МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИСИ
_____ В.А. Уваров
«29» апреля 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Гидропривод и гидропневмоавтоматика

специальность

15.05.01 - Проектирование технологических машин и комплексов

специализации:
15.05.01-10 Проектирование технологических комплексов механосборочных производств
15.05.01-24 Проектирование технологических машин и комплексов

Квалификация

инженер

Форма обучения

очная

Институт: инженерно-строительный
Кафедра: теплогазоснабжения и вентиляции

Белгород – 2022

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитета по специальности 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов, утв. 09.08.2021г.
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2022 году.

Составитель: _____ к.т.н., доцент Ю.Г. Овсянников

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры «Теплогазоснабжения и вентиляции»

«15» 04 2022 г., протокол № 11

Заведующий кафедрой: _____ д.т.н., проф. В.А. Уваров

Рабочая программа согласована с выпускающими кафедрами:

«Механическое оборудование»

Заведующий кафедрой: _____ д.т.н., проф. В.С. Богданов

«26» 04 2022 г.

«Технологии машиностроения»

Заведующий кафедрой: _____ д.т.н., проф. Т.А. Дуюн

«27» 04 2022 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией инженерно-строительного института

«28» 04 2022 г., протокол № 9

Председатель _____ к.т.н., доцент А.Ю. Феоктистов

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
ОПК-9 Способен подготавливать технические задания на разработку проектных решений, принимать участие в работах по расчету и проектированию машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов, деталей и узлов машиностроительных конструкций: разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты с использованием средств автоматизации и передового опыта разработки конкурентноспособных изделий, участвовать в рассмотрении различной технической документации, подготавливать обзоры, отзывы, заключения	**ОПК-9.5** – Разрабатывает принципиальные схемы привода и гидропневмоавтоматики на основе инженерных расчетов и осуществляет выбор комплектующего оборудования	**Знания:** Знание элементов принципиальных схемы гидропневмоавтоматики **Умения:** Умение выполнять инженерные расчеты элементов схемы гидропневмоавтоматики **Навыки:** Владение навыками внедрения систем гидропневмооатоматики объектов профессиональной деятельности и осуществлять выбор комплектующего оборудования
	ОПК-9.6 – Осуществляет совершенствование эксплуатационных характеристик привода технологических машин за счет применения объемных гидроприводов и гидромеханических трансмиссий	**Знания:** Знание типовых схем гидромеханических приводов технологических машин строительной индустрии **Умения:** Умение использовать гидрообъемные привода и гидромеханические трансмиссии **Навыки:** Владение навыками создания и внедрения схем гидроприводов машин

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Компетенция ОПК-9 Способен подготавливать технические задания на разработку проектных решений, принимать участие в работах по расчету и проектированию машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов, деталей и узлов машиностроительных конструкций: разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты с использованием средств автоматизации и передового опыта разработки конкурентноспособных изделий, участвовать в рассмотрении различной технической документации, подготавливать обзоры, отзывы, заключения

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами

Стадия	Наименования дисциплины
1	Теория механизмов и машин
2	Детали машин и основы проектирования
3	Гидропривод и гидропневмоавтоматика
4	Технические основы создания машин
5	Электрические машины и электропривод
6	Материаловедение
7	Надежность механических систем

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зач. единиц, 216 часов.

Форма промежуточной аттестации – экзамен.

Вид учебной работы[1]	Всего часов	Семестр № 6
Общая трудоемкость дисциплины, час	216	216
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	72	72
лекции	17	17
лабораторные	17	17
практические	34	34
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации[2]	4	4
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	144	144
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задание	18	18
Индивидуальное домашнее задание		
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	90	90
Форма промежуточная аттестация	36	36

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем
Курс 3 Семестр 6

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практ. занятия	Лабор. занятия	Самост работа
1. Основы гидравлики					
	Основные физические свойства жидкости. Модель идеальной жидкости и газа. Силы, действующие на жидкость. Гидростатическое давление и его свойства. Дифференциальное уравнение покоящейся жидкости. Основное уравнение гидростатики. Абсолютное, избыточное и вакуумметрическое давления. Пьезометрическая высота, пьезометрический напор. Сила давления на плоские и криволинейные поверхности. Гидродинамика. Уравнение расхода. Уравнение неразрывности потока. Динамическое давление. Уравнение Бернулли, энергетический и геометрический смысл уравнения. Общие сведения о гидравлических потерях. Потери напора на трение, формула Дарси- Вейсбаха. Местные гидравлические сопротивления, основные виды сопротивлений. Основные положения электрогидродинамической аналогии. Классификация трубопроводов. Расчет простого и сложного трубопровода, три задачи, численные методы решения	4	12	2	20
2	Структура и комплектующие гидравлического привода				
	Динамический и объемный гидропривод, области применения. Структура принцип действия, основные параметры, преимущества и недостатки объемного гидропривода. Характеристики рабочих жидкостей гидропривода, особенности взаимодействия с ограничивающими стенками каналов. Классификация и принцип действия объемных гидромашин. Объемные и механические потери, общий КПД. Конструкции, принцип действия, характеристики шестеренных, лопастных, винтовых, аксиально- и радиально-поршневых насосов и гидромоторов. Определение рабочего объема и его регулирование. Конструкция и принцип действия поршневых, плунжерных, телескопических, мембранных, сильфонных гидроцилиндров. Дифференциальная схема включения поршневого гидроцилиндра. Расчет рабочих параметров гидромашин. Классификация гидроаппаратуры. Назначение, конструкция, принцип действия, основные расчетные зависимости клапанов давления (предохранительных, напорных, переливных, редукционных, обратных, обратных управляемых). Дроссели, расчет потерь давления на дросселе. Регуляторы потока. Делители потока. Реле давления и выдержки. Распределители: назначение, классификация, принцип действия. Степень перекрытия рабочих окон золотникового распределителя, зона нечувствительности. Гидроаккумуляторы. Модульные гидравлические аппараты. Вспомогательное оборудование гидропривода. Фильтры:	3	4	2	12

	классификация, критерии выбора, места установки в системе гидропривода. Сепараторы. Гидробаки: функциональное назначение, расчет рабочего объема и теплового баланса, особенности конструктивного исполнения. Охлаждение рабочей жидкости. Масляные станции. Гидролинии: классификация, используемые материалы, способы монтажа. Расчет диаметра трубопровода. Общие сведения об уплотнительных устройствах. Способы герметизации подвижных и неподвижных соединений, их характеристика. Грязесъемники. Критерии выбора уплотнительного элемента.				
3	Привод дискретного действия.				
	Понятие о дискретном приводе. Классификация дискретных гидроприводов. Принципиальные гидравлические схемы, условные обозначения. Структурный анализ и синтез схемы нерегулируемого гидропривода. Уравнение динамики рабочего органа гидропривода поступательного движения и его решение. Расчет статических характеристик объемного привода. Методика расчета вращательного и поступательного гидроприводов. Выбор аппаратуры, насоса и гидравлического двигателя привода. Способы регулирования скорости движения гидродвигателей. Ступенчатое регулирование. Объемный и дроссельный способы. Последовательное и параллельное включение дросселя. Стабилизация скорости движения исполнительного механизма при переменной нагрузке. КПД и нагрузочные характеристики привода. Сравнение способов регулировки. Синхронные гидроприводы. Общие сведения. Сущность и классификация синхронных приводов. Синхронные гидроприводы дроссельного и объемного способов регулирования, примеры схем, расчет основных параметров. Синфазные приводы.	4	8	8	18
4.	Гидравлические следящие приводы.				
	Принцип действия и области применения. Функциональная схема следящего привода. Гидравлические усилители. Классификация, чувствительность, точность и устойчивость гидроусилителей. Следящий привод с золотниковыми усилителями. Силы, действующие на золотник, способы разгрузки золотников. Статический расчет следящего гидропривода.	2	4	2	18
5	Основы гидропневмоавтоматики				
	Общие сведения о системах управления. Функции автоматических систем управления. Системы управления дискретного действия. Логические операции, логические функции одной и двух переменных, их реализация элементами УСЭППА. Построение однотактных систем управления. Триггер, построение многотактных систем управления. Генератор сигналов. Триггер со счетным входом. Накапливающий сумматор. Программируемые системы управления. Системы управления непрерывного действия. Статические, астатические и изодромные системы управления, их характеристики.	4	6	3	22
	ВСЕГО	17	34	17	90

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 6				
1	Основы гидравлики	Определение силы давления на плоские и криволинейные поверхности. Уравнение Бернулли, энергетический и геометрический смысл уравнения. Расчет потерь напора на трение и местных гидравлические сопротивления Гидравлический расчет простого трубопровода, три задачи, численные методы решения. Расчет сложных трубопроводов по методу главной магистрали. Построение электрического аналога сложного трубопровода	12	12
2	Структура и комплектующие гидравлического привода	Структурный анализ объемных приводов. Условное обозначение и функциональное назначение аппаратуры привода.	4	4
3	Привод дискретного действия.	Расчет гидросистемы нерегулируемого объемного привода поступательного вращательного движения. Выбор насоса и необходимой гидроаппаратуры, уточнение эксплуатационных параметров привода. Дроссельный способ регулирования скорости движения гидродвигателя построение нагрузочных характеристик.	8	8
4	Гидравлические следящие приводы	Построение характеристик статических, астатических и изодранных систем.	2	2
6	Основы гидропневмоавтоматики.	Логические операции одной и двух переменных, их реализация с помощью мембранного реле. Основные соотношения алгебры логики Построение однотактных систем управления. Построение многоактных систем управления.	8	8
ИТОГО:			34	34

4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 6				
1	Основы гидравлики	Исследование режимов движения жидкости. Определение коэффициента трения (коэффициента Дарси). Построение расходной характеристики простого и сложного трубопроводов.	6	6
2	Структура и комплектующие гидравлического привода	Определение эксплуатационных характеристик объемных насосов.	2	2

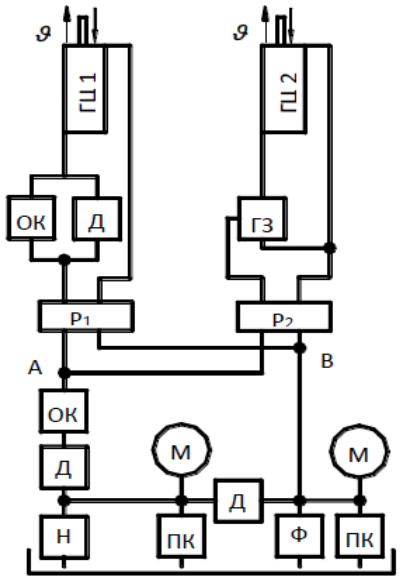
3	Привод дискретного действия.	Определение КПД и нагрузочной характеристики гидропривода поступательного движения. Исследование нагрузочных характеристик объемного привода при параллельном и последовательном включении дросселя	4	4
4	Гидравлические следящие приводы	Построение расходной характеристики золотникового усилителя	2	2
5	Основы гидропневмоавтоматики.	Реализация логических операций мембранными реле.	3	3
		ИТОГО:	17	17

4.4. Содержание курсовой работы

Не предусмотрена учебным планом

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Учебным планом предусмотрено выполнение расчетно-графического задания.



РГЗ включает выполнение 3 этапов:

1. На основе заданной блок-схемы осуществляется синтез принципиальной схемы гидропривода. Подключение аппаратуры при этом должно обеспечить заданную циклограмму работы гидродвигателей привода.

2. Проведение гидравлического расчета разработанной схемы объемного привода.

3. Основываясь на данных гидравлического расчета осуществляется комплектация гидроаппаратурой с требуемыми эксплуатационными параметрами разработанной схемы привода.

В процессе выполнения РГЗ осуществляется контактная работа обучающегося с преподавателем. Консультации проводятся в аудитория и/или посредствам электронной информационно-образовательной среды университета.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

Компетенция ОПК-9 Способен подготавливать технические задания на разработку проектных решений, принимать участие в работах по расчету и проектированию машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов, деталей и узлов машиностроительных конструкций: разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты с использованием средств автоматизации и передового опыта разработки конкурентноспособных изделий, участвовать в рассмотрении различной технической документации, подготавливать обзоры, отзывы, заключения

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК-9.5 – Разрабатывает принципиальные схемы привода и систем гидропневмоавтоматики на основе инженерных расчетов и осуществляет выбор комплектующего оборудования	Экзамен Собеседование Защита лабораторный работ Защита РГЗ Выполнение практических занятий и устный опрос по контрольным работам
ОПК-9.6 – Осуществляет совершенствование эксплуатационных характеристик привода технологических машин за счет применения объемных гидроприводов и гидромеханических трансмиссий.	Экзамен Собеседование Защита лабораторный работ Защита РГЗ Выполнение практических занятий и устный опрос по контрольным работам

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

(перечень контрольных вопросов для экзамена)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Компетенция	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Основы гидравлики	ОПК-9	Физический смысл гидростатического давления. Его свойства Основное уравнение гидростатики Закон Паскаля Абсолютное, избыточное и вакуумметрическое давления. Сила давления на плоские поверхности. Сила давления на криволинейные поверхности. Уравнение расхода. Уравнение средней скорости.

			Уравнение Бернулли для идеальной жидкости, энергетический и геометрический смысл уравнения. Динамическое давление. Приборы для определения динамического давления. Потери напора на трение, формула Дарси- Вейсбаха. Режимы движения жидкости. Критерий Рейнольдса. Местные гидравлические сопротивления, основные виды сопротивлений. Коэффициент местного сопротивления. Построение расходной характеристики простого трубопровода. Электрогидродинамическая аналогия. Классификация трубопроводов. Расчет простого трубопровода, три задачи, численные методы решения. Последовательное и параллельное соединение трубопроводов, построение совместной характеристики. Расчет сложных трубопроводов.
2	Структура и комплектующие гидравлического привода	ОПК-9	Динамический и объемный гидропривод. Структура принцип действия, основные параметры объемного гидропривода Классификация и принцип действия объемных гидромашин (насосы, цилиндры, гидромоторы). Конструкции, принцип действия, характеристики шестеренных насосов и гидромоторов Конструкции, принцип действия, характеристики шестеренных, лопастных, насосов и гидромоторов Определение рабочего объема насосов, его регулирование. Конструкция и принцип действия поршневых, плунжерных, телескопических, мембранных, сильфонных гидроцилиндров. Расчет рабочих параметров гидромашин гидромашин (насосов, цилиндров, гидромоторов). Классификация гидроаппаратуры. Назначение, конструкция, принцип действия клапанов давления (предохранительных, напорных, переливных, редукционных, обратных,). Дроссели, расчет потерь давления на дросселе. Регуляторы потока. Делители потока. Распределители: назначение, классификация, принцип действия. Степень перекрытия рабочих окон золотникового распределителя, зона нечувствительности. Гидроаккумуляторы: назначение, классификация, принцип действия. Фильтры: классификация, критерии выбора, места установки в системе гидропривода. Гидробаки: функциональное назначение, расчет рабочего объема и теплового баланса, особенности конструктивного исполнения. Гидролинии: классификация, используемые материалы, способы монтажа. Расчет диаметра трубопровода. Уплотнительные устройства. Грязесъемники. Критерии выбора уплотнительного элемента.

3	Привод дискретного действия.	ОПК-9	Понятие о дискретном приводе. Классификация дискретных гидроприводов. Принципиальные гидравлические схемы, условные обозначения. Примеры типовых схем. Уравнение динамики рабочего органа гидропривода поступательного движения и его решение. Расчет статических характеристик объемного привода. Методика расчета вращательного и поступательного гидроприводов. Выбор аппаратуры, насоса и гидравлического двигателя привода. Регулирование скорости движения рабочего органа. Ступенчатое регулирование. Объемный способ изменения скорости гидродвигателя. Дроссельный способ. Последовательное и параллельное включение дросселя. Стабилизация скорости движения исполнительного механизма при переменной нагрузке. Общие сведения, сущность и классификация синхронных приводов. Синхронные гидроприводы дроссельного и объемного способов регулирования, примеры схем
4	Гидравлические следящие приводы	ОПК-9	Принцип действия и области применения следящего привода. Функциональная схема. Гидравлические усилители. Классификация, чувствительность, точность и устойчивость гидроусилителей. Следящий привод с золотниковыми усилителями. Силы, действующие на золотник, способы разгрузки золотников, степень перекрытия рабочих окон.. Гидроусилители типа сопло-заслонка и струйная трубка. Примеры схем следящих приводов.
5	Основы гидропневмоавтоматики.	ОПК-9	Общие сведения о системах управления. Функции автоматических систем управления. Системы управления дискретного действия. Логические операции, логические функции одной переменной, их реализация элементами УСЭППА. Логические операции, логические функции двух переменных, их реализация элементами УСЭППА. Построение однотактных систем управления. Триггер, построение многотактных систем управления. Применение струйных элементов при счетных операциях. Генератор сигналов. Триггер со счетным входом. Накапливающий сумматор. Программируемые системы управления.

5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

5.3.1. Текущий контроль по лабораторным занятиям осуществляется в форме выполнение лабораторной работы и собеседования по контрольным вопросам (защита лабораторных работ)

№	Тема лабораторной работы	Компетенция	Контрольные вопросы
1	Исследование режимов движения жидкости.	ОПК-9	Какое различие между установившимся и неустановившимся, равномерным и неравномерным движением жидкости? В чем состоит отличие ламинарного режима движения жидкости от турбулентного? Перечислите факторы, от которых зависит режим движения жидкости. Назовите критерий, определяющий режим движения жидкости, напишите его формулу, укажите его размерность. В чем физический смысл числа Рейнольдса? Что называется, критическим числом Рейнольдса? Чему равно его значение для потока жидкости в круглой трубе? Зачем нужно знать режим движения жидкости?
2	Определение коэффициента трения (коэффициента Дарси).	ОПК-9	От чего зависит коэффициент гидравлического трения в общем случае? Дайте определение эквивалентной шероховатости. Какие существуют зоны сопротивления при движении жидкости в трубах? От чего зависит коэффициент трения в каждой зоне? Какой степени скорости пропорциональна потеря напора по длине для различных зон сопротивления? Чем объясняется возрастание гидравлического сопротивления при переходе от ламинарного режима к турбулентному? От чего зависит степень влияния шероховатости труб на гидравлическое сопротивление при турбулентном режиме? Почему формула Альтшуля называется универсальной? Для каких зон сопротивления она применима?
3	Построение расходной характеристики простого и сложного трубопроводов.	ОПК-9	Что называют простым трубопроводом? Какой функцией описывается характеристика сети? Как изменяется характеристика сети при увеличении гидравлического сопротивления? Как строят построение характеристики сети трубопровода соединённых последовательно? Когда используют последовательное соединение трубопроводов? Как строят построение характеристики сети трубопровода соединённых параллельно? Когда используют параллельное соединение трубопроводов
4	Определение эксплуатационных ха-	ОПК-9	Как определить модуль зубчатого зацепления насоса? Для чего предназначены насосы объемного типа? Чем теоретическая производительность насоса отличается от фактической? Как по известным характеристикам насоса определить

№	Тема лабораторной работы	Компетенция	Контрольные вопросы
	рактеристик объемных насосов.		оптимальные режимы работы? Как устроен и работает шестеренный насос? В чем отличие в устройстве и работе пластинчатых насосов однократного и двукратного действия?
5	Определение КПД и нагрузочной характеристики гидропривода поступательного движения.	ОПК-9	Что такое скорость холостого хода? Что такое нагрузка торможения? Как определяется полезная мощность привода? Как определяется затраченная мощность привода? Как зависит КПД привода от нагрузки. Почему при не достигается стабилизация скорости при переменной нагрузке?
6	Исследование нагрузочных характеристик объемного привода при параллельном и последовательном включении дросселя	ОПК-9	Изобразите возможные схемы включения дросселя в схему При установке дросселя параллельно для увеличения скорости его надо открыть или закрыть? При установке дросселя последовательно для увеличения скорости его надо открыть или закрыть? Как зависит КПД привода от способа установки дросселя. В каком случае максимально возможный общий КПД гидропривода наблюдается при последовательной установке дросселя? Почему при дроссельном способе регулирования не достигается стабилизация скорости при переменной нагрузке? В чем достоинство объемного гидропривода дроссельного регулирования с дросселем на выходе?
7	Построение расходной характеристики золотникового усилителя	ОПК-9	Основные достоинства и недостатки золотниковых распределителей. Что называют степенью нечувствительности? Степень перекрытия рабочих окон. Влияние степени перекрытия рабочих окон на чувствительность.
8	Реализация логических операций мембранными реле.	ОПК-9	Назовите логические функции одной переменной. Назовите логические функции двух переменных. Основные соотношения алгебры логики. Конструктивное исполнение мембранного реле. Эффективная площадь мембраны. Схемы реализации функций одной переменной мембранным реле. Схемы реализации функций одной переменной мембранным реле. Схема триггера его назначение.

5.3.2. Текущий контроль по практическим занятиям осуществляется в форме выполнение практического задания и собеседования по контрольным вопросам

№	Тема практической работы. Задание	Компетенция	Контрольные вопросы
1	Определить силы давления на плоские и криволинейные поверхности.	ОПК-9	Понятие смоченной поверхности. Как определить численное значение силы, действующей на плоскую поверхность? Влияние угла наклона поверхности на величину силы давления. Как определить численное значение силы, действующей на криволинейную поверхность? Что понимают под центром давления, как определить его положение?
2	Уравнение Бернулли. Определить энергетический и геометрический смысл уравнения.	ОПК-9	Что называется расходом жидкости, и каковы единицы его измерения? Дайте определение средней скорости потока. По какой формуле она определяется? Что называется уравнением неразрывности потока жидкости? Как изменится средняя скорость в живом сечении потока, если площадь сечения уменьшить (увеличить) в два раза? Энергетический и геометрический смысл уравнения Бернулли..
3	Выполнить расчет потерь напора на трение и местных гидравлические сопротивления	ОПК-9	Дайте определение эквивалентной шероховатости. Какие существуют зоны сопротивления при движении жидкости в трубах? От чего зависит коэффициент трения в каждой зоне? Какой степени скорости пропорциональна потеря напора по длине для различных зон сопротивления? Чем объясняется возрастание гидравлического сопротивления при переходе от ламинарного режима к турбулентному? От чего зависит степень влияния шероховатости труб на гидравлическое сопротивление при турбулентном режиме? От чего зависит коэффициент местного сопротивления при ламинарном и турбулентном режиме? Дайте определение эквивалентной длины местного сопротивления. Что способствует снижению величины кмс?
4	Выполнить гидравлический расчет простого трубопровода.	ОПК-9	Назовите два вида потерь напора. Что называют простым трубопроводом? Какой функцией описывается характеристика сети? Как изменяется характеристика сети при увеличении гидравлического сопротивления? Как определяются потери напора опытным путем? Почему формула Альтшуля называется универсальной? Для каких зон сопротивления она применима?
5	Выполнить расчет сложных трубопроводов по методу главной магистрали.	ОПК-9	Как строят построение характеристики сети трубопровода соединённых последовательно? Когда используют последовательное соединение трубопроводов? Как строят построение характеристики сети трубопровода соединённых параллельно?

№	Тема практической работы. Задание	Компетенция	Контрольные вопросы
			Когда используют параллельное соединение трубопроводов? Порядок расчета сложных трубопроводов по методу главной магистрали.
6	Осуществить построение электрического аналога сложного трубопровода	ОПК-9	При каком режиме движения наблюдается электрогидродинамическая аналогия. Назовите аналоги диода, емкости, переменного сопротивления. Почему в системах ГПА используют капилляры? Что такое облитерация?
7	Условное обозначение и функциональное назначение аппаратуры привода. Выполнить структурный анализ объемных приводов..	ОПК-9	Классификация гидроприводов. Динамический и объемный гидропривод, области применения. Структура принцип действия, основные параметры, преимущества и недостатки объемного гидропривода. Конструкция, принцип действия поршневых, плунжерных, телескопических гидроцилиндров. Расчет рабочих параметров. Фильтры: классификация, критерии выбора, места установки в системе гидропривода. Гидробаки: функциональное назначение, расчет рабочего объема и теплового баланса, особенности конструктивного исполнения. Гидролинии: классификация, используемые материалы, способы монтажа. Расчет диаметра трубопровода. Чем теоретическая производительность насоса отличается от фактической? Как по известным характеристикам насоса определить оптимальные режимы работы? Как устроен и работает шестеренный насос? В чем отличие в устройстве и работе пластинчатых насосов однократного и двукратного действия?
8	Выполнить расчет гидросистемы нерегулируемого объемного привода поступательного и вращательного движения.	ОПК-9	Дифференциальная схема включения поршневого гидроцилиндра. Условие равенства скоростей при реверсе. Уравнение динамики поршня его физический смысл. Чем вызван рост давления при пуске гидродвигателя? Порядок расчета вращательного и поступательного гидроприводов. Выбор аппаратуры, насоса и гидравлического двигателя привода.
9	Осуществить выбор насоса и необходимой гидроаппаратуры, с уточнением эксплуатационных параметров привода.	ОПК-9	Чем теоретическая производительность насоса отличается от фактической? Как по известным характеристикам насоса определить оптимальные режимы работы? Как устроен и работает шестеренный насос? В чем отличие в устройстве и работе пластинчатых насосов однократного и двукратного действия? Расчет рабочих параметров поршневых гидроцилиндров.

№	Тема практической работы. Задание	Компетенция	Контрольные вопросы
10	Дроссельный способ регулирования скорости движения гидродвигателя. Построить нагрузочные характеристики.	ОПК-9	Способы регулирования скорости гидродвигателей. Регулирование скорости движения, последовательное и параллельное включение дросселя. КПД и нагрузочные характеристики В каком случае максимально возможный общий КПД гидропривода наблюдается при последовательной установке дросселя? Почему при дроссельном способе регулирования не достигается стабилизация скорости при переменной нагрузке? Что такое скорость холостого хода? Что такое нагрузка торможения? В чем достоинство объемного гидропривода дроссельного регулирования с дросселем на выходе? Стабилизация скорости движения исполнительного механизма при переменной нагрузке. Синхронные гидроприводы дроссельного и объемного способов регулирования, примеры схем.
11	Выполнить построение характеристик статических, астатических и изодранных систем.	ОПК-9	Пример статической схемы автоматического регулирования, ее недостатки. Астатические системы с временным статизмом. Функциональная схема следящего привода. Классификация, чувствительность, точность и устойчивость гидроусилителей. Следящий привод с золотниковыми усилителями. Силы, действующие на золотник. Способы разгрузки золотников
12	Логические операции одной и двух переменных, их реализация с помощью мембранного реле.	ОПК-9	Функции автоматических систем управления. УСЭППА – расшифруйте аббревиатуру. Логические функции одной переменной, и схемы их реализация элементами УСЭППА. Логические функции двух переменных, и схемы их реализация элементами УСЭППА.
13	Основные соотношения алгебры логики	ОПК-9	Назовите основные законы алгебры логики. Переместительный, сочетательный и переместительный законы. Закон двойственности и инверсии При расчете каких систем управления они применяются.
14	Построение однотактных систем управления.	ОПК-9	Определение однотактных систем. Почему однотактные называют системами без памяти? Порядок построения однотактных систем управления.
15	Построение многоактных систем управления	ОПК-9	Почему многотактные называют системами с памятью? Генератор сигналов. Триггер со счетным входом. Накапливающий сумматор. Программируемые системы управлен

РГЗ (см п.4.5.) оцениваются в соответствии со следующими критериями.

Оценка	Критерии оценивания
Зачтено	Задание выполнено в полном объеме. В каждом разделе получены правильные ответы и обоснованы принятые решения. Оформление полностью соответствует предъявляемым требованиям. При защите студент полно и аргументировано объясняет ход выполнения задание и принятые решения.
	Задание выполнено в полном объеме. В некоторых разделах допущены ошибки, однако студент в состоянии объяснить, чем они вызваны и как их устранить, способен обосновать принятые решения. Оформление соответствует предъявляемым требованиям.
Не зачтено	Задание выполнено не в полном объеме. В некоторых разделах допущены принципиальные ошибки, устранить которые студент не в состоянии. Оформление не соответствует предъявляемым требованиям.

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

5.4.1. Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется в форме экзамена

Используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Критериями оценивания достижений в соответствие с компетенцией

Компетенция ОПК-9 Способен подготавливать технические задания на разработку проектных решений, принимать участие в работах по расчету и проектированию машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов, деталей и узлов машиностроительных конструкций: разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты с использованием средств автоматизации и передового опыта разработки конкурентноспособных изделий, участвовать в рассмотрении различной технической документации, подготавливать обзоры, отзывы, заключения

являются:

Наименование показателя	Критерий оценивания
Знать	Знание элементов принципиальных схемы гидропневмоавтоматики
	Знание типовых схем гидромеханических приводов технологических машин строительной индустрии
Уметь	Умение выполнять инженерные расчеты элементов схемы гидропневмоавтоматики
	Умение использовать гидрообъемные привода и гидромеханические трансмиссии
Владеть навыками	Владение навыками внедрения систем гидропневмооатоматики

	объектов профессиональной деятельности и осуществлять выбор комплектующего оборудования
	Владение навыками создания и внедрения схем гидроприводов машин

Оценка сформированности компетенции по показателю **Знания**

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание элементов принципиальных схемы гидропневмоавтоматики	Не знает элементов принципиальных схемы гидропневмоавтоматики	Знает элементов принципиальных схемы гидропневмоавтоматики, но допускает неточности	Знает элементов принципиальных схемы гидропневмоавтоматики в полном объеме и на хорошем уровне	Знает в полном объеме и на высоком уровне элементов принципиальных схемы гидропневмоавтоматики
Знание типовых схем гидромеханических приводов технологических машин строительной индустрии	Не знает типовых схем гидромеханических приводов технологических машин строительной индустрии	Знает типовых схем гидромеханических приводов технологических машин строительной индустрии, но допускает неточности	Знает типовых схем гидромеханических приводов технологических машин строительной индустрии в полном объеме и на хорошем уровне	Знает в полном объеме и на высоком уровне типовых схем гидромеханических приводов технологических машин строительной индустрии

Оценка сформированности компетенций по показателю **Умения**

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умение выполнять инженерные расчеты элементов схемы гидропневмоавтоматики	Не умеет выполнять инженерные расчеты элементов схемы гидропневмоавтоматики	Умеет выполнять инженерные расчеты элементов схемы гидропневмоавтоматики, но допускает неточности	Умеет выполнять инженерные расчеты элементов схемы гидропневмоавтоматики в полном объеме и на хорошем уровне	Умеет в полном объеме и на высоком уровне выполнять инженерные расчеты элементов схемы гидропневмоавтоматики
Умение использовать гидрообъемные привода и гидромеханические трансмиссии	Не умеет использовать гидрообъемные привода и гидромеханические трансмиссии	Умеет использовать гидрообъемные привода и гидромеханические трансмиссии, но допускает неточности	Умеет использовать гидрообъемные привода и гидромеханические трансмиссии в полном объеме и на хорошем уровне	Умеет в полном объеме и на высоком уровне использовать гидрообъемные привода и гидромеханические трансмиссии

Оценка сформированности компетенций по показателю **Владеть навыками**

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владение навыками внедрения систем гидропневмооатоматики объектов профессиональной деятельности и осуществлять выбор комплектующего оборудования	Не владеет навыками внедрения систем гидропневмооатоматики объектов профессиональной деятельности и осуществлять выбор комплектующего оборудования	Владеет навыками внедрения систем гидропневмооатоматики объектов профессиональной деятельности и осуществлять выбор комплектующего оборудования, но допускает неточности	Владеет навыками внедрения систем гидропневмооатоматики объектов профессиональной деятельности и осуществлять выбор комплектующего оборудования в полном объеме и на хорошем уровне	Владеет в полном объеме и на высоком уровне навыками внедрения систем гидропневмооатоматики объектов профессиональной деятельности и осуществлять выбор комплектующего оборудования
Владение навыками создания и внедрения схем гидроприводов машин	Не владеет навыками создания и внедрения схем гидроприводов машин	Владеет навыками создания и внедрения схем гидроприводов машин, но допускает неточности	Владеет навыками создания и внедрения схем гидроприводов машин в полном объеме и на хорошем уровне	Владеет в полном объеме и на высоком уровне навыками создания и внедрения схем гидроприводов машин

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Аудитория для проведения лекционных занятий (ГУК 312)	Презентационная техника, комплект электронных презентаций.
2	Лаборатория гидравлики и гидравлических машин (ГУК 003), предназначена для проведения лабораторных и практических занятий.	Оснащена лабораторными установками: - измерения статического, динамического и полного давлений. - распределения гидростатического напора в разнородных жидкостях - исследования режимов движения жидкости. - построения расходной характеристики простого и сложного трубопроводов. - исследования характеристик гидравлического удара. - определения рабочего объема насоса, - снятия напорной характеристики насоса, - регулируемого привода поступательного движения/
3	Методический кабинет (ГУК 312а), компьютерный зал (ГУК 313) предназначены для самостоятельной работы студентов	Наглядные пособиями, методическая литература, презентационная техника, комплект электронных презентаций.

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
Microsoft Windows 10 Корпоративная	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017
Microsoft Office Professional Plus 2016	СоглашениеMicrosoftOpenValueSubscriptionV6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 19.08.2020 Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) KasperskyEndpointSecurity от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2022г.
GoogleChrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
MozillaFirefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

Перечень основной литературы:

1. Овсянников Ю. Г. Гидропривод и основы гидропневмоавтоматики : учебное пособие - Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2017. - 133 с.

Режим доступа к ЭР: https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2017122216040883200000654739

2. Лепешкин, А. В. , Михайлин А.А. Гидравлические и пневматические системы: учебник/ А. В. Лепешкин, А. А. Михайлин. - М: Академия, 2004. - 331 с.

Лепешкин А. В. , Михайлин А.А. Гидравлические и пневматические системы : учебник/ А. В. Лепешкин, А. А. Михайлин. - 2-е изд., стер. - М: Академия, 2005. - 332 с.

Лепешкин, А. В. , Михайлин А.А. Гидравлические и пневматические системы: учебник/ А. В. Лепешкин, А. А. Михайлин ; ред. Ю. А. Беленкова. - 5-е изд., стер. - М: Академия, 2008. - 332 с.

3. Гидравлика: метод. указания к выполнению лаб. работ / сост.: Т. Н. Ильина, Ю. Г. Овсянников, А. Ю. Феоктистов, С. В. Староверов. - Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2012. - 43 с. Режим доступа: https://elib.bstu.ru/?searchType=User&BasicSearchString= %D0%B8%D0 %BB%D1%8C%D0%B8%D0%BD%D0%B0&ViewMode=false&PackId =0&page=1

4. Объемный гидравлический привод: метод. указания к выполнению лаб. работ / сост.: Ю. Г. Овсянников, А. И. Алифанова. - Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2012. - 27 с. Режим доступа к ЭР: https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2013040918185318537800003622

5. Регулируемый гидропривод дискретного действия. Методические указания к выполнению расчетно-графической работы / сост. Ю. Г. Овсянников. - Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2018. - 39 с.

Режим доступа к ЭР: https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2018032211443253600000653995

Перечень дополнительной литературы:

6. Чупраков Ю.И. Гидропривод и средства гидроавтоматики. – М.: Машиностроение, 1979.

7. Тужилкин А.М., Злобин Е.К., Бурдова М.Г., Белоусов Р.О. Гидравлика: учебное пособие – Издательство АСВ, 2011.-272 с. Режим доступа: https://elib.bstu.ru/Reader/Book/20130425 13374224445200002247

8. Беленков, Ю. А. Гидравлика и гидропневмопривод: учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальности 190201 - Автомобиле - и тракторостроение / Ю. А. Беленков, А. В. Лепешкин, А. А. Михайлин. - М: БАСТЕТ, 2013. - 405 с

8. Гойдо М.Е. Проектирование объемных гидроприводов / Гойдо М.Е.— Электрон. текстовые данные.— М.: Машиностроение, 2009.— 304 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/5131

6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

1. http://allcalc.ru/node/498
2. http://www.studmed.ru
3. http://pump-tech.ru/poleznaya_informaciya/voprosy_i_otvety/voprosy_po_nasosam/
4. http://www.tehnavigator.ru
5. http://www.hydro-pnevmo.ru/topic.php?ID=5
6. https://wpcalc.com/gidravlicheskoe-soprotivlenie-treniya-trub/
7. http://mirgidravliki.ru/inzhenerno-proektny-tsentr/techinfo/kalykulyator.htm
8. http://www.astronet.ru/db/msg/1173645

7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ[3]

Рабочая программа утверждена на 20____ /20____ учебный год без изменений / с изменениями, дополнениями[4]

Протокол № _____ заседания кафедры от «____»_____ 20___ г.

Заведующий кафедрой _____
подпись, ФИО

Директор института _____
подпись, ФИО

[3] Заполняется каждый учебный год на отдельных листах
[4] Нужное подчеркнуть