



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Наземных транспортно-технологических машин

УТВЕРЖДАЮ
Начальник учебно-методического управления

«15» февраля 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Гидропневмоприводы мехатронных и робототехнических систем

направление подготовки/специальность 15.03.06 Мехатроника и робототехника

направленность (профиль)/специализация образовательной программы Проектирование
мехатронных, робототехнических систем и комплексов

Форма обучения очная

Санкт-Петербург, 2024

1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цели освоения дисциплины: изучение гидропневмоприводов, применяемых в современных мехатронных и робототехнических системах, области использования отдельных гидравлических машин и аппаратов, определение основных параметров при разработке простейших приводов.

Задачи дисциплины:

- изучение основных принципов построения и конструкции гидропневмоприводов, применяемых в мехатронных и робототехнических системах,
- изучение общего устройства и компоновки гидропневмоприводов, применяемых в мехатронных и робототехнических системах,
- изучение способов оценки функциональных и конструктивно-эксплуатационных качеств гидросистем, ознакомление с основными техническими возможностями гидропневмоприводов, применяемых в мехатронных и робототехнических системах.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения ОПОП
ПК-2 Способен проектировать отдельные устройства, подсистемы и (или) мехатронную, робототехническую систему в целом или их комплексы с использованием средств цифрового инжиниринга	ПК-2.2 Составляет проект технического решения по созданию отдельного устройства, подсистемы и (или) мехатронной, робототехнической системы в целом или их комплекса	знает <ul style="list-style-type: none">- основную нормативно-техническую документацию и другие информационные источники в области профессиональной деятельности (для целей проектирования и эксплуатации гидравлических и пневматических приводов мехатронных и робототехнических систем);- назначение, конструкцию и принцип работы основных гидравлических и пневматических машин, аппаратов и других составляющих элементов гидравлических и пневматических приводов, применяемых в мехатронных и робототехнических системах;- виды, типы и правила выполнения гидравлических и пневматических схем приводов мехатронных и робототехнических систем;- потенциальные опасности и меры по предотвращению таких опасностей при монтаже, наладке, настройке приводов мехатронных и робототехнических систем;- основные виды, марки масел, применяемых в гидравлических приводах мехатронных и робототехнических систем, и свойства рабочей среды гидро- и пневмоприводов мехатронных и робототехнических систем;- единую систему конструкторской документации (ЕСКД) в области разработки технического проекта.- методику и формулы расчетов основных параметров гидравлических и пневматических машин, аппаратов и других составляющих элементов гидравлических и

пневматических приводов мехатронных и робототехнических систем;

- пакеты программ и информационные технологии для создания текстовой и проектно-конструкторской документации;
- основы машиностроительного черчения.

умеет

- применять нормативно-техническую документацию и другие информационные источники для целей разработки технического проекта гидро- или пневмопривода мехатронной и (или) робототехнической системы;
- проводить необходимые расчеты, выбор основных гидравлических и пневматических машин, аппаратов и других составляющих элементов гидравлических и пневматических приводов мехатронных и робототехнических систем;
- разрабатывать и читать принципиальные гидравлические и пневматические схемы приводов мехатронных и робототехнических систем;
- производить расчёт основных параметров гидравлических и пневматических машин, аппаратов и других составляющих элементов гидравлических и пневматических приводов мехатронных и робототехнических систем;
- производить монтаж, отладку и тестирование приводов мехатронных и робототехнических систем;
- применять для создания проектно-конструкторской документации с соблюдением правил ЕСКД и другой нормативно-технической документации пакеты программ и информационные технологии.

владеет

- навыками применения цифровых инструментов при расчёте основных параметров гидравлических и пневматических машин, аппаратов и других составляющих элементов гидравлических и пневматических приводов мехатронных и робототехнических систем;
- навыками проектной деятельности, включающей в себя владение методиками разработки ключевых элементов проекта;
- техникой черчения, в том числе с применением САД программ, для выполнения принципиальных гидравлических схем приводов мехатронных и робототехнических систем;
- навыками разработки проекта конструкторской документации объемного

		гидропривода мехатронной и(или) робототехнической системы и представлять его на согласование заказчику.
--	--	---

3. Указание места дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина (модуль) включена в Блок «Дисциплины, модули» Б1.В.03 основной профессиональной образовательной программы 15.03.06 Мехатроника и робототехника и относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана.

№ п/п	Предшествующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Эксплуатационные материалы	ОПК-12.3, ОПК-7.4
2	Физика	УК-1.1, УК-1.2, УК-2.4, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.4, ОПК-1.5
3	Прикладная химия	УК-1.1, УК-1.2, УК-2.4, ОПК-1.1, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-1.5
4	Технология конструкционных материалов	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.4, ОПК-1.5, ОПК-1.6, ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-5.1, ОПК-5.3
5	Информационные технологии	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.6, ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3
6	Механика жидкости и газа	ОПК-1.2, ОПК-1.6, ОПК-2.3, ОПК-4.1
7	Метрология, стандартизация и сертификация	ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-13.1, ОПК-13.2, ОПК-13.3
8	Электротехника, электроника и электропривод	ОПК-2.3, ОПК-4.3, ОПК-5.3

Требования к предварительной подготовке обучающегося

Эксплуатационные материалы

Знать:

- классификацию отечественных и зарубежных масел, используемых в качестве рабочих жидкостей в гидроприводах мехатронных и робототехнических систем, и при необходимости подбирать аналоги.

Уметь:

- определять экспериментально основные показатели качества масел, используемых в качестве рабочих жидкостей в гидроприводах мехатронных и робототехнических систем.

Владеть:

- навыками находить и перерабатывать информацию о новейших современных маслах, используемых в качестве рабочих жидкостей в гидроприводах мехатронных и робототехнических систем;

- знаниями о действующих классификациях и обозначениях масел, используемых в качестве рабочих жидкостей в гидроприводах мехатронных и робототехнических систем.

Физика

Знать:

- основные законы физики и методы физических исследований, базовые для профессиональной деятельности физические процессы и явления.

Уметь:

- использовать физико-математический аппарат для решения проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности.

Владеть:

- способностью описывать физические явления математическими уравнениями.

Прикладная химия

Знать:

- естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности основные химические явления, законы и теории классической и современной химии, основные положения и расчетные методы естественно-научных дисциплин, на которых базируется изучение профессиональных дисциплин.

Уметь:

- применять полученные знания по химии при изучении других дисциплин, выявлять конкретное химическое содержание в прикладных задачах профессиональной деятельности.

Владеть:

- информацией о назначении и областях применения основных химических веществ и их соединений.

Технология конструкционных материалов

Знать:

- основные направления применения и развития техники и технологий конструкционных материалов в области профессиональной деятельности

Уметь:

- решать профессиональные задачи на основе приобретенных фундаментальных знаний с учетом свойств конструкционных материалов, влияния применяемых технологий и условий эксплуатации

Владеть:

- особенностями технологических процессов по основным направлениям технологий изготовления и обработки конструкционных материалов, формообразования деталей, узлов и элементов конструкций в области профессиональной деятельности

Информационные технологии

Знать:

- основные понятия и современные принципы работы с деловой информацией; функционально-структурную логику работы компьютерных прикладных программ, используемых для создания и обработки текстовых документов;

- основные принципы работы с электронными таблицами;

- иметь представление о корпоративных информационных системах и базах данных;

- основные методы математического моделирования, классификации и условий применения моделей, методов и средств проектирования информационных и автоматизированных систем, инструментальные средства моделирования и проектирования;

- возможности вычислительной техники, имеющегося программного обеспечения, особенности реализации методов вычислительной математики;

Уметь:

- применять информационные технологии для решения практических задач;

- осуществлять поиск и применять разные виды информационных ресурсов;

- осуществлять выбор программного обеспечения в зависимости от целей и видов решаемых задач;

- применять способы моделирования процессов и систем с применением современных инструментальных средств;

Владеть:

- пакетом офисных программ для работы с деловой информацией и основами сетевых технологий: навыками создания, форматирования и редактирования текстовых материалов, навыками сохранения в разных файловых форматах отредактированных документов и подготовки их к печати; функционально-структурной логикой работы компьютерных прикладных программ, используемых для создания и обработки табличных электронных документов; навыками создания, форматирования, редактирования и базовой математической обработки данных в электронных таблицах;

- навыками применения базового инструментария информационных технологий для решения теоретических и практических задач;

- навыками использования информационных технологий в различных информационных системах;

- навыками использования при решении поставленных задач прикладного программного

обеспечения.

Механика жидкости и газа

Знать:

- основные законы механики жидкости и газа;
- специализированные программы для решения поставленных задач.

Уметь:

- применять зависимости для расчета систем;
- применять специализированные программы.

Владеть:

- методиками расчета процессов движения жидкости и газа;
- правилами и нормами сопровождения специализированных программ.

Метрология, стандартизация и сертификация

Знать:

- виды нормативно-правовых и нормативно-технических документов, регламентирующих требования к качеству продукции и процедуру его оценки.

Уметь:

- производить выбор нормативно-правовых и нормативно-технических документов, регламентирующих требования к качеству продукции и процедуру его оценки.

Владеть:

- навыками работы с нормативной документацией.

Электротехника, электроника и электропривод

Знать:

- основные принципы и способы управления параметрами электропривода.

Уметь:

- выбирать серийное оборудование для систем электропривода, осуществлять настройку регуляторов различных контуров управления электроприводом;

- применять, эксплуатировать и производить выбор электрических аппаратов, машин, электрического привода, систем электроснабжения, элементов релейной защиты и автоматики, применять современные информационные технологии при проектировании технологических процессов.

Владеть:

- навыками работы с электротехнической аппаратурой и электронными устройствами.

№ п/п	Последующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Эксплуатационная практика	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.4, ПК-3.5, ПК-3.6, ПК-3.7
2	Монтаж, наладка, техническая эксплуатация и ремонт мехатронных и робототехнических систем	ОПК-10.3, ОПК-12.1, ОПК-12.2, ОПК-12.3, ОПК-12.4, ОПК-12.5, ОПК-12.6, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.4, ПК-3.5, ПК-3.6, ПК-3.7

4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Всего часов	Из них часы на практическую подготовку	Семестр
			5
Контактная работа	64		64
Лекционные занятия (Лек)	32	0	32
Практические занятия (Пр)	32	16	32
Иная контактная работа, в том числе:	1,5		1,5
консультации по курсовой работе (проекту), контрольным работам (РГР)	1		1
контактная работа на аттестацию (сдача зачета, зачета с оценкой; защита курсовой работы (проекта); сдача контрольных работ (РГР))	0,25		0,25
контактная работа на аттестацию в сессию (консультация перед экзаменом и сдача	0,25		0,25
Часы на контроль	8,75		8,75
Самостоятельная работа (СР)	69,75		69,75
Общая трудоемкость дисциплины (модуля)			
часы:	144		144
зачетные единицы:	4		4

4.1.	Зачёт с оценкой	5						9	ПК-2.2
------	-----------------	---	--	--	--	--	--	---	--------

5.1. Лекции

№ разд	Наименование раздела и темы лекций	Наименование и краткое содержание лекций
1	Введение. Структурная и принципиальная схемы объемного гидропривода	Введение. Структурная и принципиальная схемы объемного гидропривода Основные сведения об объемном гидроприводе. Понятие о гидродинамической передаче. Основная нормативно-техническая документация в области терминологии и определений, применяемых в гидроприводе, а также видов, типов и правил построения структурных и принципиальных схем объемного гидропривода.
2	Гидробаки и фильтры рабочей жидкости	Гидробаки и фильтры рабочей жидкости Гидробаки и фильтры рабочей жидкости. Основные понятия, устройство, обслуживание, обозначение на схемах.
3	Насосы и гидромоторы	Насосы и гидромоторы Насосы и гидромоторы. Основные определения. Классификация. Конструкция. Расчет. Условное обозначение на схемах.
4	Гидроцилиндры и уплотнительные устройства	Гидроцилиндры и уплотнительные устройства Гидроцилиндры и уплотнительные устройства. Основные определения. Классификация. Конструкция. Расчет. Условное обозначение на схемах.
5	Гидрораспределители	Гидрораспределители Гидрораспределители. Определения, виды, назначение, классификация.
6	Вспомогательное гидрооборудование и гидролинии	Вспомогательное гидрооборудование и гидролинии Вспомогательное гидрооборудование и гидролинии. Основные определения. Классификация. Конструкция. Расчет. Условное обозначение на схемах.
7	Системы регулирования объемного гидропривода	Системы регулирования объемного гидропривода Объемное регулирование Регулирование рабочего объема насоса Регулирование рабочего объема гидромотора Преимущества объемного регулирования Недостатки объемного регулирования Дроссельное регулирование Последовательное регулирование с установкой дросселя в линии нагнетания Последовательное регулирование с установкой дросселя в линии слива Параллельное дроссельное регулирование скорости гидропривода Достоинства дроссельного регулирования гидравлического привода Недостатки дроссельного регулирования Частотное регулирование скорости гидропривода Достоинства частотного регулирования Недостатки частотного регулирования
8	Рабочая жидкость гидросистем	Рабочая жидкость гидросистем Рабочие жидкости, применяемые в гидроприводах. Назначение, типы, маркировка, свойства.
9	Гидроаккумуляторы	Гидроаккумуляторы Функции гидроаккумулятора Принцип работы гидроаккумулятора

		<p>Виды гидроаккумуляторов Устройство грузового гидроаккумулятора Устройство пружинного гидроаккумулятора Гидропневматические аккумуляторы Баллонный пневмогидроаккумулятор Мембранный гидропневмоаккумулятор Поршневой гидроаккумулятор Расчет. Условное обозначение на схемах.</p>
10	Схемы включения аккумулятора	<p>Схемы включения пневмогидроаккумулятора Схемы включения пневмогидроаккумулятора (для компенсации утечек, для разгрузки насоса). Гидроуправление золотниками распределителей</p>
11	Гидромеханические передачи	<p>Гидромеханические передачи Определение, назначение, виды, принцип работы, устройство, выходная характеристика.</p>
12	Общие сведения о пневмоприводе	<p>Общие сведения о пневмоприводе Пневматический привод. Общие сведения о применении газов в технике Особенности пневматического привода, достоинства и недостатки Течение воздуха Исполнительные пневматические устройства</p>
13	Основные элементы и работа пневмопривода экскаваторов, погрузчиков	<p>Основные элементы и работа пневмопривода промышленных роботов Основные элементы и работа пневмопривода промышленных роботов. Конструктивные элементы и их виды. Анализ принципиальной пневматической схемы.</p>
14	Пневматический привод автокранов	<p>Пневматический привод роботизированных наземных транспортных и транспортно-технологических машин (высокоавтоматизированных и беспилотных машин) Пневматический привод беспилотного грузового автомобиля. Общие сведения. Анализ принципиальной пневматической схемы.</p>

5.2. Практические занятия

№ разд	Наименование раздела и темы практических занятий	Наименование и содержание практических занятий
1	Введение. Структурная и принципиальная схемы объемного гидропривода	<p>Изучение принципиальной схемы объемного гидропривода Выдача задания для выполнения курсовой работы. Тема работы "Проектирование объемного гидропривода мехатронной или робототехнической системы". ТЗ на проектирование дается каждому индивидуально в соответствии с вариантом. Практическая работа "Изучение принципиальной схемы объемного гидропривода" 1. В соответствии с порядковым номером выбрать принципиальную схему мехатронной или робототехнической системы. 2. Проанализировать ее: - выписать все машины и аппараты входящие в гидропривод мехатронной системы (для этого подобрать и использовать ГОСТы из списка дополнительной литературы). - для найденных машин и аппаратов написать их определения (для этого подобрать и использовать ГОСТы из списка дополнительной литературы). 3. Указать наличие ошибок или их отсутствие в изображении</p>

		<p>УГО на предложенной принципиальной схеме.</p> <p>4. Кратко описать работу гидропривода.</p> <p>5. Загрузить результаты проделанной работы на курс.</p> <p>6. Оценить результаты работы своего однокурсника с предыдущим порядковым номером.</p> <p>Практическая работа проводится в учебном компьютерном классе.</p>
3	Насосы и гидромоторы	<p>Насосы и гидромоторы</p> <p>Насосы и гидромоторы. Практическая работа 1.3.1 "Исследование характеристик шестеренного насоса". Работа проводится одновременно на трех лабораторных стендах с делением группы на три подгруппы. Продолжительность работы 2 часа.</p> <p>Практическая работа 1.3.2 "Исследование энергетических и механических характеристик нерегулируемого гидропривода вращательного действия". Работа проводится одновременно на двух лабораторных стендах с делением группы на две подгруппы. Продолжительность работы 2 часа.</p> <p>Практическая работа проводится в Лаборатории гидро- и пневмоприводов.</p>
4	Гидроцилиндры и уплотнительные устройства	<p>Гидроцилиндры</p> <p>Гидроцилиндры и уплотнительные устройства. Практическая работа 1.4.1 "Исследование характеристик гидропривода возвратно-поступательного действия". Работа проводится одновременно на трех лабораторных стендах с делением группы на три подгруппы. Продолжительность работы 2 часа.</p> <p>Практическая работа 1.4.2 "Исследование параметров работы привода при работе телескопической стрелы в режиме выдвижения/втягивания при различных углах наклона и нагрузки". Продолжительность работы 2 часа.</p> <p>Практическая работа проводится в Лаборатории гидро- и пневмоприводов.</p>
5	Гидрораспределители	<p>Гидрораспределители</p> <p>Гидрораспределители. Практическая работа 1.5.1 "Исследование характеристик гидрораспределителя". Работа проводится одновременно на трех лабораторных стендах с делением группы на три подгруппы. Продолжительность работы 2 часа.</p> <p>Практическая работа 1.5.2 "Параллельная работа исполнительных механизмов. Использование секционного распределителя с ручным управлением для управления двумя исполнительными механизмами" и/или "Схемы объемной синхронизации движения исполнительных механизмов. Изучение параметров работы гидросистемы. Работа проводится на лабораторном стенде". В случае нехватки времени выполняется только одна работа. Работа проводится на лабораторном стенде. Продолжительность работы 2 часа.</p> <p>Практическая работа проводится в Лаборатории гидро- и пневмоприводов.</p>
6	Вспомогательное гидрооборудование и гидролинии	<p>Вспомогательное гидрооборудование (гидроклапаны)</p> <p>Вспомогательное гидрооборудование (гидроклапаны). Практические работы 1.6.1 "Исследование характеристик клапана предохранительного и/или гидродросселя" (два стенда, две подгруппы. В базовом варианте исследование проводится на одном из элементов гидроаппаратуры (или клапан или дроссель), если время остается на исследование второго аппарата - оно проводится тоже), "Исследование характеристик трехлинейного редуционного клапана" (одна подгруппа). Работа проводится одновременно на трех лабораторных стендах с делением группы на три подгруппы.</p>

		<p>Продолжительность работы 2 часа.</p> <p>Практические работы 1.6.2 "Исследование характеристик тормозного клапана", "Исследование гидравлических характеристик трубопровода", "Экспериментальное исследование характеристик клапана предохранительного прямого и непрямого действия. Влияние на характеристики клапана прямого действия и непрямого (с индивидуальным сливом клапана каскада управления) при их работе с противодавлением на сливе". Работы проводятся одновременно на трех лабораторных стендах с делением группы на три подгруппы.</p> <p>Продолжительность работы 2 часа.</p> <p>Практическая работа проводится в Лаборатории гидро- и пневмоприводов.</p>
7	Системы регулирования объемного гидропривода	<p>Системы регулирования объемного гидропривода</p> <p>Системы регулирования объемного гидропривода (дроссельное регулирование). Практическая работа 1.7.1 "Исследование характеристик гидропривода с применением дроссельного регулирования". В базовом варианте исследование проводится при установке дросселя последовательно, если время остается, то изучается параллельная установка дросселя. По согласованию с преподавателем обязательную часть можно менять (сначала параллельная установка, потом последовательная). Работа проводится одновременно на трех лабораторных стендах с делением группы на три подгруппы. Продолжительность работы 2 часа.</p> <p>Практическая работа 1.7.2 "Включение тормозного клапана в гидравлическую систему. Исследование характеристик гидропривода с применением тормозного клапана", "Изучение типовых схем гидропривода с применением трехлинейного регулятора расхода. Сборка схемы гидропривода дискретного ручного управления". Работа проводится одновременно на двух лабораторных стендах с делением группы на две подгруппы. Продолжительность работы 2 часа.</p> <p>Практическая работа проводится в Лаборатории гидро- и пневмоприводов.</p>
9	Гидроаккумуляторы	<p>Пневмогидравлические аккумуляторы</p> <p>Пневмогидравлические аккумуляторы. Практическая работа "Исследование характеристик гидропневмоаккумулятора". Работа проводится на лабораторном стенде.</p> <p>Практическая работа проводится в Лаборатории гидро- и пневмоприводов.</p>
10	Схемы включения аккумулятора	<p>Схемы включения пневмогидроаккумулятора</p> <p>Схемы включения пневмогидроаккумулятора. Практическая работа 1.10.1 "Разработка схем управления насосно-аккумуляторной гидростанции. Автоматическое поддержание требуемого уровня давления в аккумуляторе". Работа проводится на лабораторном стенде. Продолжительность работы 2 часа.</p> <p>Практическая работа 1.10.2 "Разработка схем циклического управления гидроприводом с насосно-аккумуляторной гидростанцией". Работа проводится на лабораторном стенде.</p> <p>Продолжительность работы 2 часа.</p> <p>Практическая работа проводится в Лаборатории гидро- и пневмоприводов.</p>
12	Общие сведения о пневмоприводе	<p>Общие сведения о пневмоприводе</p> <p>Общие сведения о пневмоприводе. Практическая работа "Применение логических операций при управлении исполнительным механизмом (пневмоцилиндром).</p>

		<p>Управление от нескольких пневматических входных сигналов. Разработка пневматических схем с применением логических элементов «И» и сборка схем на стенде.", "Применение логических операций при управлении исполнительным механизмом (пневмоцилиндром).</p> <p>Управление от нескольких пневматических входных сигналов. Разработка пневматических схем с применением логических элементов «ИЛИ» и сборка схем на стенде". Работа проводится на лабораторном стенде.</p> <p>Практическая работа проводится в Лаборатории гидро- и пневмоприводов.</p>
14	Пневматический привод автокранов	<p>Пневматический привод роботизированных наземных транспортных и транспортно-технологических машин (на примере тормозной системы автомобиля КАМАЗ)</p> <p>Общая часть - изучение пневматической тормозной системы автомобиля КАМАЗ на базе лабораторного стенда. Исследовательская практическая работа - "Снятие статической характеристики ручного крана управления СТС" или "Снятие статической характеристики ускорительного клапана" или "Снятие статической характеристики участка системы: тормозной кран – камера тормозная передняя и задняя". Конкретная тема исследований зависит от конкретной группы. Работа проводится на лабораторном стенде.</p> <p>Практическая работа проводится в Лаборатории гидро- и пневмоприводов.</p>

5.3. Самостоятельная работа обучающихся

№ разд	Наименование раздела дисциплины и темы	Содержание самостоятельной работы
1	Введение. Структурная и принципиальная схемы объемного гидропривода	<p>Структурная и принципиальная схемы объемного гидропривода</p> <p>Оформление и представление для проверки практической работы "Изучение принципиальной схемы объемного гидропривода".</p> <p>Контрольное тестирование по результатам освоения лекции</p>
2	Гидробаки и фильтры рабочей жидкости	<p>Гидробаки и фильтры рабочей жидкости</p> <p>Подготовка к лекции "Гидробаки и фильтры рабочей жидкости".</p> <p>Контрольное тестирование по результатам освоения лекции.</p>
3	Насосы и гидромоторы	<p>Насосы и гидромоторы</p> <p>Оформление и представление для проверки практической работы "Исследование характеристик шестеренного насоса".</p> <p>Контрольное тестирование по результатам освоения лекции.</p> <p>Выполнение части курсовой работы.</p>
4	Гидроцилиндры и уплотнительные устройства	<p>Гидроцилиндры и уплотнительные устройства</p> <p>Оформление и представление для проверки практической работы "Исследование характеристик гидропривода возвратно-поступательного действия". Контрольное тестирование по результатам освоения лекции.</p> <p>Выполнение части курсовой работы.</p>
5	Гидрораспределители	<p>Гидрораспределители</p> <p>Оформление и представление для проверки практической работы "Исследование характеристик гидрораспределителя".</p> <p>Контрольное тестирование по результатам освоения лекции.</p> <p>Выполнение части курсовой работы.</p>

6	Вспомогательное гидрооборудование и гидролинии	Вспомогательное гидрооборудование и гидролинии Оформление и представление для проверки практической работы "Исследование характеристик клапана предохранительного и/или гидродросселя", "Исследование характеристик трехлинейного редуционного клапана". Контрольное тестирование по результатам освоения лекции. Выполнение части курсовой работы.
7	Системы регулирования объемного гидропривода	Системы регулирования объемного гидропривода Оформление и представление для проверки практической работы "Исследование характеристик гидропривода с применением дроссельного регулирования". Контрольное тестирование по результатам освоения лекции. Выполнение части курсовой работы.
8	Рабочая жидкость гидросистем	Рабочая жидкость гидросистем Контрольное тестирование по результатам освоения лекции. Выполнение части курсовой работы.
9	Гидроаккумуляторы	Гидроаккумуляторы Оформление и представление для проверки практической работы "Исследование характеристик гидропневмоаккумулятора". Контрольное тестирование по результатам освоения лекции. Выполнение части курсовой работы.
10	Схемы включения аккумулятора	Схемы включения пневмогидроаккумулятора Контрольное тестирование по результатам освоения лекции. Выполнение части курсовой работы.
11	Гидромеханические передачи	Гидромеханические передачи Контрольное тестирование по результатам освоения лекции. Выполнение части курсовой работы.
12	Общие сведения о пневмоприводе	Общие сведения о пневмоприводе Контрольное тестирование по результатам освоения лекции. Выполнение части курсовой работы.
13	Основные элементы и работа пневмопривода экскаваторов, погрузчиков	Основные элементы и работа пневмопривода промышленных роботов Контрольное тестирование по результатам освоения лекции. Завершение выполнения курсовой работы и представление ее для проверки.
14	Пневматический привод автокранов	Тормозная система автомобиля КАМАЗ Оформление и представление для проверки практической работы "Изучение пневматической тормозной системы автомобиля КАМАЗ". Контрольное тестирование по результатам освоения лекции.
14	Пневматический привод автокранов	Подготовка к зачёту

6. Методические материалы для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Программой дисциплины предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной систематизированный материал, и практических занятий, предполагающего закрепление изученного материала и формирование у обучающихся необходимых знаний, умений и навыков.

Курсовая работа предполагает полное и правильное выполнение расчетов согласно индивидуальному заданию. Кроме того, важнейшим этапом изучения дисциплины является самостоятельная работа обучающихся с использованием всех средств и возможностей современных образовательных технологий. При подготовке к практическим занятиям и в рамках самостоятельной работы по изучению дисциплины обучающимся необходимо: повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы; при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники; выполнить практические задания в рамках изучаемой темы.

7. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины (модуля)	Код и наименование индикатора контролируемой компетенции	Вид оценочного средства
1	Введение. Структурная и принципиальная схемы объемного гидропривода	ПК-2.2	Контрольное тестирование
2	Гидробаки и фильтры рабочей жидкости	ПК-2.2	Контрольное тестирование
3	Насосы и гидромоторы	ПК-2.2	Контрольное тестирование
4	Гидроцилиндры и уплотнительные устройства	ПК-2.2	Контрольное тестирование
5	Гидрораспределители	ПК-2.2	Контрольное тестирование
6	Вспомогательное гидрооборудование и гидролинии	ПК-2.2	Контрольное тестирование
7	Системы регулирования объемного гидропривода	ПК-2.2	Контрольное тестирование
8	Рабочая жидкость гидросистем	ПК-2.2	Контрольное тестирование
9	Гидроаккумуляторы	ПК-2.2	Контрольное тестирование
10	Схемы включения аккумулятора	ПК-2.2	Контрольное тестирование
11	Гидромеханические передачи	ПК-2.2	Контрольное тестирование
12	Общие сведения о пневмоприводе	ПК-2.2	Контрольное тестирование
13	Основные элементы и работа пневмопривода экскаваторов, погрузчиков	ПК-2.2	Контрольное тестирование
14	Пневматический привод автокранов	ПК-2.2	Контрольное тестирование
15	Иная контактная работа	ПК-2.2	Контрольное тестирование

16	Зачёт с оценкой	ПК-2.2	Зачёт с оценкой
----	-----------------	--------	-----------------

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля успеваемости, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

Тестовые задания

(для проверки сформированности индикатора достижения компетенции (ПК-2.2))

1. Распределители предназначены для:

- а) регулирования скорости движения рабочей жидкости;
- б) изменения направления потока рабочей жидкости;
- в) изменения уровня давления в гидросистеме;
- г) синхронизации хода штоков гидроцилиндров;
- д) предохранения гидросистемы от перегрузки.

2. Гидрозамок служит для:

- а) пропускания рабочей жидкости только в одном направлении;
- б) синхронизации движения исполнительных органов;
- в) надежного закрытия полости гидродвигателя при разгерметизации гидросистемы;
- г) последовательного включения исполнительных органов;
- д) контроля величины перемещения рабочего органа.

3. Предохранительный клапан служит для:

- а) изменения направления потока рабочей жидкости;
- б) контроля уровня давления в гидросистеме;
- в) предохранения гидросистемы от перегрузок;
- г) разделение потока рабочей жидкости на два и более;
- д) соединения потоков рабочей жидкости в один поток.

4. Дроссель служит для:

- а) соединения потоков рабочей жидкости в один поток;
- б) контроля уровня давления рабочей жидкости;
- в) регулирования скорости движения рабочего органа;
- г) изменения направления потока рабочей жидкости;
- д) синхронизации хода штоков двух гидроцилиндров.

5. Редукционный клапан предназначен для:

- а) регулирования скорости движения рабочего органа;
- б) контроля уровня давления рабочей жидкости;
- в) изменения направления потока рабочей жидкости;
- г) поддержания установленного уровня давления, сниженного по отношению к давлению, создаваемому насосом;
- д) соединения потоков рабочей жидкости в один поток.

6. Насос предназначен для:

- а) вращения рабочего органа;
- б) преобразования механической энергии приводного двигателя в энергию потока рабочей жидкости;
- в) перемешивания рабочей жидкости;
- г) передачи выходному звену возвратно-поступательного движения;
- д) изменения направления потока рабочей жидкости.

7. Гидромотор служит для:

- а) вращения рабочего органа;
- б) передачи выходному звену возвратно-поступательного движения;
- в) изменения направления потока рабочей жидкости;

- г) изменения уровня давления в сливной линии;
- д) регулирования расхода насоса.

8. Гидроцилиндр предназначен для:

- а) передачи выходному звену возвратно-поступательного движения;
- б) изменения уровня давления в сливной линии;
- в) изменения направления потока рабочей жидкости;
- г) регулирования расхода насоса;
- д) вращения рабочего органа.

9. Гидробак служит для:

- а) изменения давления в гидросистеме;
- б) размещения, охлаждения и очистки рабочей жидкости;
- в) изменения направления потока рабочей жидкости;
- г) контроля уровня давления в гидросистеме;
- д) регулирования расхода насоса.

10. Пневмогидроаккумулятор предназначен для:

- а) охлаждения рабочей жидкости;
- б) очищения рабочей жидкости от механических примесей;
- в) контроля уровня давления в гидросистеме;
- г) поддержания высокого давления в момент отключения насоса;
- д) изменения направления потока рабочей жидкости.

11. Уплотнения подвижных и неподвижных соединений служат для:

- а) контроля уровня давления в гидросистеме;
- б) обеспечения герметичности гидрооборудования;
- в) охлаждения рабочей жидкости;
- г) изменения уровня давления в гидросистеме;
- д) очищения рабочей жидкости.

12. Мощность, которая передается от приводного двигателя к валу насоса, называется:

- а) полезной;
- б) подведенной;
- в) гидравлической;
- г) механической.

13. Мощность, которая отводится от насоса в виде потока жидкости под давлением, называется:

- а) полезной;
- б) подведенной;
- в) гидравлической;
- г) механической.

14. Объемный КПД насоса отражает потери мощности, связанные:

- а) с внутренними перетечками жидкости внутри насоса через зазоры подвижных элементов;
- б) с возникновением силы трения между подвижными элементами насоса;
- в) с деформацией потока рабочей жидкости в насосе и с трением жидкости о стенки гидроаппарата;
- г) с непостоянным расходом жидкости в нагнетательном трубопроводе.

15. Механический КПД насоса отражает потери мощности, связанные:

- а) с внутренними перетечками жидкости внутри насоса через зазоры подвижных элементов;
- б) с возникновением силы трения между подвижными элементами насоса;
- в) с деформацией потока рабочей жидкости в насосе и с трением жидкости о стенки гидроаппарата;

г) с непостоянным расходом жидкости в нагнетательном трубопроводе.

16. Гидравлический КПД насоса отражает потери мощности, связанные:

- а) с внутренними перетечками жидкости внутри насоса через зазоры подвижных элементов;
- б) с возникновением силы трения между подвижными элементами насоса;
- в) с деформацией потока рабочей жидкости в насосе и с трением жидкости о стенки гидроаппарата;

гидроаппарата;

г) с непостоянным расходом жидкости в нагнетательном трубопроводе.

17. Плотность воздуха (стандартная – при 15 °С, атмосферном давлении 760 мм ртутного столба и относительной влажности 50 %) равна:

- а) 1,2 кг/м³;
- б) 1,0 кг/м³;
- в) 1,5 кг/м³.

18. Коэффициент кинематической вязкости для воздуха при стандартных условиях составляет:

- а) $1,9 \cdot 10^{-6}$ м²/с;
- б) $19 \cdot 10^{-6}$ м²/с;
- в) $14,9 \cdot 10^{-6}$ м²/с.

19. Регулятор тормозных сил предназначен для:

а) автоматического регулирования давления воздуха, подводимого при торможении к тормозным камерам переднего моста автомобиля в зависимости от действующей осевой нагрузки;

б) автоматического регулирования давления воздуха, подводимого при торможении к тормозным камерам мостов задней тележки автомобиля в зависимости от действующей осевой нагрузки;

в) автоматического регулирования давления воздуха, подводимого при торможении к тормозным камерам мостов автомобиля в зависимости от действующей осевой нагрузки.

20. Использование тормозной камеры с пружинным энергоаккумулятором позволяет обеспечить:

а) стояночное и запасное торможения, а также растормаживание тормозных механизмов колес;

б) рабочее, стояночное и запасное торможения, а также растормаживание тормозных механизмов колес;

в) стояночное торможение и растормаживание тормозных механизмов колес.

21. Ускорительный клапан пневмопривода стояночной тормозной системы:

а) сокращает время срабатывания привода запасной тормозной системы за счет уменьшения длины магистрали выпуска воздуха в атмосферу;

б) сокращает время срабатывания привода рабочей тормозной системы за счет уменьшения длины магистрали выпуска воздуха в атмосферу;

в) сокращает время срабатывания привода вспомогательной тормозной системы за счет уменьшения длины магистрали выпуска воздуха в атмосферу.

Контрольные задания по дисциплине находятся по ссылке: ЭИОС / СДО СПбГАСУ Moodle / Кафедры (<https://moodle.spbgasu.ru/course/index.php?categoryid=8>) / Наземных транспортно-технологических машин / Гидропневмоприводы мехатронных и робототехнических систем

7.3. Система оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) при проведении текущего контроля успеваемости

<p>Оценка «отлично» (зачтено)</p>	<p>знания: - систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за пределы учебной программы; - точное использование научной терминологии, систематически грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы; - полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю)</p> <p>умения: - умеет ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин</p> <p>навыки: - высокий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - владеет навыками самостоятельно и творчески решать сложные проблемы и нестандартные ситуации; - применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий; - грамотно обосновывает ход решения задач; - безупречно владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке научных и практических задач; - творческая самостоятельная работа на практических/семинарских/лабораторных занятиях, активно участвует в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий</p>
<p>Оценка «хорошо» (зачтено)</p>	<p>знания: - достаточно полные и систематизированные знания по дисциплине; - усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю)</p> <p>умения: - умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку; - использует научную терминологию, лингвистически и логически правильно излагает ответы на вопросы, умеет делать обоснованные выводы; - владеет инструментарием по дисциплине, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач</p> <p>навыки: - самостоятельная работа на практических занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий; - средний уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий; - обосновывает ход решения задач без затруднений</p>

<p>Оценка «удовлетворительно» (зачтено)</p>	<p>знания: - достаточный минимальный объем знаний по дисциплине; - усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой; - использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок умения: - умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им оценку; - владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении типовых задач; - умеет под руководством преподавателя решать стандартные задачи навыки: - работа под руководством преподавателя на практических занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий; - достаточный минимальный уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий</p>
<p>Оценка «неудовлетворительно» (не зачтено)</p>	<p>знания: - фрагментарные знания по дисциплине; - отказ от ответа (выполнения письменной работы); - знание отдельных источников, рекомендованных рабочей программой по дисциплине; умения: - не умеет использовать научную терминологию; - наличие грубых ошибок навыки: - низкий уровень культуры исполнения заданий; - низкий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - отсутствие навыков самостоятельной работы; - не может обосновать алгоритм выполнения заданий</p>

7.4. Теоретические вопросы и практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

7.4.1. Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Примерные теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся

1. Принцип действия объемного гидропривода, распределение давления внутри жидкости, течение жидкости по трубопроводу.
2. Схема простейшего объемного гидропривода, основные зависимости.
3. Структурная схема типового объемного гидропривода, назначение элементов, определения.
4. Основные зависимости гидропривода: давление, подача, момент, потребляемая и полезная мощности, к.п.д.
5. Определение усилия при выдвигении и втягивании штока цилиндра, скорости поршня. Объемный к.п.д. цилиндра. Выравнивание усилий и скоростей при работе гидроцилиндров.
6. Расход жидкости, потребляемый гидромотором; развиваемый момент, мощность на выходном валу гидромотора.
7. Режимы движения жидкости и гидравлические потери на участках системы.
8. Гидродинамические передачи: устройство, работа, коэффициент трансформации, режим гидромукты и гидротрансформатора. Выходная характеристика гидротрансформатора.

Преимущества и недостатки гидромеханических передач.

9. Достоинства и недостатки гидропривода, сравнительный анализ с механическим приводом.
10. Энергетические параметры гидропривода вращательного и поступательного движения: полезная мощность, к.п.д. привода, характеристика насоса.
11. Расчет мощности и подачи насоса, выбор насоса.
12. Насосы гидропривода: характеристика, основные параметры, достоинства, недостатки, условное изображение.
13. Гидромоторы: характеристика, основные параметры, условное изображение на схемах.
14. Шестеренные насосы: область применения, конструкция, принцип действия, определение производительности.
15. Классификация, область применения, конструкция и принцип действия аксиально-поршневых (регулируемых и нерегулируемых) насосов. Подача насоса. Обратимость насоса. Краткая техническая характеристика насоса (мотора).
16. Сдвоенные (строенные) насосы со встроенным регулятором мощности: область применения, принцип действия, краткая техническая характеристика, условное изображение на схемах.
17. Радиально-поршневые, пластинчатые и др. гидронасосы: конструкция, принцип действия, параметры технической характеристики.
18. Рабочие жидкости гидроприводов, основные свойства: плотность, удельный вес, вязкость.
19. Определение кинематической вязкости жидкости в зависимости от температуры. Зависимость вязкости жидкости от давления в гидросистеме.
20. Баки рабочей жидкости: классификация, вместимость, требования к конструкции, температура рабочей жидкости в гидробаке.
21. Магистральные фильтры рабочей жидкости: классификация, устройство, требования к конструкции: процент непрерывной очистки и тонкость очистки рабочей жидкости, сигнализатор загрязненности и перепускной клапан.
22. Методика расчета диаметра трубопроводов. Типы гидролиний. Трубопроводы, рукава высокого давления.
23. Определение пусковой температуры насоса при различной высоте всасывания.
24. Расчет давлений во всасывающем трубопроводе при отрицательной высоте всасывания.
25. Тепловой расчет гидропривода, площадь теплоизлучающей поверхности радиатора.
26. Тепловой баланс гидросистемы. Охладители рабочей жидкости.
27. Потребный напор насоса, необходимый для работы гидросистемы в рабочем режиме, характеристика насоса, условие устойчивости гидросистемы, методика нахождения рабочей точки и действительного давления в системе.
28. Гидроцилиндры и их уплотнения: классификация, расчетные зависимости. Выбор цилиндра, скорость поршня.
29. Гидрозамки: назначение, область применения, схема работы, условное изображение.
30. Проверочный расчет толщины стенки силового цилиндра и расчет на продольный разрыв трубопроводов.
31. Гидравлические распределители: назначение, классификация, особенности конструкции, условное обозначение.
32. Работа 4-линейного 3-позиционного распределителя с положительным и отрицательным перекрытием окон.
33. Гидравлическая характеристика золотниковых распределителей.
34. Гидравлический расчет трубопроводов с насосной подачей жидкости.
35. Подача, напор и мощность насоса, характеристика насоса.
36. Местные гидравлические потери при течении жидкости. Коэффициент местного сопротивления. Определение гидросопротивления участка, содержащего местное сопротивление.
37. Клапанная аппаратура, применяемая в гидроприводе: классификация, конструкция, работа, условное изображение на схемах.
38. Способы регулирования скорости выходного звена гидропривода: объемное, дроссельное и объемно-дроссельное.

39. Принцип действия гидродинамических и гидрообъемных передач.
40. Гидротрансформатор, коэффициент трансформации, выходная характеристика гидротрансформатора по моменту. Преимущества и недостатки передачи.
41. Общие сведения о гидродинамических и гидрообъемных передачах.
42. Конструкция и работа пневмогидроаккумулятора, основные параметры и методика выбора.
43. Схемы гидропривода строительной техники.
44. Пневматический привод строительных машин. Достоинства и недостатки.
45. Поршневой и диафрагменный пневмоприводы.
46. Устройство и работа поршневого компрессора
47. Основные элементы и работа пневмопривода тормозной системы автомобиля КАМАЗ.

7.4.2. Практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

1. Структурная схема объемного гидропривода
2. Гидробаки и фильтры рабочей жидкости
3. Насосы и гидромоторы
4. Гидроцилиндры и уплотнительные устройства
5. Гидрораспределители
6. Золотниковые распределители
7. Крановые распределители
8. Выбор гидрораспределителя
9. Вспомогательное гидрооборудование и гидролинии
10. Предохранительные и переливные клапаны
11. Редукционный клапан, клапаны логического «И», «ИЛИ»
12. Обратный и обратный управляемый клапаны
13. Гидравлические дроссели
14. Гидролинии
15. Регулирование объемного гидропривода
16. Схемы дроссельного регулирования гидропривода
17. Обеспечение равных скоростей штока
18. Рабочая жидкость гидросистем
19. Гидродинамические передачи: устройство, работа, коэффициент трансформации, режим гидромурфты и гидротрансформатора
20. Конструкция и работа пневмогидроаккумулятора, основные параметры и методика выбора
21. Поршневой и диафрагменный пневмоприводы.
22. Устройство и работа поршневого компрессора

7.4.3. Примерные темы курсовой работы (проекта) (при наличии)

Курсовая работа выполняется на тему «Проектирование объемного гидропривода промышленного робота или высокоавтоматизированной наземной транспортно-технологической машины». Она включает 25-30 страниц расчетно-пояснительной записки и 2 листа форматов А3, А4 схем гидропривода заданной машины или робота. Расчетно-пояснительная записка содержит введение, задание, содержание, 9 разделов, заключение и список используемой литературы.

Примерное наименование разделов расчетно-пояснительной записки:

1. Выбор насоса и его характеристика.
2. Характеристика гидролиний. Выбор гидроаппаратуры и её соединений.
3. Пусковые параметры схемы гидропривода машины.
4. Расчет коэффициента полезного действия гидропривода.
5. Тепловой расчет гидропривода. Расчет и выбор охладителя.
6. Условие устойчивой работы гидросистемы под нагрузкой.
7. Расчет гидроцилиндров (гидромоторов) и выбор гидрозамка.
8. Прочностные расчеты элементов гидропривода.
9. Принципиальная гидравлическая схема робота или машины, её описание и работа.
10. Предложения по совершенствованию проектируемого объемного гидропривода.

7.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

Процедура проведения промежуточной аттестации и текущего контроля успеваемости регламентируется локальным нормативным актом, определяющим порядок организации и проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся. Процедура оценивания формирования компетенций при проведении текущего контроля приведена в п. 7.3. Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля приведены в п. 7.2. Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета с оценкой. Зачёт с оценкой проводится в форме письменного контрольного задания.

7.6. Критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации

	Уровень освоения и оценка			
	Оценка «неудовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно»	Оценка «хорошо»	Оценка «отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
Критерии оценивания	Уровень освоения компетенции «недостаточный». Компетенции не сформированы. Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы	Уровень освоения компетенции «пороговый». Компетенции сформированы. Сформированы базовые структуры знаний. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка.	Уровень освоения компетенции «продвинутый». Компетенции сформированы. Знания обширные, системные. Умения носят репродуктивный характер, применяются к решению типовых заданий. Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка.	Уровень освоения компетенции «высокий». Компетенции сформированы. Знания аргументированные, всесторонние. Умения успешно применяются к решению как типовых, так и нестандартных творческих заданий. Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка

<p>знания</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -существенные пробелы в знаниях учебного материала; -допускаются принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы билета, отсутствует знание и понимание основных понятий и категорий; -непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий билета.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -знания теоретического материала; -неполные ответы на основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов; -неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -знание и понимание основных вопросов контролируемого объема программного материала; - знания теоретического материала -способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, выявлять противоречия, проблемы и тенденции развития; -правильные и конкретные, без грубых ошибок, ответы на поставленные вопросы.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -глубокие, всесторонние и аргументированные знания программного материала; -полное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, точное знание основных понятий, в рамках обсуждаемых заданий; -способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, -логически последовательные, содержательные, конкретные и исчерпывающие ответы на все задания билета, а также дополнительные вопросы экзаменатора.</p>
<p>умения</p>	<p>При выполнении практического задания билета обучающийся продемонстрировал недостаточный уровень умений. Практические задания не выполнены Обучающийся не отвечает на вопросы билета при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.</p>	<p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с существенными неточностями. Допускаются ошибки в содержании ответа и решении практических заданий. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p>	<p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с небольшими неточностями. Показал хорошие умения в рамках освоенного учебного материала. Предложенные практические задания решены с небольшими неточностями. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p>	<p>Обучающийся правильно выполнил практическое задание билета. Показал отличные умения в рамках освоенного учебного материала. Решает предложенные практические задания без ошибок Ответил на все дополнительные вопросы.</p>

владение навыками	<p>Не может выбрать методику выполнения заданий.</p> <p>Допускает грубые ошибки при выполнении заданий, нарушающие логику решения задач.</p> <p>Делает некорректные выводы.</p> <p>Не может обосновать алгоритм выполнения заданий.</p>	<p>Испытывает затруднения по выбору методики выполнения заданий.</p> <p>Допускает ошибки при выполнении заданий, нарушения логики решения задач.</p> <p>Испытывает затруднения с формулированием корректных выводов.</p> <p>Испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий.</p>	<p>Без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий.</p> <p>Допускает ошибки при выполнении заданий, не нарушающие логику решения задач</p> <p>Делает корректные выводы по результатам решения задачи.</p> <p>Обосновывает ход решения задач без затруднений.</p>	<p>Применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий.</p> <p>Не допускает ошибок при выполнении заданий.</p> <p>Самостоятельно анализирует результаты выполнения заданий.</p> <p>Грамотно обосновывает ход решения задач.</p>
-------------------	---	--	---	---

Оценка по дисциплине зависит от уровня сформированности компетенций, закрепленных за дисциплиной, и представляет собой среднее арифметическое от выставленных оценок по отдельным результатам обучения (знания, умения, владение навыками).

Оценка «отлично»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 4,5 до 5,0.

Оценка «хорошо»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 3,5 до 4,4.

Оценка «удовлетворительно»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 2,5 до 3,4.

Оценка «неудовлетворительно»/«не зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 0 до 2,4.

8. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

8.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы	Количество экземпляров/электронный адрес ЭБС
Основная литература		
1	Белов А. Н., Пневмогидроприводы и средства автоматизации. Ч.2. Гидравлические приводы и системы, Самара: Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2015	http://www.iprbookshop.ru/90700.html
2	Грищенко В. И., Дымочкин Д. Д., Килина М. С., Полешкин М. С., Основные требования ЕСКД в машиностроении, Ростов-на-Дону: Донской государственный технический университет, 2018	https://www.iprbookshop.ru/118068.html
3	Глухов В. С., Дикой А. А., Галустов Р. А., Дикая И. В., Основы робототехники, Армавир: Армавирский государственный педагогический университет, 2019	https://www.iprbookshop.ru/82448.html
4	Калайдо А. В., Сердюкова Е. Я., Гидравлика, гидромашины и гидропневмопривод, Луганск: Книта, 2020	https://www.iprbookshop.ru/111210.html
5	Старчик Ю. Ю., Картыгин А. В., Гидропневмопривод. Теория и практика, Вологда: Инфра-Инженерия, 2022	https://e.lanbook.com/book/281471

6	Сова А. Н., Трифонова О. И., Трифонова Г. О., Буренин В. В., Домогаров А. Ю., Гидропневмосистемы робототехнического комплекса, Москва: Юрайт, 2023	https://urait.ru/bcode/519828
<u>Дополнительная литература</u>		
1	Артемьева Т. В., Лысенко Т. М., Румянцева А. Н., Стесин С. П., Стесин С. П., Гидравлика, гидромашины и гидропневмопривод, М.: Академия, 2005	70
2	Трифопова Г. О., Трифонова О. И., Гидропневмопривод: следящие системы приводов, Москва: Юрайт, 2023	https://urait.ru/bcode/518689
<u>Учебно-методическая литература</u>		
1	Гончаревич И. Ф., Никулин К. С., Основы робототехники. Механизмы выдвижения и поворота робота-погрузчика с пневмоприводом, Москва: Московская государственная академия водного транспорта, 2014	http://www.iprbookshop.ru/46498.html
2	Чмилъ В. П., Лабораторный практикум по гидропневмоприводу и гидропневмоавтоматике, СПб., 2013	http://ntb.spbgasu.ru/elib/00491/

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	https://www.elibrary.ru/

8.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Наименование	Электронный адрес ресурса
Электронно-библиотечная система издательства "IPRsmart"	http://www.iprbookshop.ru/
Электронно-библиотечная система издательства "ЮРАЙТ"	https://www.biblio-online.ru/
Электронная библиотека Ирбис 64	http://ntb.spbgasu.ru/irbis64r_plus/
Образовательные интернет-ресурсы СПбГАСУ	https://www.spbgasu.ru/university/obrazovatelnye-internet-resursy/
Тех.Лит.Ру - техническая литература	http://www.tehlit.ru/
Электронно-библиотечная система издательства "Лань"	https://e.lanbook.com/
Информационно-правовая база данных Кодекс	http://gasudata.lan.spbgasu.ru/docs/

8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

Наименование	Способ распространения (лицензионное или свободно распространяемое)
LibreOffice	Свободно распространяемое

8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Сведения об оснащённости учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащённость оборудованием и техническими средствами обучения
<p>32. Межкафедральная лаборатория автомобильно-дорожного факультета г. Санкт-Петербург, Курляндская ул., д.2/5 Секция № 104-К Лаборатория гидро- и пневмоприводов</p>	<p>Лаборатория гидро- и пневмоприводов 1) учебно-исследовательский комплекс «гидравлический привод подъемно-транспортных машин» 2) типовой комплект учебного оборудования «Гидропривод, гидроавтоматика и автоматизация технологических процессов» 3) типовой комплект учебного оборудования «Гидропривод дорожно-строительных и подъемно-транспортных машин» 4) типовой комплект учебного оборудования «Пневмопривод и пневмоавтоматика» в настольном исполнении (на металлическом столе) 5) лабораторный стенд «пневматическая тормозная система трехосного автомобиля КАМАЗ с ABS 6) стеллаж металлический с наглядными образцами гидро- и пневмосистем</p>
<p>32. Учебные аудитории для проведения практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации</p>	<p>Комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудиосистема), доска, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет</p>
<p>32. Помещения для самостоятельной работы</p>	<p>Помещение для самостоятельной работы (читальный зал библиотеки, ауд. 217): ПК-23 шт., в т.ч. 1 шт.- ПК для лиц с ОВЗ (системный блок, монитор, клавиатура, мышь) с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду СПбГАСУ.</p>
<p>32. Учебные аудитории для проведения лекционных занятий</p>	<p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудиосистема), доска, экран, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет</p>

Для инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются специальные условия для получения образования в соответствии с требованиями нормативно-правовых документов.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника (приказ Минобрнауки России от 17.08.2020 № 1046).

Программу составил:
доцент НТТМ, к.т.н. Зазыкин А. В.

Программа обсуждена и рекомендована на заседании кафедры Наземных транспортно-технологических машин

30.01.2024, протокол № 10

Заведующий кафедрой д.т.н., доцент Куракина Е. В.

Программа одобрена на заседании учебно-методической комиссии факультета

06.02.2024, протокол № 4.

Председатель УМК к.т.н., доцент Зазыкин А.В.

Контрольные задания (тесты) для текущей аттестации

1. Распределители предназначены для:

- а) регулирования скорости движения рабочей жидкости;
- б) изменения направления потока рабочей жидкости;
- в) изменения уровня давления в гидросистеме;
- г) синхронизации хода штоков гидроцилиндров;
- д) предохранения гидросистемы от перегрузки.

2. Гидрозамок служит для:

- а) пропускания рабочей жидкости только в одном направлении;
- б) синхронизации движения исполнительных органов;
- в) надежного закрытия полости гидродвигателя при разгерметизации гидросистемы;
- г) последовательного включения исполнительных органов;
- д) контроля величины перемещения рабочего органа.

3. Предохранительный клапан служит для:

- а) изменения направления потока рабочей жидкости;
- б) контроля уровня давления в гидросистеме;
- в) предохранения гидросистемы от перегрузок;
- г) разделение потока рабочей жидкости на два и более;
- д) соединения потоков рабочей жидкости в один поток.

4. Дроссель служит для:

- а) соединения потоков рабочей жидкости в один поток;
- б) контроля уровня давления рабочей жидкости;
- в) регулирования скорости движения рабочего органа;
- г) изменения направления потока рабочей жидкости;
- д) синхронизации хода штоков двух гидроцилиндров.

5. Редукционный клапан предназначен для:

- а) регулирования скорости движения рабочего органа;
- б) контроля уровня давления рабочей жидкости;
- в) изменения направления потока рабочей жидкости;
- г) поддержания установленного уровня давления, сниженного по отношению к давлению, создаваемому насосом;
- д) соединения потоков рабочей жидкости в один поток.

6. Насос предназначен для:

- а) вращения рабочего органа;
- б) преобразования механической энергии приводного двигателя в энергию потока рабочей жидкости;
- в) перемешивания рабочей жидкости;
- г) передачи выходному звену возвратно-поступательного движения;
- д) изменения направления потока рабочей жидкости.

7. Гидромотор служит для:

- а) вращения рабочего органа;
- б) передачи выходному звену возвратно-поступательного движения;
- в) изменения направления потока рабочей жидкости;
- г) изменения уровня давления в сливной линии;
- д) регулирования расхода насоса.

8. Гидроцилиндр предназначен для:

- а) передачи выходному звену возвратно-поступательного движения;
- б) изменения уровня давления в сливной линии;

- в) изменения направления потока рабочей жидкости;
- г) регулирования расхода насоса; д) вращения рабочего органа.

9. Гидробак служит для:

- а) изменения давления в гидросистеме;
- б) размещения, охлаждения и очистки рабочей жидкости;
- в) изменения направления потока рабочей жидкости;
- г) контроля уровня давления в гидросистеме;
- д) регулирования расхода насоса.

10. Пневмогидроаккумулятор предназначен для:

- а) охлаждения рабочей жидкости;
- б) очищения рабочей жидкости от механических примесей;
- в) контроля уровня давления в гидросистеме;
- г) поддержания высокого давления в момент отключения насоса;
- д) изменения направления потока рабочей жидкости.

11. Уплотнения подвижных и неподвижных соединений служат для:

- а) контроля уровня давления в гидросистеме;
- б) обеспечения герметичности гидрооборудования;
- в) охлаждения рабочей жидкости;
- г) изменения уровня давления в гидросистеме;
- д) очищения рабочей жидкости.

12. Мощность, которая передается от приводного двигателя к валу насоса, называется:

- а) полезной;
- б) подведенной;
- в) гидравлической;
- г) механической.

13. Мощность, которая отводится от насоса в виде потока жидкости под давлением, называется:

- а) полезной;
- б) подведенной;
- в) гидравлической;
- г) механической.

14. Объемный КПД насоса отражает потери мощности, связанные:

- а) с внутренними перетечками жидкости внутри насоса через зазоры подвижных элементов;
- б) с возникновением силы трения между подвижными элементами насоса;
- в) с деформацией потока рабочей жидкости в насосе и с трением жидкости о стенки гидроаппарата;
- г) с непостоянным расходом жидкости в нагнетательном трубопроводе.

15. Механический КПД насоса отражает потери мощности, связанные:

- а) с внутренними перетечками жидкости внутри насоса через зазоры подвижных элементов;
- б) с возникновением силы трения между подвижными элементами насоса;
- в) с деформацией потока рабочей жидкости в насосе и с трением жидкости о стенки гидроаппарата;
- г) с непостоянным расходом жидкости в нагнетательном трубопроводе.

16. Гидравлический КПД насоса отражает потери мощности, связанные:

- а) с внутренними перетечками жидкости внутри насоса через зазоры подвижных элементов;
- б) с возникновением силы трения между подвижными элементами насоса;

- в) с деформацией потока рабочей жидкости в насосе и с трением жидкости о стенки гидроаппарата;
- г) с непостоянным расходом жидкости в нагнетательном трубопроводе.

17. Плотность воздуха (стандартная – при 15 °С, атмосферном давлении 760 мм ртутного столба и относительной влажности 50 %) равна:

- а) 1,2 кг/м³;
- б) 1,0 кг/м³;
- в) 1,5 кг/м³.

18. Коэффициент кинематической вязкости для воздуха при стандартных условиях составляет:

- а) $1,9 \cdot 10^{-6}$ м²/с;
- б) $19 \cdot 10^{-6}$ м²/с;
- в) $14,9 \cdot 10^{-6}$ м²/с.

19. Регулятор тормозных сил предназначен для:

- а) автоматического регулирования давления воздуха, подводимого при торможении к тормозным камерам переднего моста автомобиля в зависимости от действующей осевой нагрузки;
- б) автоматического регулирования давления воздуха, подводимого при торможении к тормозным камерам мостов задней тележки автомобиля в зависимости от действующей осевой нагрузки;
- в) автоматического регулирования давления воздуха, подводимого при торможении к тормозным камерам мостов автомобиля в зависимости от действующей осевой нагрузки.

20. Использование тормозной камеры с пружинным энергоаккумулятором позволяет обеспечить:

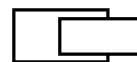
- а) стояночное и запасное торможения, а также растормаживание тормозных механизмов колес;
- б) рабочее, стояночное и запасное торможения, а также растормаживание тормозных механизмов колес;
- в) стояночное торможение и растормаживание тормозных механизмов колес.

21. Ускорительный клапан пневмопривода стояночной тормозной системы:

- а) сокращает время срабатывания привода запасной тормозной системы за счет уменьшения длины магистрали выпуска воздуха в атмосферу;
- б) сокращает время срабатывания привода рабочей тормозной системы за счет уменьшения длины магистрали выпуска воздуха в атмосферу;
- в) сокращает время срабатывания привода вспомогательной тормозной системы за счет уменьшения длины магистрали выпуска воздуха в атмосферу.

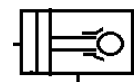
22. Какой гидравлический элемент изображен на рисунке?

- а) гидроцилиндр поршневой;
- б) гидроцилиндр плунжерный;
- в) гидроцилиндр телескопический;
- г) гидроцилиндр с торможением в конце хода.



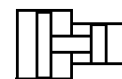
23. Какой гидравлический элемент изображен на рисунке?

- а) клапан напорный;
- б) гидроаккумулятор грузовой;
- в) дроссель настраиваемый;
- г) гидрозамок.

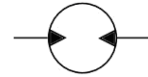


24. Какой гидравлический элемент изображен на рисунке?

- а) гидроцилиндр;
- б) гидрозамок;
- в) гидропреобразователь;
- г) гидрораспределитель.



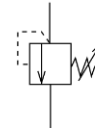
Какой гидравлический элемент изображен на рисунке? а) гидронасос регулируемый; б) гидромотор реверсивный; в) поворотный гидроцилиндр.



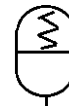
25. Какой гидравлический элемент изображен на рисунке? а) гидронасос регулируемый; б) гидронасос реверсивный; в) гидромотор реверсивный, нерегулируемый; г) теплообменник.



26. Какой гидравлический элемент изображен на рисунке? а) клапан обратный; б) клапан редукционный; в) клапан предохранительный; г) клапан перепада давлений.



27. Какой гидравлический элемент изображен на рисунке? а) гидроаккумулятор плунжерный; б) гидроаккумулятор грузовой; в) гидроаккумулятор пневмогидравлический; г) гидроаккумулятор пружинный.

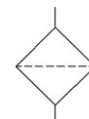


28. Какой гидравлический элемент изображен на рисунке? а) гидрораспределитель двухлинейный четырехпозиционный; б) гидрораспределитель четырехлинейный двухпозиционный с управлением от электромагнита; в) гидрораспределитель двухлинейный двухпозиционный с управлением от электромагнита;



г) гидрораспределитель клапанного типа.

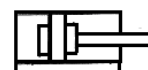
29. Какой гидравлический элемент изображен на рисунке? а) теплообменник; б) фильтр; в) гидрозамок; г) клапан обратный.



30. Какой гидравлический элемент изображен на рисунке? а) клапан обратный; б) дроссель нерегулируемый; в) дроссель регулируемый; г) клапан редукционный.



31. Какой гидравлический элемент изображен на рисунке? а) гидроаккумулятор грузовой; б) гидропреобразователь; в) гидроцилиндр с торможением в конце хода; г) гидрозамок.



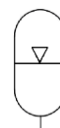
32. Какой гидравлический элемент изображен на рисунке?

- а) клапан прямой;
- б) клапан обратный;
- в) клапан напорный;
- г) клапан подпорный.



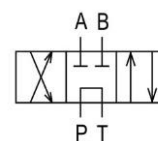
33. Какой гидравлический элемент изображен на рисунке?

- а) гидроаккумулятор плунжерный;
- б) гидроаккумулятор грузовой;
- в) гидроаккумулятор пневмогидравлический;
- г) гидроаккумулятор регулируемый.



34. Какой гидравлический элемент изображен на рисунке?

- а) гидрораспределитель четырехлинейный трехпозиционный;
- б) гидрораспределитель трехлинейный трехпозиционный;
- в) гидрораспределитель двухлинейный шестипозиционный;
- г) гидрораспределитель четырехлинейный двухпозиционный.



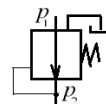
35. Какой гидравлический элемент изображен на рисунке?

- а) фильтр;
- б) теплообменник;
- в) гидрозамок;
- г) клапан обратный.



36. Какой гидравлический элемент изображен на рисунке?

- а) клапан предохранительный;
- б) клапан редуциционный;
- в) клапан переливной;
- г) клапан пропорциональный.



Практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

1. Подобрать параметры насоса (p , Q) для осуществления движения поршня под нагрузкой $T = 5$ кН со скоростью $V_{\text{п}} = 1,2$ м/с. Жидкость – масло гидравлическое. Вязкость масла $\nu = 4 \cdot 10^{-1}$

Ст, другие данные: $\gamma = 8,85$ кН/м³, $D = 100$ мм, $d_{\text{шт}} = 60$ мм, $d = 12$ мм, $l = 2$ м. Трубы стальные, новые. Учитывать только местные потери в распределителе $\zeta_{\text{р}} = 5$.

2. Жидкость ($\gamma = 8,85$ кН/м³) при расходе $Q = 3$ л/с от насоса подается к золотнику под давлением $16 \cdot 10^5$ Н/м², а от золотника в поршневую полость гидроцилиндра, диаметр которого $D = 70$ мм. К штоку гидроцилиндра приложена сила $P = 2040$ Н. Пренебрегая трением и не учитывая избыточное давление в штоковой полости, рассчитать скорость движения поршня при установившемся движении, если площадь проходного сечения золотника $f = 20$ мм², а его коэффициент расхода $\mu = 0,62$.

3. В схеме объемной гидростатической передачи регулируемый дроссель установлен на выходе. Перепад давления на золотниковом распределителе $\Delta p_{\text{зол}} = 25 \cdot 10^5$ Па, перепад давления на дросселе $\Delta p_{\text{др}} = 3 \cdot 10^4$ Па. Величина нагрузки на поршне гидроцилиндра $P = 25$ кН, диаметр штока $d_{\text{шт}} = 40$ мм, диаметр поршня $D = 75$ мм. Скорость движения поршня $V = 4$ м/мин. Определить производительность и потребляемую мощность насоса, если объемный КПД его $\eta_{\text{о}} = 0,86$, гидравлический $\eta_{\text{г}} = 1$, механический $\eta_{\text{мех}} = 0,9$. Потери напора в гидролиниях и остальных узлах и утечки не учитывать. Жидкость – масло промышленное И-20.

4. В гидроприводе поступательного движения скорость поршня гидроцилиндра $V_{\text{п}}$ регулируется дросселем, установленным на входе. Нагрузка на поршень $P = 5$ кН, силы трения в уплотнениях поршня и штока составляют 5%. Диаметр поршня – $D = 100$ мм, штока – $d_{\text{шт}} = 60$ мм. Скорость поршня $V = 6$ м/мин. Перепад давления на золотнике-распределителе $\Delta p_{\text{зол}} = 20 \cdot 10^4$ Па, давление жидкости в штоковой полости $p_{\text{шт}} = 3 \cdot 10^4$ Па. Площадь проходного отверстия дросселя $f = 10$ мм², коэффициент расхода дросселя $\mu = 0,7$. Утечки рабочей жидкости ($\rho = 890$ кг/м³) на участке дроссель – гидроцилиндр составляют 5% от расхода, поступающего в гидроцилиндр. Рассчитать подачу и эффективную мощность насоса.

5. В гидроприводе поступательного движения дроссель включен параллельно гидроцилиндру. Диаметр поршня $D = 150$ мм, штока – $d_{\text{шт}} = 60$ мм, нагрузка $R = 16$ кН, ход поршня $l = 800$ мм, площадь проходного отверстия дросселя $f = 4$ мм², коэффициент расхода дросселя – $\mu = 0,65$, подача насоса – $Q = 60$ л/мин. Определить время одного цикла работы гидроцилиндра, пренебрегая ускорением поршня, силами трения и утечками жидкости в системе и учитывая только перепад давления в распределителе $\Delta p_{\text{р}} = 20$ Н/см². Рабочая жидкость – масло промышленное И-20.

6. Определить мощность шестеренного насоса, используемого в объемной гидропередаче для перемещения поршня гидроцилиндра, если внешняя нагрузка поршня при рабочем ходе

(справа налево) $p = 5$ кН. Скорость рабочего хода $V_{\Pi} = 0,2$ м/с, диаметр поршня $D = 50$ мм, диаметр штока – $d_{\text{шт}} = 20$ мм, плотность жидкости $\rho = 1210$ кг/м³, кинематическая вязкость жидкости $\nu = 1,2$ Ст. Общая длина напорной и сливной линии $l = 12$ м, диаметр трубопровода $d_{\text{тр}} = 10$ мм. Местные сопротивления не учитывать за исключением сопротивления золотника и фильтра. Коэффициент сопротивления фильтра $\zeta_{\text{ф}} = 11,6$, золотника $\zeta_{\text{зол}} = 16$.

7. Определить скорость перемещения поршня гидротормоза диаметром $D = 200$ мм со штоком диаметром $d_{\text{шт}} = 80$ мм, нагруженного силой $P = 120$ кН, если перетекание жидкости из левой полости цилиндра в правую происходит через два отверстия в поршне диаметром $d = 10$ мм, при этом давление в правой полости $p_{\text{изб}} = 0$. Коэффициент расхода отверстий μ принять равным $0,6$, плотность жидкости $\rho = 865$ кг/м³. Коэффициент трения в манжете поршня шириной 25 мм $f = 0,15$.

8. Перемещения поршней гидроцилиндров диаметром $D = 15$ см, нагруженных внешними силами $R_1 = 1000$ Н и $R_2 = 2000$ Н, осуществляется подачей в гидроцилиндры спиртоглицериновой смеси ($\nu = 1$ Ст, $\rho = 1245$ кг/м³) по трубам одинаковой длины $l = 10$ м и диаметра $d = 4$ см.

Определить скорости перемещения поршней при расходе $Q = 7$ л/с в магистрали. Сопротивлением сливной линии пренебречь, считая давление в нерабочих полостях цилиндров атмосферным. Местные потери в напорной линии принять равными 10% от потерь по длине.

9. Три одинаковых цилиндра диаметром $D = 50$ мм заполнены маслом ($\delta = 0,9$, $\nu = 0,3$ Ст) и соединены трубами, размеры которых: $l_1 = l_2 = 22,5$ м, $l_3 = 20$ м и $d = 25$ мм. В цилиндрах находятся поршни, нагруженные силами $R_1 = 700$ Н, $R_2 = 640$ Н и $R_3 = 500$ Н. Определить направления и величины скоростей перемещения поршней. Пренебречь высотами расположения поршней относительно узловых точек системы, трением в цилиндрах и местными потерями напора в трубах.

10. В системе объемного гидропривода пневмогидравлический аккумулятор с избыточным давлением воздуха $p_0 = 5$ МПа питает маслом силовой гидроцилиндр диаметром $D = 60$ мм.

Плотность масла $\rho = 910$ кг/м³, кинематическая вязкость $\nu = 0,2$ Ст. Соединительная латунная трубка (шероховатость $\Delta = 0,01$ мм) имеет размеры $l = 12$ м и $d = 15$ мм. Разность уровней $h = 0,4$ м. Определить скорость установившегося движения поршня V_{Π} гидроцилиндра, когда к нему приложена полезная нагрузка $R = 12$ кН. Какой станет скорость поршня при сбросе полезной нагрузки ($R = 0$)? Местные сопротивления трубки принять равными 30% от ее сопротивления по длине. Утечками и трением поршня в гидроцилиндре пренебречь.

11. Определить диаметр гидравлического цилиндра, необходимый для подъема задвижки при избыточном давлении жидкости $p = 0,2$ МПа, если диаметр трубопровода $D_2 = 0,6$ м и вес подвижных частей устройства $G = 2000$ Н. При расчете коэффициент трения задвижки f в направляющих поверхностях принять равным $0,3$, силу трения в цилиндре считать равной 5% от веса подвижных частей. Давление за задвижкой равно атмосферному. Площадью штока пренебречь.

12. В гидроцилиндре диаметром $D = 60$ мм поршень нагружен силой $R = 20$ кН. Найти скорость перемещения поршня от этой нагрузки при запертой поршневой полости. Давление в штоковой полости равно атмосферному. Радиальный зазор $\delta = 0,07$ мм, ширина поршня $b = 40$ мм. Жидкость – минеральное масло ($\nu = 0,4$ см²/с). Пренебречь силой жидкостного трения в зазоре, а также влиянием скорости движения поршня на расход в зазоре.

13. Определить величину максимальной нагрузки R , преодолеваемой поршнем гидроцилиндра, и скорость поршня V_{Π} . Давление на выходе из насоса равно 16 МПа, подача насоса $Q = 48$ л/мин. Перепад давления на золотниковом распределителе $\Delta p = 2$ МПа. Жидкость – масло индустриальное И-50. Температура $t = 50$ С. Диаметр поршня $D = 140$ мм, штока $d = 0,4D$. Пре-

небречь трением поршня, утечками в напорной линии, потерями напора по длине и местными потерями, исключая потери в распределителе.

14. В гидравлическом приводе с дроссельным регулированием обязательным элементом является предохранительный клапан. Определить величину нагрузки R на поршне гидроцилиндра, при которой откроется предохранительный клапан, настроенный на 20 МПа. Подача насоса $Q = 27$ л/мин. Площадь сечения дросселя $f_{др} = 4$ мм². Коэффициент расхода дросселя $\mu = 0,72$. Жидкость минеральное масло ($\rho = 900$ кг/м³, $\nu = 0,4$ см²/с), поршень имеет размеры: $D = 50$ мм штока $d = 30$ мм. Учитывать только потери в дросселе и распределителе $\Delta p_p = 1,6$ МПа. Утечками жидкости в напорной магистрали пренебречь.

15. Определить максимальную скорость движения поршня гидроцилиндра, нагруженного силой $R = 35$ кН. Диаметр поршня $D = 55$ мм, штока $d = 30$ мм. Перепад давления в распределителе $\Delta p = 1$ МПа. Предохранительный клапан гидросистемы настроен на 25 МПа. Площадь проходного сечения дросселя $f_{др} = 6$ мм², коэффициент расхода дросселя $\mu = 0,8$, жидкость – глицерин, $t = 40$ °С. Утечками жидкости в напорной магистрали пренебречь. Учесть потери в дросселе и распределителе.

16. Определить мощность холостого хода насоса, необходимую для отвода поршня в безаккумуляторном насосном приводе пресса. Вес подвижных частей поршня $G = 10$ Н, скорость отвода поршня $V = 0,2$ м/с, длина подводящей и сливной магистралей $l = 6$ м, диаметр $d = 0,03$ м, перепад давления на золотнике $\Delta p_{зол} = 2 \cdot 10^5$ Н/м², диаметр поршня $D = 0,2$ м, диаметр штока $d = 0,12$ м. Трением поршня и утечками жидкости пренебречь. Жидкость – масло индустриальное И-20 ($t = 20$ °С). Магистрали – стальные.

17. Определить мощность насоса, необходимую для процесса объемной штамповки. Усилие прессования R принять постоянным и равным 10^6 Н, скорость прессования $0,05$ м/с, перепад давления на золотнике $\Delta p_{зол} = 2 \cdot 10^5$ Па. Диаметр поршня $D = 300$ мм, штока – $d = 0,6D$. Трением поршня, утечками и потерями энергии в трубопроводах пренебречь.

18. Определить угловую скорость и момент на гидроцилиндре поворотного действия, если подача насоса $Q = 64$ л/мин, а давление на выходе насоса $p_n = 12 \cdot 10^6$ Па. Диаметры: $D = 240$ мм, $d = 80$ мм. Длина лопасти $b = 300$ мм. Падение давления в золотниковых окнах $3 \cdot 10^5$ Н/м². Потерями напора в трубопроводе, трением в цилиндре и утечками пренебречь. Жидкость – минеральное масло АМГ-10 ($\rho = 900$ кг/м³). Температура $t = 45$ °С.

19. Определить подачу насоса и давление на выходе для осуществления движения поршня гидроцилиндра со скоростью 12 м/мин при нагрузке $R = 6 \cdot 10^4$ Н. Диаметр поршня цилиндра $D = 200$ мм, диаметр штока $d = 100$ мм. Потерями напора в трубопроводах и в золотнике, утечками жидкости и трением поршня пренебречь. Жидкость – минеральное масло И-60, $\rho = 900$ кг/м³.

20. Определить мощность и число оборотов приводного двигателя аксиально-поршневого насоса, необходимые для получения на валу гидромотора крутящего момента, равного 60 Н·м, при скорости вращения 150 рад/с. Объемные постоянные насоса и гидромотора равны соответственно $q_n = 26$ см³, $q_{гм} = 42$ см³. Объемный КПД насоса $\eta_n = 0,95$, гидромотора $\eta_{гм} = 0,98$. Гидромеханический КПД насоса $\eta_{мн} = 0,93$, гидромотора $\eta_{огм} = 0,92$. Потерями напора в гидролиниях пренебречь.

21. Для изменения скорости вращения вала гидромотора в схеме гидростатической объемной передачи использован регулируемый дроссель. Определить площадь открытия дросселя. Подача насоса $Q = 60$ л/мин. Давление на выходе насоса $p = 10^7$ Па. Коэффициент расхода дрос-

селя $\mu = 0,65$. Мощность, снимаемая с вала гидромотора, равна 3 кВт. Общий КПД гидромотора $\eta = 0,94$. Гидравлическими сопротивлениями в гидролиниях пренебречь. Плотность рабочей жидкости $\rho = 900 \text{ кг/м}^3$.

22. В приводе вращательного движения применен гидромотор с удельным расходом $q = 70 \text{ см}^3$. Подача насоса $Q = 4,5 \text{ л/с}$. Между насосом и двигателем установлен щелевой дроссель, открытый до 40%. Максимальная площадь проходного сечения проходного сечения дросселя $f = 25 \text{ мм}^2$. Коэффициент расхода дросселя $\mu = 0,6$. Потребляемая мощность насоса $N = 2,8 \text{ кВт}$.

Пренебрегая потерями напора в системе, определить скорость вращения гидромотора, его полезную мощность и КПД гидросистемы, если КПД насоса $\eta = 0,84$, КПД гидромотора $\eta = 0,86$, плотность рабочей жидкости $\rho = 900 \text{ кг/м}^3$. Объемный КПД гидромотора $\eta_{\text{огм}} = 1$.

23. В схеме гидропривода вращательного движения дроссель установлен на выходе. Определить давление, развиваемое насосом, подачу и мощность насоса, если рабочий объем гидромотора $V = 70 \text{ см}^3$, $n = 1500 \text{ об/мин}$, крутящий момент на его валу $M = 360 \text{ Н}\cdot\text{м}$. Перепад давления на дросселе $\Delta p_{\text{др}} = 2 \cdot 10^5 \text{ Па}$. Потерями напора в гидролиниях и утечками жидкости пренебречь. Полагать, что расход через клапан $Q_{\text{кл}} = 0$, КПД насоса $\eta = 0,92$, гидромотора $\eta = 0,88$, его механический КПД $\eta_{\text{мгм}} = 0,9$.

24. В приводе вращательного движения дроссель включен параллельно двигателю. Площадь отверстия дросселя $f = 6 \text{ мм}^2$, коэффициент расхода дросселя $\mu = 0,65$, крутящий момент на валу гидродвигателя $M = 10 \text{ Нм}$, расход жидкости ($\rho = 800 \text{ кг/м}^3$) $Q = 50 \text{ л/мин}$, число оборотов $n = 900 \text{ об/мин}$. Перепад давления на участке от насоса до двигателя составляет $\Delta p = 2 \cdot 10^5 \text{ Па}$. Вычислить КПД гидропередачи, приняв КПД насоса $\eta = 0,85$. Потерями напора в гидролиниях слива и утечками жидкости пренебречь. Принять объемный КПД гидродвигателя $\eta_{\text{огд}} = 1$, механический – $\eta_{\text{мгд}} = 0,85$.

25. В объемном гидроприводе два соединенных параллельно гидромотора развивают мощности $N_1 = 1 \text{ кВт}$ и $N_2 = 2 \text{ кВт}$. Крутящий момент, передаваемый каждым двигателем, равен 100 Н·м. Выходное давление насоса равно 10^7 Па . Определить подачу насоса и число оборотов гидромоторов, если объемные и гидромеханические КПД гидромоторов равны соответственно: $\eta_{\text{о1}} = \eta_{\text{о2}} = 0,95$ и $\eta_{\text{м1}} = \eta_{\text{м2}} = 0,92$. Потерями напора в сливном и нагнетательном трубопроводах пренебречь.

26. В гидроприводе вращательного движения гидромоторы 1 и 2 соединены последовательно. Подача насоса $Q = 120 \text{ л/мин}$. Давление на выходе $p = 10 \text{ МПа}$. Определить мощность, снимаемую с вала первого и второго гидромоторов, если их рабочие объемы равны соответственно: $q_1 = 16 \text{ см}^3/\text{об}$ и $q_2 = 32 \text{ см}^3/\text{об}$. Момент на валу второго гидромотора равен $M = 24 \text{ Нм}$. Объемный и гидромеханический КПД гидромоторов $\eta_{\text{о1}} = \eta_{\text{о2}} = 0,95$, $\eta_{\text{м1}} = \eta_{\text{м2}} = 0,92$. Потерями напора в гидролиниях пренебречь.

27. Для привода шестеренного насоса электрический двигатель затрачивает мощность $N = 7 \text{ кВт}$. Насос приводит во вращение пластинчатый гидромотор со скоростью $n = 1400 \text{ об/мин}$. На валу гидромотора создается момент $M = 40 \text{ Нм}$. Определить КПД насоса, если полный КПД гидромотора $\eta = 0,91$. Потерями напора в гидролиниях и утечками жидкости пренебречь.

28. Определить коэффициент полезного действия объемной гидравлической передачи, состоящей из насоса и гидромотора. Общий КПД насоса $\eta = 0,92$. Момент на валу гидромотора M

= 35 Н · м. Удельный рабочий объем гидромотора $q_{\text{ГМ}} = 24 \text{ см}^3/\text{об}$, его объемный КПД $\eta_o = 0,85$, гидромеханический КПД $\eta_{\text{ГМ}} = 0,95$. Потерями напора в гидролиниях пренебречь.

29. Для объемной гидростатической передачи, состоящей из насоса, приводного двигателя и гидромотора, определить полезную мощность на валу гидромотора. Мощность приводного двигателя насоса $N = 5 \text{ кВт}$, КПД насоса $\eta_n = 0,78$, КПД гидромотора $\eta_{\text{ГМ}} = 0,87$. Потерями напора в гидролиниях и утечками жидкости пренебречь.

30. Для регулирования скорости вращения гидромотора в гидроприводе использован регулируемый дроссель, установленный между насосом и гидромотором. Определить площадь открытия дросселя, если давление насоса и подача насоса: $p = 8 \cdot 10^6 \text{ Па}$, $Q = 72 \text{ л/мин}$. Момент на валу гидромотора $M = 10 \text{ Нм}$. Его рабочий объем $q = 45 \text{ см}^3/\text{об}$, гидромеханический КПД $\eta = 0,85$. Потерями напора в гидролиниях и утечками жидкости пренебречь. Жидкость – масло АМГ-10. Коэффициент расхода дросселя $\mu = 0,7$.

31. Дроссель, установленный в гидросхеме параллельно гидродвигателю, позволит регулировать его скорость вращения. Определить число оборотов гидромотора, если подача насоса $Q = 80 \text{ л/мин}$, момент на валу гидромотора $M = 8 \text{ Н} \cdot \text{м}$, рабочий объем гидромотора $q = 35 \text{ см}^3/\text{об}$, $\eta_o = 0,9$, площадь открытия дросселя $f_{\text{др}} = 8 \text{ мм}^2$. Потерями напора и утечками в гидролиниях, дросселе и гидромоторе пренебречь. Жидкость – масло, $\rho = 900 \text{ кг/м}^3$, температура $t = 50 \text{ }^\circ\text{С}$.

Механический КПД гидромотора $\eta_{\text{МГМ}} = 0,92$, коэффициент расхода дросселя $\mu = 0,6$.