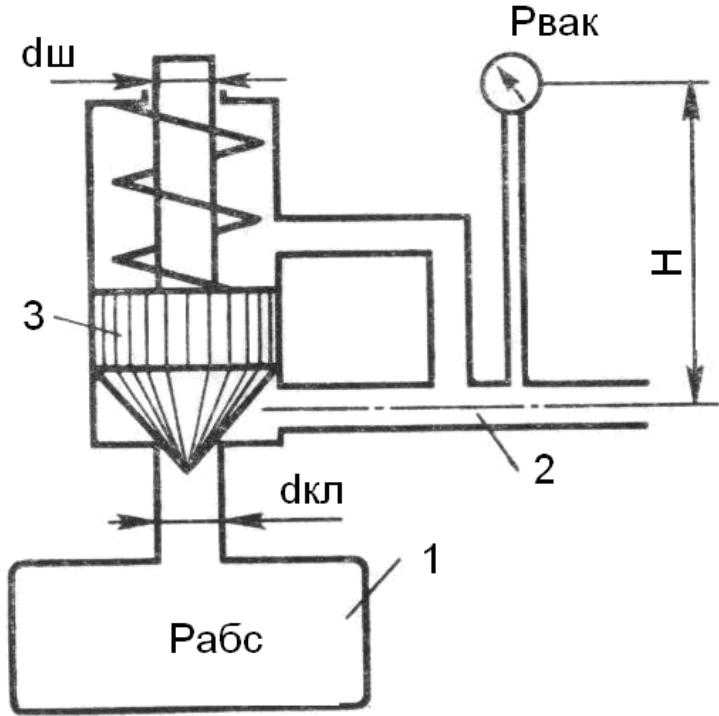
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства																																		
		<p data-bbox="658 280 2047 316">Задача 5. Определить внутренний диаметр всасывающего трубопровода при подаче насоса 80 л/мин.</p> <p data-bbox="1025 352 1765 387">Рекомендуемые значения скорости рабочей жидкости</p> <table border="1" data-bbox="658 416 1973 724"> <thead> <tr> <th data-bbox="658 416 860 488"></th> <th colspan="7" data-bbox="860 416 1973 459">Трубопроводы</th> </tr> <tr> <th data-bbox="658 488 860 555"></th> <th data-bbox="860 488 1115 555">Всасывающие</th> <th data-bbox="1115 488 1288 555">Сливные</th> <th colspan="5" data-bbox="1288 488 1973 555">Нагнетательные</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="658 555 860 635">p_H, МПа</td> <td data-bbox="860 555 1115 635">-</td> <td data-bbox="1115 555 1288 635">-</td> <td data-bbox="1288 555 1400 635">2,5</td> <td data-bbox="1400 555 1512 635">6,3</td> <td data-bbox="1512 555 1624 635">16</td> <td data-bbox="1624 555 1736 635">32</td> <td data-bbox="1736 555 1848 635">63</td> <td data-bbox="1848 555 1973 635">100</td> </tr> <tr> <td data-bbox="658 635 860 724">$V_{pж}$, м/с</td> <td data-bbox="860 635 1115 724">1,2</td> <td data-bbox="1115 635 1288 724">2</td> <td data-bbox="1288 635 1400 724">3</td> <td data-bbox="1400 635 1512 724">3,5</td> <td data-bbox="1512 635 1624 724">4</td> <td data-bbox="1624 635 1736 724">5</td> <td data-bbox="1736 635 1848 724">6,3</td> <td data-bbox="1848 635 1973 724">10</td> </tr> </tbody> </table> <p data-bbox="658 799 2132 916">Задача 6. Определить превышение давления в напорной гидролинии при подаче насоса 63 л/мин, внутреннем диаметре трубы 40 мм. Скорость распространения гидравлической волны - 1300м/с , плотность жидкости 860кг/м³.</p> <p data-bbox="658 1023 2063 1099">Задача 7. Определить режим движения жидкости в напорной гидролинии при подаче насоса 63 л/мин, внутреннем диаметре трубы 40 мм (жидкость – АМГ-10).</p> <p data-bbox="658 1206 2132 1283">Задача 8. Определить минимальное значение силы F , приложенной к штоку, под действием которой начнется движение поршня диаметром $D = 80$ мм, если сила пружины, прижимающая клапан к седлу, равна</p>		Трубопроводы								Всасывающие	Сливные	Нагнетательные					p_H , МПа	-	-	2,5	6,3	16	32	63	100	$V_{pж}$, м/с	1,2	2	3	3,5	4	5	6,3	10
	Трубопроводы																																			
	Всасывающие	Сливные	Нагнетательные																																	
p_H , МПа	-	-	2,5	6,3	16	32	63	100																												
$V_{pж}$, м/с	1,2	2	3	3,5	4	5	6,3	10																												

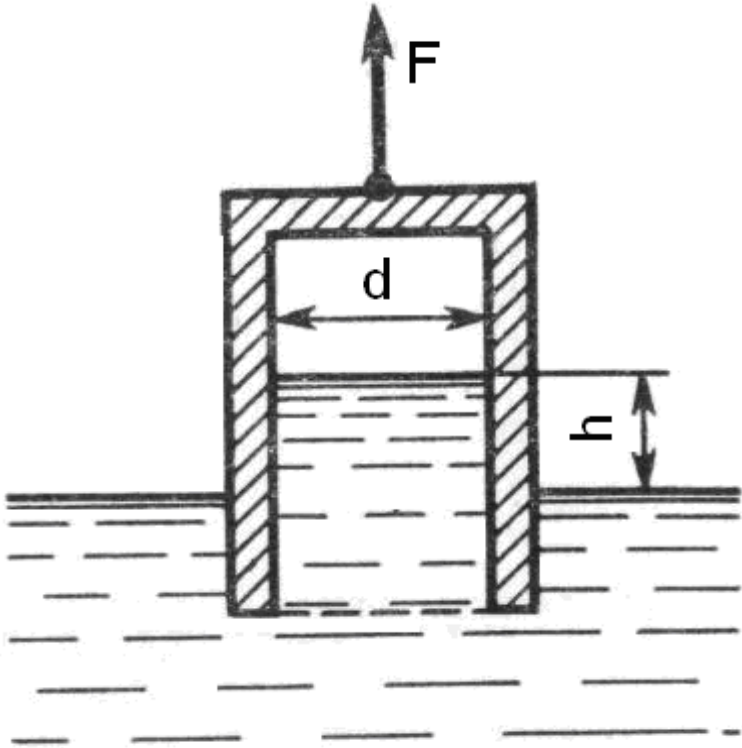
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>$F_0 = 100 \text{ Н}$, а давление жидкости $p_2 = 0,2 \text{ МПа}$. Диаметр входного отверстия клапана (седла) $d_1 = 10 \text{ мм}$. Диаметр штока $d_2 = 40 \text{ мм}$, давление жидкости в штоковой полости гидроцилиндра $p_1 = 1,0 \text{ МПа}$.</p> 

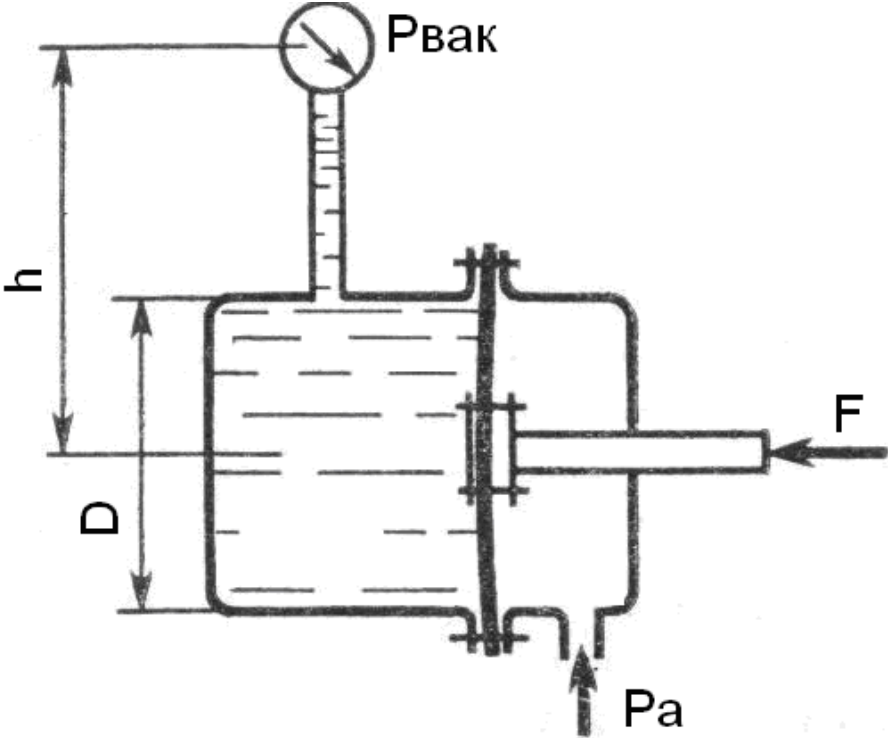
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>Задача 9. Определить величину предварительного поджатия пружины дифференциального предохранительного клапана (мм), обеспечивающую начало открытия клапана при $p_i = 0,8 \text{ МПа}$. Диаметры клапана: $D = 24 \text{ мм}$, $d = 18 \text{ мм}$.</p> 

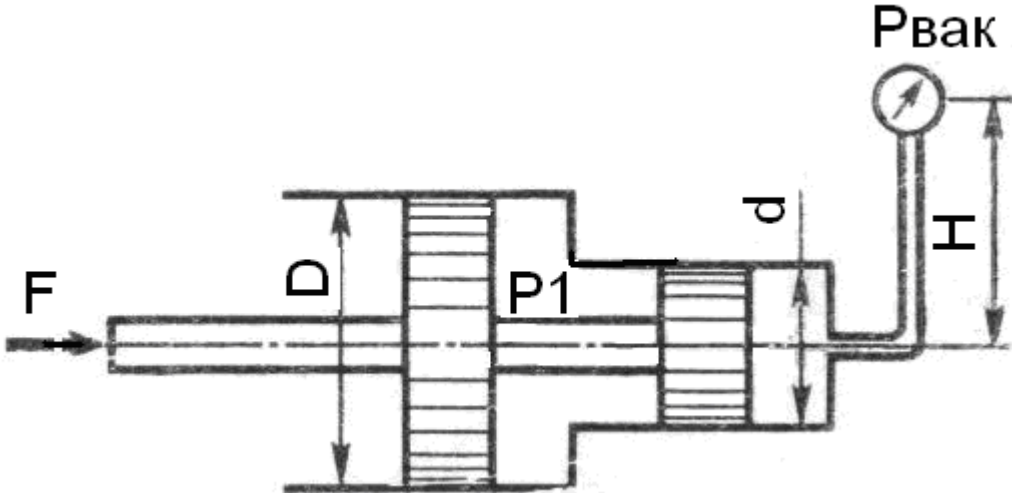
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>Задача 10. На рисунке представлена конструктивная схема гидрозамка, проходное сечение которого открывается при подаче в полость <i>A</i> управляющего потока жидкости с давлением p_y. Определить, при каком минимальном значении p_y толкатель поршня <i>1</i> сможет открыть шариковый клапан, если известно: предварительное усилие пружины $2 F = 50Н$; $D = 25\text{ мм}$, $d = 15\text{ мм}$, $p_1 = 0,5\text{ МПа}$, $p_2 = 0,2\text{ МПа}$. Силами трения пренебречь.</p> 

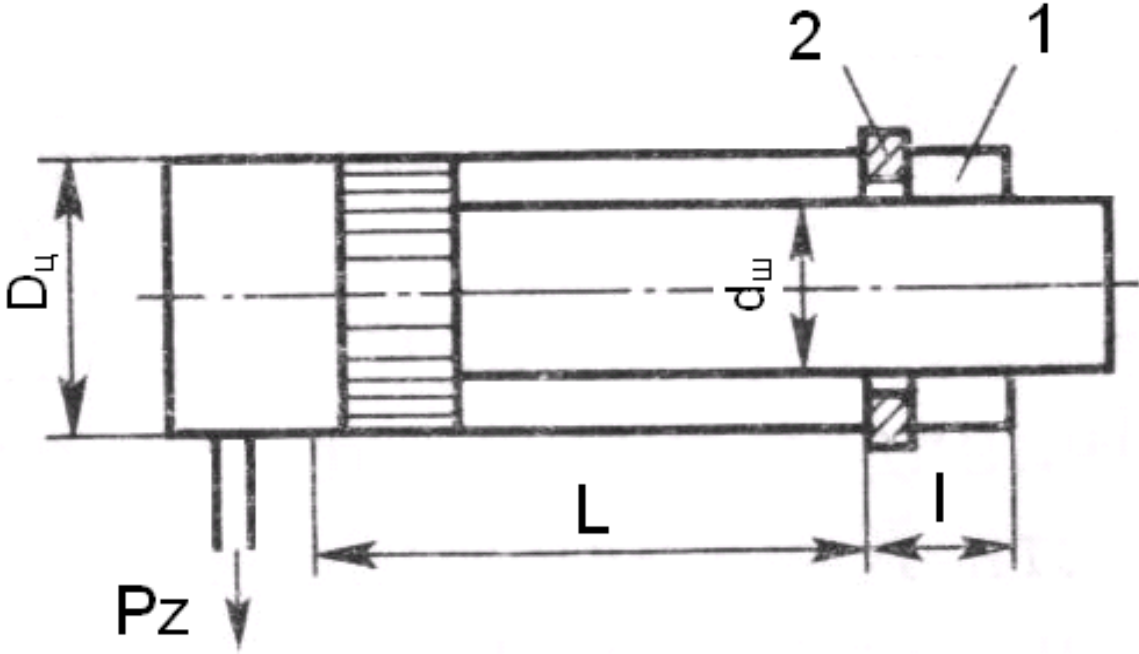
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>Задача 11. Определить, при какой высоте уровня воды начнет открываться клапан K, если сила пружины $F_{пр} = 2 \text{ кН}$, угол ее установки $\alpha = 45^\circ$, высота $h = 0,3 \text{ м}$. Труба перед клапаном имеет квадратное сечение со стороной $a = 300 \text{ мм}$.</p>  <p>Задача 12. Определить абсолютное давление в резервуаре I, если подача жидкости из него по трубопроводу 2 прекратилась и клапан 3 закрылся. Показание вакуумметра $p_{\text{вак}} = 0,05 \text{ МПа}$, высота H</p>

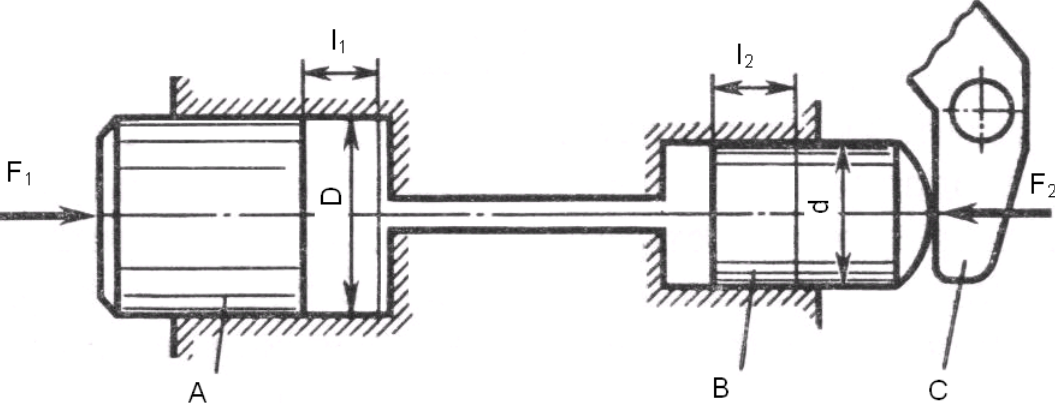
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p data-bbox="658 280 2101 376"> $=2,5\text{ м}$, сила пружины $F_{\text{пр}} = 10\text{ Н}$, плотность жидкости $\rho = 800\text{ кг/м}^3$, атмосферное давление соответствует $h_a = 755\text{ мм рт.ст.}$, диаметры $d_{\text{зв}} = 20\text{ мм}$, $d_{\text{ш}} = 10\text{ мм}$. Вертикальными размерами клапана 3 пренебречь. </p> 

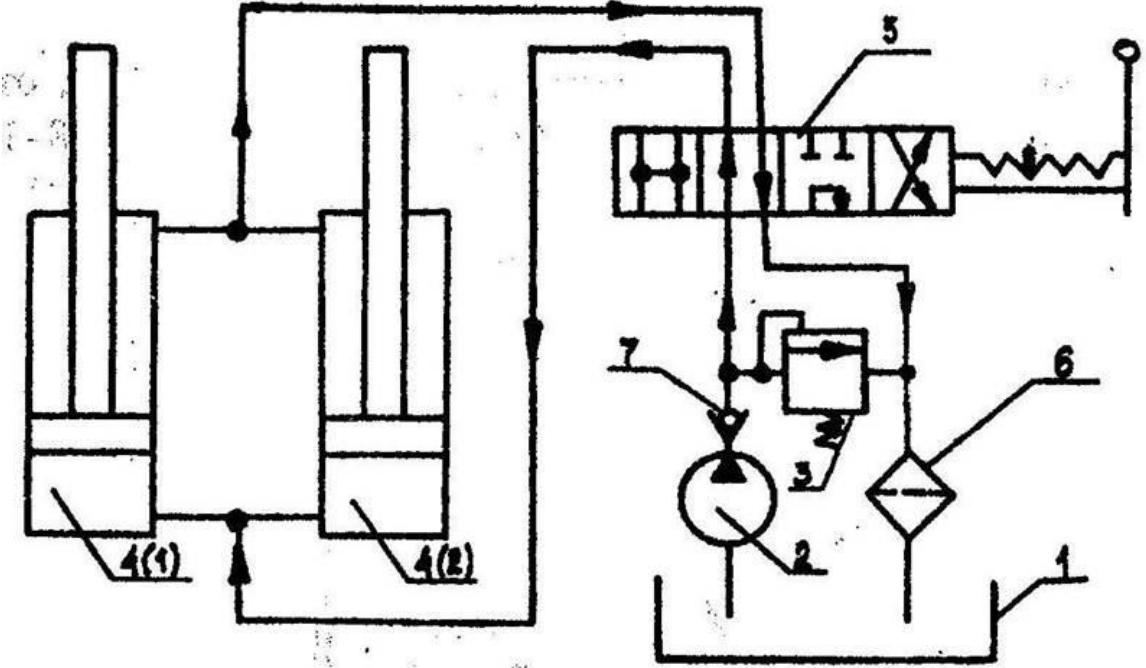
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>Задача 13. Определить абсолютное давление на поверхности жидкости в сосуде и высоту h, если атмосферное давление соответствует $h_a = 740 \text{ мм рт.ст.}$, поддерживающая сила $F = 10 \text{ Н}$, вес сосуда $G = 2 \text{ Н}$, а его диаметр $d = 60 \text{ мм}$. Толщиной стенки сосуда пренебречь. Плотность жидкости $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$.</p> 

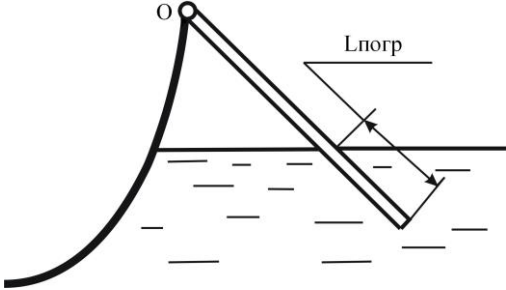
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>Задача 14. Определить силу F, действующую на шток гибкой диафрагмы, если ее диаметр $D = 200$ мм, показание вакуумметра $p_{\text{вак}} = 0,05$ МПа, высота $h = 1$ м. Площадь штока пренебречь. Найти абсолютное давление в левой полости, если $h_a = 740$ мм рт.ст.</p> 


Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p data-bbox="656 352 2136 440">Задача 15. Определить силу F на штоке золотника, если показание вакуумметра $p_{\text{вак}} = 60 \text{ кПа}$, избыточное давление $p_1 = 1 \text{ МПа}$, высота $h = 3 \text{ м}$, диаметры поршней $D = 20 \text{ мм}$ и $d = 15 \text{ мм}$, $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$.</p>  <p data-bbox="656 1134 2136 1270">Задача 16. Для обеспечения обратного хода гидроцилиндра его полость I заполнена воздухом под начальным давлением p_1. Найти размер l, определяющий положение стопорного кольца 2, которое ограничивает ход штока. Размеры цилиндра: $D_{\phi} = 150 \text{ мм}$; $d_{\phi} = 130 \text{ мм}$; ход штока $L = 400 \text{ мм}$. Сила трения</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p data-bbox="658 288 2040 368">поршня и штока 400Н, давление слива $p_z = 0,3 \text{ МПа}$, давление воздуха в начале обратного хода $P_{1\text{max}} = 2 \text{ МПа}$. Процесс расширения и сжатия воздуха принять изотермическим.</p>  <p data-bbox="658 1257 2130 1342">Задача 17. В системе дистанционного гидравлического управления необходимо обеспечить ход l_2 поршня <i>B</i> равным ходу l_1 поршня <i>A</i>, т. е. $l_1 = l_2 = l = 32 \text{ мм}$. Поршень <i>B</i> диаметром $d = 20 \text{ мм}$ должен действовать на рычаг <i>C</i> с</p>

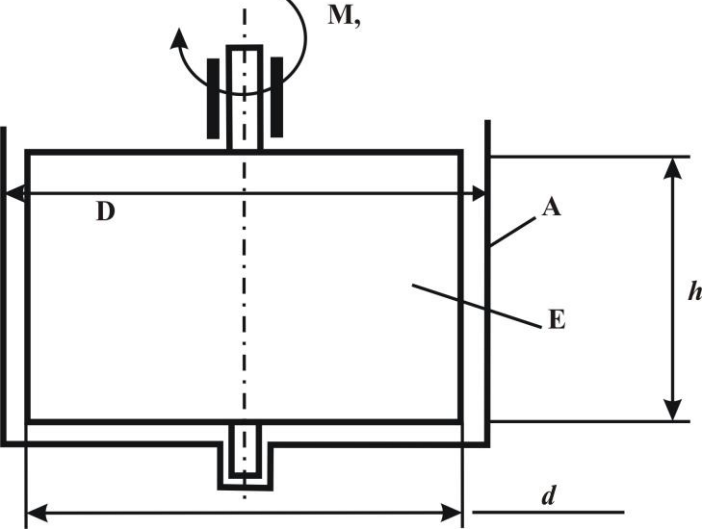
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>силой $F_2 = 8$ кН. Цилиндры и трубопровод заполнены маслом с модулем упругости $K = 1400$ МПа. Объем масла, залитого при атмосферном давлении, $V = 700$ см³. Определить диаметр D поршня A и силу F_1, приложенную к поршню A. Упругостью стенок цилиндров и трубок, а также силами трения поршней о стенки цилиндров пренебречь.</p>  <p style="text-align: center;">1.1. Задание и исходные данные для расчёта</p> <p>Задача 18. Требуется рассчитать гидропривод отвала бульдозера в соответствии с аксонометрической схемой, приведенной на рисунке.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		 <p data-bbox="750 1053 1904 1228"> 1 – бак для рабочей жидкости; 2 – насос; 3 – предохранительный клапан; 4 – гидроцилиндры; 5 – распределитель; 6 – фильтр для очистки рабочей жидкости; 7 – обратный клапан. </p> <p data-bbox="649 1260 2128 1340"> Длины участков трубопроводов равны, м: $l_8 = 1,1$; $l_{9,16} = 1,7$; $l_{10,15} = 3,4$; $l_{11,12,13,14} = 1,3$. Необходимое усилие на отвале $G = 61,4$ кН. Длина хода поршня $L = 800$ мм. Время рабочего цикла гидропривода $t = 23$ с. </p>

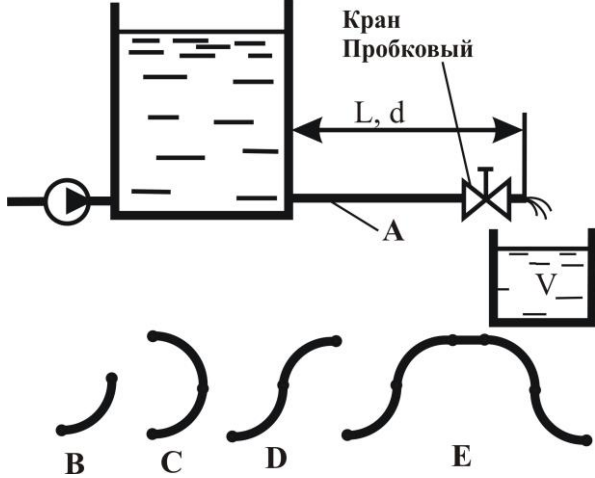
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства				
		<p>В качестве рабочей жидкости принять: МГ - 20 плотность $\rho=885\text{кг/м}^3$; вязкость при 50°C и атмосферном давлении $\nu=17\cdot 10^{-6}\text{м}^2/\text{с}$; предел рабочих температур $-30 - +60^\circ\text{C}$.</p> <p>Задача 19. Шест длиной L одним концом шарнирно закреплён в точке O, другим погружен в жидкость плотностью $\rho_{ж}$. Найти плотность $\rho_{ш}$ материала шеста и выталкивающую силу $F_{арх}$, если при равновесии в жидкость погружена его часть длиной $L_{погр}$</p> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <table border="1" data-bbox="663 751 898 1007" style="margin-right: 20px;"> <tr> <td>№ Варианта</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>$L_{погр}$</td> <td>$L/5$</td> </tr> </table>  </div> <p>Задача 20. Определить силу F от гидростатического давления на торцевую стенку сосуда с жидкостью и точку её приложения, считая от свободной поверхности.</p>	№ Варианта	0	$L_{погр}$	$L/5$
№ Варианта	0					
$L_{погр}$	$L/5$					

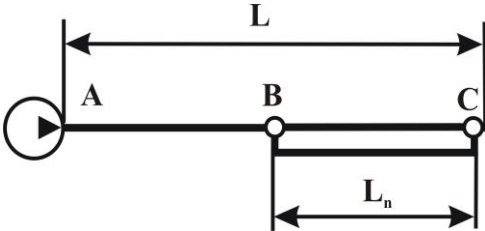
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства	
		№ Варианта	0
	Форма торцевой стенки 	$\rho_{ж}, \text{кг/м}^3$	1000
	$d=2R, \text{ м}$	$C, \text{ м}$	1
	$b, \text{ м}$	$h, \text{ м}$	2
	$a, \text{ м}$		1
			—

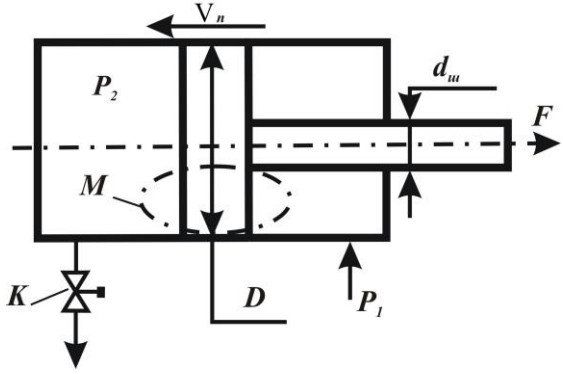
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<div data-bbox="1070 284 1720 528" data-label="Diagram"> </div> <p data-bbox="680 691 2112 810">Задача21. В кольцевом зазоре длиной h между цилиндрами А и В находится жидкость плотностью ρ и кинематической вязкостью ν. Цилиндр В вращается с частотой n. Пренебрегая сопротивлением опор, определить:</p> <p data-bbox="656 847 1227 879">- коэффициент динамической вязкости μ.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства										
		<div style="text-align: center;">  </div> <table border="1" data-bbox="696 847 1585 1353" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tbody> <tr> <td>№ Варианта</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td>M, Нм*10³</td> <td style="text-align: center;">2,0</td> </tr> <tr> <td>n, об/мин</td> <td style="text-align: center;">100</td> </tr> <tr> <td>D, мм</td> <td style="text-align: center;">200</td> </tr> <tr> <td>d, мм</td> <td style="text-align: center;">194</td> </tr> </tbody> </table>	№ Варианта	0	M , Нм*10 ³	2,0	n , об/мин	100	D , мм	200	d , мм	194
№ Варианта	0											
M , Нм*10 ³	2,0											
n , об/мин	100											
D , мм	200											
d , мм	194											

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства							
		<table border="1" data-bbox="696 277 1585 496"> <tr> <td data-bbox="696 277 1319 352">h, мм</td> <td data-bbox="1319 277 1585 352">100</td> </tr> <tr> <td data-bbox="696 352 1319 427">ρ, кг/м³</td> <td data-bbox="1319 352 1585 427">–</td> </tr> <tr> <td data-bbox="696 427 1319 496">μ, Па*с*10³</td> <td data-bbox="1319 427 1585 496">–</td> </tr> </table> <p data-bbox="654 571 2134 772">Задача22. Жидкость кинематической вязкостью ν поступает из отстойника с постоянным уровнем по трубопроводу длиной L и диаметром d при шероховатости $\Delta = 0,02$мм в ёмкость вместимостью V. При заданном значении коэффициента местного сопротивления пробкового крана $\zeta_{кр1}$ ёмкость V наполняется за T часов. Во сколько раз следует уменьшить сопротивление крана, чтобы в n раз сократить время наполнения ёмкости V?</p> <p data-bbox="654 810 2134 884">При решении задачи следует учесть все местные сопротивления (для ламинарного течения) и трение по длине L. Определение области сопротивления обязательно.</p> <p data-bbox="748 922 1800 954">Трубопровод на длине L имеет в горизонтальной плоскости изгибы в форме:</p> <ul data-bbox="654 992 2038 1066" style="list-style-type: none"> - одиночного плавного колена с отношением радиуса закругления R к диаметру d равном 0,75 ($R/d=0,75$) и углом поворота 90°. 		h , мм	100	ρ , кг/м ³	–	μ , Па*с*10 ³	–
h , мм	100								
ρ , кг/м ³	–								
μ , Па*с*10 ³	–								

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства														
		<div style="text-align: center;">  </div> <table border="1" data-bbox="674 786 1057 1289" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>№ Варианта</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td>$\nu, \text{ м}^2/\text{с} \cdot 10^{-6}$</td> <td style="text-align: center;">12</td> </tr> <tr> <td>$\zeta_{\text{кр1}}$</td> <td style="text-align: center;">32</td> </tr> <tr> <td>$L, \text{ м}$</td> <td style="text-align: center;">3</td> </tr> <tr> <td>$d, \text{ мм}$</td> <td style="text-align: center;">32</td> </tr> <tr> <td>$V, \text{ м}^3$</td> <td style="text-align: center;">18</td> </tr> <tr> <td>$T, \text{ час}$</td> <td style="text-align: center;">7</td> </tr> </table>	№ Варианта	0	$\nu, \text{ м}^2/\text{с} \cdot 10^{-6}$	12	$\zeta_{\text{кр1}}$	32	$L, \text{ м}$	3	$d, \text{ мм}$	32	$V, \text{ м}^3$	18	$T, \text{ час}$	7
№ Варианта	0															
$\nu, \text{ м}^2/\text{с} \cdot 10^{-6}$	12															
$\zeta_{\text{кр1}}$	32															
$L, \text{ м}$	3															
$d, \text{ мм}$	32															
$V, \text{ м}^3$	18															
$T, \text{ час}$	7															

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства											
		n	2,5										
<p style="text-align: center;">Задача 23. Требуется увеличить пропускную способность Q трубопроводной трассы длиной L и диаметром d_0 в k раз при прокачке жидкости с параметрами ρ и ν при сохранении неизменным давления на выходе из насоса.</p> <p style="text-align: center;">Одним из вариантов технического решения является прокладка на части трассы параллельной нитки трубопровода длиной L_n. Определите диаметр d_n этой нитки.</p> <div style="text-align: center;">  </div>													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">№ Варианта</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">L, км</td> <td style="text-align: center;">25</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">d_0, мм</td> <td style="text-align: center;">280</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Q, т/час</td> <td style="text-align: center;">95</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">k</td> <td style="text-align: center;">1,2</td> </tr> </table>				№ Варианта	0	L , км	25	d_0 , мм	280	Q , т/час	95	k	1,2
№ Варианта	0												
L , км	25												
d_0 , мм	280												
Q , т/час	95												
k	1,2												

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства									
		<table border="1"> <tr> <td>ρ, кг/м³</td> <td>850</td> </tr> <tr> <td>ν, м²/с*10⁶</td> <td>85</td> </tr> <tr> <td>L, км</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>Δ, мм</td> <td>—</td> </tr> </table>	ρ , кг/м ³	850	ν , м ² /с*10 ⁶	85	L , км	9	Δ , мм	—	<p>Задача 24. Жидкость плотностью ρ поступает в штоковую полость гидроцилиндра под давлением p_1, а затем поступает в поршневую полость через струеформирующее устройство (СФУ) в поршне (узел М) и далее – в атмосферу через кран К. Поршень нагружен силой F и перемещается со скоростью v_n которую следует определить при заданном типе СФУ, заданных диаметрах штока $d_{ш}$, поршня D и отверстия d_o и площади проходного канала крана $S_k = 2S_o$. Характеристики СФУ принять согласно (2, табл.8.1), коэффициент расхода крана $\mu_k = 0,65$.</p> 
ρ , кг/м ³	850										
ν , м ² /с*10 ⁶	85										
L , км	9										
Δ , мм	—										

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
Владеть	<p>– инженерной терминологией в области функционирования гидропривода наземных транспортно-технологических машин и комплексов;</p> <p>– основными методами расчета гидравлических систем;</p> <p>– основными методами исследования и проектирования гидроприводов,</p>	<p>Навыками измерения давления и расхода жидкости в гидравлических системах; навыками и методиками обобщения результатов решения; способами оценивания значимости и практической пригодности полученных результатов студент овладевает при выполнении лабораторных, практических и контрольных работ и обработки экспериментальных данных.</p> <p>Проектирование гидравлической системы включает следующие этапы (приведены варианты для практической работы)</p> <p>Вариант 1 – механизм подъема с одним гидроцилиндром,</p> <p>вариант 2, 9 – механизм подъема с двумя гидроцилиндрами,</p> <p>вариант 3,8 – механизм подъема стрелы,</p> <p>вариант 4,7 – механизм наклонного типа с двумя гидроцилиндрами,</p> <p>вариант 5 – механизм горизонтального типа с одним гидроцилиндром,</p> <p>вариант 6, 10 – механизм горизонтального типа с двумя гидроцилиндрами.</p> <p>:</p> <ol style="list-style-type: none"> 5. разработка принципиальной схемы; 6. расчет основных конструктивных параметров и подбор элементов; 7. уточненный расчет на установившемся режиме (или режимах) работы; 8. динамический расчет на неустановившихся режимах работы.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства								
		Исходные данные								
		№	Данные для расчета	Вариант						
				1	2	3	4	5	6	
		1	Номинальное давление, МПа	20	16	32	12,5	6,3	16	
		2	Расчетная нагрузка, кН	10, 80, 90	20, 15, 30	40, 50, 63	5, 8, 12	7, 9, 14	16, 18, 19	
		3	Скорость максимальная, м/с	0,125	0,16	0,08	0,1	0,125	0,2	
		4	Скорость минимальная, м/с	0,0125	0,016	0,008	0,01	0,0125	0,02	
		5	Длина хода, мм	630	400	600	500	600	450	
		6	Длина рабочего хода, мм	400	100	300	125	300	50	
		7	Длина трубопровода гидролинии всасывания, мм	200	300	200	300	200	300	
		8	Длина трубопровода гидролинии нагнетания, м	3	4,5	2,6	2,8	5	3,5	
		9	Длина трубопровода гидролинии слива, м	2,8	4,3	2,4	2,6	4,8	3,3	

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства									

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

Промежуточная аттестация по дисциплине «Основы функционирования гидропривода» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

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.