

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сахалинский государственный университет»

Кафедра геологии и нефтегазового дела

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель основной профессиональной
образовательной программы



Денисова Я.В.
28 мая 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплины (модуля)

Б1.О.05.13 «Гидравлика и гидроневмопривод»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

21.03.01 Нефтегазовое дело

(код и наименование направления подготовки)

Автоматизированные системы управления технологическими процессами в
нефтегазовой отрасли

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

Очная

РПД адаптирована для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Южно-Сахалинск, 2026

Рабочая программа дисциплины *Б1.О.05.13* «Гидравлика и гидропневмопривод» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 21.03.01 Нефтегазовое дело

Программу составила:

Мария Евгеньевна Сторожева, старший преподаватель
кафедры геологии и нефтегазового дела ТНИ СахГУ



И.О. Фамилия, должность, ученая степень, ученое звание подпись

Рабочая программа дисциплины «Гидравлика и гидропневмопривод» утверждена на заседании кафедры геологии и нефтегазового дела, протокол № 9 от 28 мая 2026 г

Заведующий кафедрой
геологии и нефтегазового дела, к.б.н., доцент



Денисова Я.В.

1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины – приобретение теоретических знаний и практических навыков для расчета и проектирования объектов, определяемых областью профессиональной деятельности бакалавров, развитие способности у студентов самостоятельно решать в будущей инженерной деятельности многочисленные вопросы, непосредственно связанные с движением и равновесием жидкости.

Задачи дисциплины:

- ~ изучение основ гидростатики, гидродинамики и работы гидравлических машин;
- ~ изучение устройств и принципов действия различных типов приводов гидро- и пневмосистем;
- ~ изучение и применение методики расчета основных параметров разного типа приводов гидро- и пневмосистем.
- ~ подготовка специалистов, владеющих основами знаний гидравлики, гидро- и пневмопривода, способных к освоению на практике основных методов гидравлического расчета и гидросистем машин и оборудования;
- ~ изучение сведений о методах технического обслуживания трубопроводов.

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Гидравлика и гидропневмопривод» (относится к основной части блока Б1 «Дисциплины (модули)» учебного плана и является обязательной для изучения.

Пререквизиты дисциплины (модуля): имеет предшествующие логические и содержательно методические связи с общими математическими и естественнонаучными дисциплинами «Математика», «Физика», «Материаловедение», «Технология конструкционных материалов», «Термодинамика и теплотехника».

Постреквизиты дисциплины: является базой для изучения и освоения дисциплин «Проектирование и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ», «Нефтегазопромысловое оборудование», «Технология трубопроводного транспорта», «Обслуживание объектов морских нефтегазовых месторождений», «Проектирование и эксплуатация насосных и компрессорных станций», необходима для итогового государственного экзамена и написания бакалаврской работы.

3 ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ИНДИКАТОРЫ ИХ ДОСТИЖЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Коды компетенции	Содержание компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-4	Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	ОПК-4.1. сопоставляет технологию проведения типовых экспериментов на стандартном оборудовании в лаборатории и на производстве ОПК-4.2. обрабатывает результаты научно-исследовательской деятельности, используя стандартное оборудование, приборы и материалы ОПК-4.3. владеет техникой экспериментирования с использованием пакетов программ

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 2 зачетные единицы (72 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, акад. часов	
	семестр	Всего
Общая трудоемкость	6	72
Контактная работа:	6	36
Лекции	6	16
Лабораторные работы	6	16
Контактная работа в период теоретического обучения (КонтТО): проведение текущих консультаций по подготовке к лекционным и лабораторным работам, ИРС	6	4
Промежуточная аттестация (КонтПА)	6	-
Самостоятельная работа: самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, ГОСТов, ТУ, СП и др., изучение технологических схем) подготовка к лабораторным занятиям подготовка к промежуточной аттестации подготовка к экзамену	6	36
Контроль	6	зачет

4.2 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВИДОВ РАБОТЫ И ИХ ТРУДОЕМКОСТИ ПО РАЗДЕЛАМ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Раздел дисциплины/темы	Семестр	Виды учебной работы (в часах)						Формы текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации
			Контактная				СР	Контроль	
			Лекции	ЛЗ	Конт ТО	Конт ПА			
1	Основные физические свойства жидкостей и газов	6	2	2	4	-	36		Блиц-опрос, доклад- презентация, собеседование, тестирование, практическое задание
2	Законы равновесия жидкостей и газов	6	2	2					Блиц-опрос, доклад- презентация, собеседование, тестирование, практическое задание
3	Основы кинематики и динамики	6	4	4					Блиц-опрос, доклад- презентация, собеседование, тестирование, практическое задание

4	Гидравлические напорные системы	6	4	4					Блиц-опрос, доклад- презентация, собеседование, тестирование, практическое задание
5	Гидравлические и пневматические системы	6	4	4					Блиц-опрос, доклад- презентация, собеседование, тестирование, практическое задание
	Экзамен	6							экзамен по билетам с элементами собеседования по контрольным вопросам
	Итого: 108		16	16	4	-	36	-	
	Итого: 108		10	10	4	-	48	-	

4.3 СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

Раздел 1. Основные физические свойства жидкостей и газов.

Тема 1. Определение жидкости, ее физическая модель.

Определение жидкости, ее физическая модель. Отличительное свойство жидкости – текучесть. Жидкости несжимаемые (капельные) и сжимаемые (газообразные). Макроскопическая однородность и изотропность жидкости.

Тема 2. Модель сплошной материальной среды, ее математическое представление.

Модель сплошной материальной среды, ее математическое представление. Объемная, поверхностная и массовая плотность распределения физических величин в сплошной среде. Скалярные и векторные поля плотности распределения массы, энергии, количества движения.

Тема 3. Силы, действующие в жидкостях.

Силы и напряжения в сплошной среде. Классификация сил, их определение. Плотность распределения объемных сил. Векторное поле плотности распределения сил тяжести. Поверхностные силы. Нормальные и касательные напряжения. Гидродинамическое давление, градиент давления. Формула Остроградского, выражающая связь между поверхностным интегралом от нормального напряжения, объемным интегралом от градиента давления.

Тема 4. Физические свойства жидкости.

Свойство упругости. Объемный модуль упругости и его значение для капельных и газообразных сред. Скорость распространения упругих деформаций в сплошной среде. Свойство вязкости. Закон Ньютона о внутреннем трении при плоскопараллельном течении жидкости. Аналогия с законом Гука. Коэффициенты вязкости и их размерность. Зависимость вязкости от температуры и давления. Неньютоновские жидкости.

Раздел 2. Законы равновесия жидкостей и газов.

Тема 1. Определение и задачи гидростатики. Дифференциальные уравнения гидростатики Эйлера.

Определение и задачи гидростатики. Гидростатическое давление. Система дифференциальных уравнений гидростатики Эйлера и их интегрирование при равновесии однородной несжимаемой жидкости в поле действия объемных и поверхностных сил, сил инерции и при отсутствии действия объемных сил. Манометрическое давление и статический вакуум.

Тема 2. Гидростатический парадокс. Закон Паскаля. Статическое давление жидкости на твердые поверхности. Закон Архимеда.

Гидростатический парадокс. Закон Паскаля. Приборы для измерения давления. Статическое давление жидкости на твердые поверхности и в замкнутых объемных. Закон Архимеда. Потенциальная энергия и гидростатический напор покоящейся жидкости. Виды учебных занятий: Лекция: Гидростатический парадокс. Закон Паскаля. Статическое давление жидкости на твердые поверхности. Закон Архимеда

Раздел 3. Основы кинематики и динамики.

Тема 1. Определения, задачи и методы кинематики.

Определение, задачи и методы кинематики. Силы, обуславливающие движение жидкости и газа. Задание кинематических характеристик движения по Лагранжу и Эйлеру. Условие непрерывности движения сплошной среды. Приложение закона сохранения массы к механике сплошной среды. Дифференциальное уравнение неразрывности движения сплошной среды и его физический смысл. Струйная модель движения – основа гидравлики. Векторное поле скоростей, заданное по Эйлеру, и его упорядочение. Стационарное, нестационарное (неустановившееся) движение. Линии тока и траектории. Внешние и внутренние течения. Трубка тока и струйка тока. Объемный расход. Интегральное уравнение неразрывности движения вдоль струйки тока. Модель одномерного течения. Средняя скорость. Уравнение баланса расхода. Понятие об ускорении при движении сплошной среды. Ускорение как полная (субстанциональная) производная от вектора скорости по времени при движении сплошной среды, заданного полем скоростей по Эйлеру. Локальная и конвективная составляющие ускорения и их физический смысл.

Тема 2. Общие законы и уравнения динамики жидкостей и газов.

Дифференциальные уравнения движения идеальной сплошной среды. Понятие об идеальной сплошной среде. Граничное условие для потока на твердой стенке. Закон сохранения количества движения и его приложение к движению идеальной сплошной среды. Дифференциальные уравнения движения, их физический смысл.

Тема 3. Уравнения Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости

Уравнения Бернулли. Преобразование дифференциальных уравнений Эйлера для стационарного движения несжимаемой жидкости в поле объемных сил, имеющих потенциал. Интегрирование уравнения вдоль линии тока. Интеграл Бернулли как первый интеграл движения, его физический смысл. Распространение интеграла Бернулли на струйку тока идеальной сплошной среды при движении в поле сил тяжести. Потенциальный и скоростной напор в сечении струйки тока, диаграмма уравнения Бернулли. Уравнение Бернулли в единицах объемной плотности механической энергии.

Тема 4. Уравнения Бернулли для потока вязкой жидкости

Гидравлические уравнения. Гидравлическое уравнение Бернулли для одномерного потока вязкой жидкости. Значения потенциального и скоростного напора в поперечном сечении потока. Коэффициент кинетической энергии. Баланс напоров для двух сечений потока. Потеря напора. Общий вид гидравлического уравнения Бернулли и примеры его применения. Гидравлическое уравнение количества движения. Приращение количества движения вдоль струйки тока и вдоль потока жидкости. Коэффициент количества движения. Выражение импульса внешних сил. Общий вид гидравлического уравнения количества движения и примеры его применения.

Тема 5. Элементы теории гидродинамического подобия

Элементы теории гидродинамического подобия. Критерии подобия Ньютона, Эйлера, Рейнольдса, Фруда. Моделирование гидравлических явлений.

Раздел 4. Гидравлические напорные системы.

Тема 1. Ламинарное и турбулентное течения.

Работа, энергия и мощность потока вязкой жидкости. Затраты энергии на работу сил трения и диссипацию (рассеяние). Гидравлическое сопротивление инерционное, вязкое и

инерционно – вязкое, сопротивление по длине потока. Структуры потоков жидкости. Ламинарное и турбулентное течения. Число Рейнольдса и его критические значения. Напорное и безнапорное течения. Течения: равномерное, неравномерное, резкоизменяющееся. Гидравлическое уравнение равномерного движения. Кавитационное течение.

Тема 2. Потери напора по длине.

Потери напора. Потери напора по длине. Расчетная формула Дарси-Вейсбаха. Гидравлические коэффициенты потерь напора, коэффициент гидравлического трения и общий вид их функциональных зависимостей.

Тема 3. Потери напора на местные сопротивления.

Основные виды местных сопротивлений. Местные потери напора. Расчетная формула Вейсбаха. Коэффициент местных потерь. Местные потери напора при больших числах Рейнольдса. Резкое расширение и резкое сужение потока. Течения в диффузорах, конфузорах, коленах. Местные потери напора при малых числах Рейнольдса. Определение гидравлической напорной системы. Применение на практике различных гидравлических напорных систем. Составные элементы гидравлических напорных систем. Основная гидравлическая характеристика напорной системы.

Тема 4. Гидравлический удар.

Неустановившееся напорное движение в трубопроводах. Гидравлический удар. Неустановившееся напорное движение при работе гидроцилиндра. Учет сил инерции. Гидравлическое уравнение баланса энергии при неустановившемся движении. Инерционный напор. Явление гидравлического удара. Уравнение Жуковского для давления жидкости при гидравлическом ударе. Скорость распространения упругих деформаций. Неполный гидравлический удар. Защита систем от гидравлического удара

Тема 5. Некоторые сведения из прикладной газовой динамики.

Параметры состояния газа. Простейшие термодинамические процессы. Массовый расход газового потока. Установившееся изотермическое давление газа в трубопроводах, скорость звука и критическое отношение давлений, весовой расход газа. Истечение газа из резервуара при адиабатном (изоэнтропном) процессе, критическая скорость истечения, подкритическая и надкритические области истечения, число Маха. Истечение газа из резервуара в трубопровод при политропном процессе с учетом гидравлического сопротивления трубопровода.

Раздел 5. Гидравлические и пневматические системы.

Тема 1. Объемный гидравлический привод.

Объемный гидравлический привод. Определение, назначение, принцип действия. Основные рабочие параметры гидропривода. Достоинства и недостатки гидропривода при сравнении с механическими, электрическими и пневматическими приводами. Разделение объемных гидроприводов на основные составные части; силовую, рабочую и распределительно-регулирующую аппаратуру. Классификация гидроприводов по кинематике, характеру движения рабочей жидкости, способу регулирования, давлению, по методу управления и контроля.

Тема 2. Общие сведения о пневмоприводах.

Определение пневмопривода. Назначение и структура пневмопривода. Принцип действия. Простейшие схемы пневмоприводов поступательного и вращательного действия.

4.4 ТЕМЫ И ПЛАНЫ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

Лабораторная работа № 1 (2 часа). Приборы для измерения давления

Цель работы: изучить принцип действия приборов, снять показания и определить абсолютное давление.

Порядок выполнения работы: снимают показания с приборов и записывают в таблицу. Используя соотношение между единицами измерения давления в соответствии с таблицей, показания всех приборов определяют в паскалях и технических атмосферах, затем вычисляют абсолютное давление.

Результаты измерений и вычислений свести в таблицу:

№ п/п	Прибор	Показания прибора и единица измерения	Давление		
			Па	кгс/см ²	абсолютное, Па
1	Пьезометр				
2	Обратный пьезометр				
3	Дифференциальный манометр				
4	Пружинный манометр				
5	Трубчатый вакуумметр				
6	Барометр				

Лабораторная работа № 2 (2 часа). Исследование режимов течения жидкости

Цель работы: установить опытным путем наличие двух режимов течения жидкости и определить для них число Рейнольдса.

Порядок выполнения работы: предварительно заполняют жидкостью всю систему. При открывании вентиля устанавливают небольшой расход, при котором необходимо, чтобы вводимая в поток через вентиль и трубку краска не перемешивалась с водой. Все больше открывая вентиль и наблюдая за струйкой краски в потоке, устанавливают переходный режим, который характеризуется появлением вихревых движений подкрашенной жидкости. Для последнего опыта необходимо открыть вентиль полностью. При всех опытах замеряют время заполнения мерного бака при закрытом вентиле.

Результаты измерений и вычислений свести в таблицу:

№ п/п	Показатель	Единица измерения	Опыт		
			1-й	2-й	3-й
1	Внутренний диаметр трубы d				
2	Температура воды T				
3	Кинематическая вязкость ν				
4	Площадь сечения трубы S				
5	Объем воды в мерном баке W				
6	Время наполнения бака t				
7	Расход Q				
8	Средняя скорость в трубопроводе V				
9	Число Рейнольдса Re				
10	Режим течения				

Необходимо сделать вывод о том, какие факторы влияют на режим течения.

Лабораторная работа № 3 (4 часа). Гидравлические сопротивления в трубопроводах

Часть 1. Гидравлические сопротивления по длине.

Цель работы: определение гидравлических потерь по длине экспериментальным путем и сравнение их с потерями, вычисленными теоретическим (расчетным) путем.

Порядок выполнения работы: Изменяя 2 – 3 раза вентилем расход жидкости Q в трубопроводе, снять показания пьезометров. Расход жидкости определить по тарировочному графику для расходомерной диафрагмы (шайбы) по разности показаний дифференциального манометра. Замерить расстояние между двумя сечениями трубопровода (пьезометрами).

Результаты измерений и вычислений свести в таблицу:

№ п/п	Показатель	Единица измерения	Опыт		
			1- й	2- й	3- й
1	Показания пьезометров:				
	h_1	м			
	h_2	м			
2	Показания дифференциального манометра $\Delta H = h_3 - h_4$	см			
3	Расход Q	м ³ /с			
4	Длина трубопровода l	м			
5	Внутренний диаметр трубопровода d	м			
6	Площадь сечения трубопровода S	м ²			
7	Средняя скорость в трубопроводе V	м/с			
8	Температура воды T	°С			
9	Кинематическая вязкость ν	м ² /с			
10	Число Рейнольдса Re				
11	Режим течения				
12	Коэффициент трения λ				
13	Экспериментальные потери напора $h_{дл}$	м			
14	Расчетные потери напора $h_{дл}$	м			

Необходимо указать причины расхождения экспериментальных и расчетных потерь напора по длине трубопровода.

Часть 2. Местные гидравлические сопротивления.

Цель работы: определить экспериментальным путем коэффициент местных сопротивлений и сравнить полученные значения со справочными.

Порядок выполнения работы: Изменяя вентилем расход в системе 3 – 4 раза, снять показания пьезометров, установленных до местного сопротивления и после него. Расход жидкости определить по тарировочному графику для расходомерной диафрагмы по разности показаний ΔH дифференциального манометра.

Результаты измерений занести в таблицу.

№ п/п	Показатель	Единица измерения	Внезапное							
			расширение				сужение			
			Номера опытов							
			1	2	3	4	1	2	3	4
1	Показания пьезометров:									
	h_1	м								
	h_2	м								
2	Показания дифференциального манометра $\Delta H = h_3 - h_4$	см								
3	Расход Q	м ³ /с								
4	Температура воды T	°C								
5	Кинематическая вязкость ν	м ² /с								
6	Диаметры:									
	d_1	м								

	d_2	м										
7	Средние скорости:											
	V_1	м/с										
	V_2	м/с										
8	Потери напора h_m	м										
9	Число Рейнольдса Re											
10	Режим течения											
11	Экспериментальный коэффициент $\xi_{\text{Э}}$											
12	Вычисленный (справочный) коэффициент $\xi_{\text{выч}}$											

Следует указать возможные причины расхождения $\xi_{\text{Э}}$ и $\xi_{\text{выч}}$.

Лабораторная работа № 4 (4 часа). Уравнение Бернулли.

Цель работы: определить составляющие полного удельного напора потока в расчетных сечениях трубопровода переменного сечения, графически отобразить распределение пьезометрического, скоростного и полного напоров по длине трубопровода. Указать потери напора по длине и на местных сопротивлениях.

Порядок выполнения работы: включаем насос и, открывая вентиль, устанавливаем необходимый расход воды в системе. Записываем показания всех пьезометров в таблицу протокола опыта. Зарисовываем схему установки с указанием всех геометрических размеров.

Результаты измерений занести в таблицу:

Номер точки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Показания пьезометра $P/\rho g$, м											
Расходы Q , м ³ /с											
Диаметр d , м											
Площадь S , м ²											
Скорость, V , м/с											
Скоростной напор $\alpha V^2/2g$, м											
Гидродинамический напор $P/\rho g + \alpha V^2/2g$, м											
Потери напора h_w , м											

Лабораторная работа № 5 (4 часа). Испытания центробежного насоса.

Цель работы: изучить конструкцию и принцип действия центробежного насоса, снять его основные характеристики.

Порядок выполнения работы: Для построения характеристик центробежного насоса снимают показания манометра M , вакуумметра V , ваттметра $N_{\text{э}}$, дифференциального манометра a, b . Первый замер выполняют при закрытом вентиле, затем, изменяя расход вентилем (5 – 6 раз), записывают показания приборов. Объемную подачу Q насоса определяют по тарировочному графику для расходомерной шайбы по разности показаний $\Delta H = a - b$ дифференциального манометра. Напор H насоса определяют из выражения (1), принимая $h_w = 0,7$ м, Рис. 2 21 полезную мощность N_p насоса – из выражения (2), полный КПД η – из выражения (3). Потребляемую мощность N_n можно определить как $N_n = N_{\text{э}} \eta_{\text{э}}$, где $N_{\text{э}}$ – показания ваттметра, $\eta_{\text{э}}$ – КПД электродвигателя, $\eta_{\text{э}} = 0,8$.

Результаты измерений и вычислений заносят в таблицу. По полученным расчетным данным строят характеристики $H = \varphi_1(Q)$, $N = \varphi_2(Q)$, $\eta = \varphi_3(Q)$.

Показания прибора				Объемная подача	Напор насос	Потребляемая мощность	Полезная мощность	Полный КПД
манометра	вакуумметра	ваттметра	дифференциального манометра					

М, Па	V, Па	NЭ, кВт	a, см	b, см	ΔН, см	а насос а Q, м 3 /с	оса Н, м	ь Nн, кВт	ость НП, кВт	насо са η

Лабораторная работа № 6 (4 часа). Изучение конструкций шестеренных насосов.

Цель: изучить конструкцию и принцип действия шестеренных насосов с наружным и внутренним зацеплением, определить теоретическим и опытным путем рабочий объем шестеренного насоса с наружным зацеплением.

Порядок выполнения работы: для определения рабочего объема шестеренного насоса теоретическим методом разбирают насос и определяют его основные параметры: ширину, число зубьев и наружный диаметр шестерни. Модуль зацепления определяют как $m = D / z$, где D – наружный диаметр шестерни, а рабочий объем V_0 – из данного выражения. Для определения рабочего объема насоса экспериментальным путем необходимо повернуть вал насоса с помощью рукоятки на 10...20 оборотов. При этом жидкость из одного мерного бака переместится в другой. По указателю уровня измеряют высоту столба жидкости в мерном баке. Объем V перемещенной жидкости определяют из выражения $V = 0,785 D^2 H$, где D – внутренний диаметр мерного бака ($D=40$ см), H – высота столба жидкости в мерном баке. Рабочий объем $V_0 = V / n$, где n – число оборотов вала насоса.

Данные, полученные теоретическим и экспериментальным путем, сравнить.

Контрольные вопросы:

1. Классификация шестеренных насосов.
2. Принцип действия двухшестеренного насоса с наружным зацеплением.
3. Принцип действия трехшестеренного насоса.
4. Принцип действия шестеренных насосов с внутренним зацеплением.
5. Преимущества и недостатки шестеренных насосов.
6. Область применения шестеренных насосов.
7. Могут ли шестеренные насосы использоваться как гидромоторы?
8. Как определить рабочий объем насоса?
9. От каких факторов зависят неравномерность подачи жидкости, внутренние утечки и способы их уменьшения?
10. Цель и методика проведения лабораторной работы.

Лабораторная работа № 7 (4 часа). Испытания шестеренного насоса.

Цель: определить основные параметры шестеренного насоса и построить его характеристики.

Порядок выполнения работы: Предохранительный клапан настроен на максимально допустимое давление. Дроссель полностью открыт. Вентиль находится в открытом положении. Включают насос. В этом режиме насос работает в течение нескольких минут для стабилизации температуры рабочей жидкости. Затем, изменяя площадь проходного сечения дросселя поворотом лимба дросселя, настраивают давление 1 кгс/см² по манометру. При закрытом вентиле измеряют время, в течение которого в мерный бак поступит объем жидкости $V = 5$ л, что по указателю уровня соответствует 170 мм. Одновременно записывают показания манометра (давление p_2), вакуумметра (давление p_1) и ваттметра ($N_э$). Изменяя ступенчато дросселем давление в напорной магистрали с шагом 1 кгс/см² 5 – 6 раз, записывают показания прибора. Теоретическую производительность Q_t определяют из выражения (1), при этом частоту вращения n вала насоса берут равной 1400 мин⁻¹, а рабочий объем V_0 насоса – 10 см³. Действительную производительность Q_d можно определить следующим образом: $Q_d = V/t$, где V – объем жидкости в мерном баке, м³; t – время заполнения мерного бака, с. Внутренние утечки насоса $q_{ут} = Q_t - Q_d$, а потребляемая насосом мощность: $N_n = N_э/\eta$, где $N_э$ – мощность,

потребляемая электродвигателем (по показанию ваттметра), η_0 – КПД электродвигателя ($\eta_0 = 0,8$). Давление P_n насоса определяют из выражения (2), полезную мощность N_n – из выражения (3), полный и объемный КПД – из выражений (4) и (5). По полученным расчетным данным строят характеристики насоса: $Q_d = \varphi_1(P_n)$, $q_{UT} = \varphi_2(P_n)$, $\eta_0 = \varphi_3(Q_d)$, $\eta = \varphi_4(Q_d)$.

Результаты измерений и вычислений заносят в таблицу.

Показатель		Значение
Показания прибора	манометра p_2 , Па	
	вакуумметра p_1 , Па	
	ваттметра N_Σ , кВт	
	секундомера t , с	
Теоретическая производительность Q_T , м ³ /с		
Действительная производительность Q_d , м ³ /с		
Внутренние утечки		
Давление насоса P_n , Па		
Потребляемая мощность N_n , кВт		
Полезная мощность $N_{П}$, кВт		
КПД	объемный η_0	
	полный η	

Лабораторная работа № 8 (4 часа). Гидравлический привод с дроссельным регулированием.

Цель: ознакомление с принципом действия и устройством гидропривода с дроссельным регулированием, а также определение его статических характеристик.

Порядок выполнения работы: в начале определяют скоростную характеристику привода. С этой целью винтом натяг ремня и его силу трения о диск полностью убирают. Постепенно открывая дроссель и устанавливая поворотом лимба дросселя углы φ , указанные в табл.1, измеряют частоту вращения вала n гидромотора и давление P_2 (по манометру M_2).

φ_0	0	15	30	45	60	75	90
n_2 , мин ⁻¹							
P_2 , кгс/см ²							
$S_{др}$, м ²							

Далее определяют механическую характеристику привода. Для этого вал полностью растормаживается (ремень 10 ослаблен). Дросселем устанавливают частоту вращения вала n гидромотора порядка 1000 мин⁻¹ (или 16 – 17 с⁻¹). После этого винтом постепенно 34 натягивают ремень и при уменьшении частоты вращения с шагом порядка 200 мин⁻¹ измеряют давление P_1 и P_2 . Результаты заносят в табл. 2.

n , мин – 1	1000	800	600	400	200
P_1 , кгс/см ²					
P_2 , кгс/см ²					
$P_1 - P_2$, кгс/см ²					
M , Нм					

Площадь дросселя $S_{др}$ определяют при зависимости (3) при $P_{сл} = 0$ и $\rho = 900$ кг/м³. Момент на валу гидромотора M определяют по выражению (4). По полученным расчетным данным строят характеристики: $n = f(S_{др})$ и $n = f(M)$.

Содержание отчета о работе:

1. Цель данной работы.
2. Схема гидравлического привода с дроссельным регулированием, перечень составляющих элементов и расчетные формулы (1) – (4).

3. Таблицы с экспериментальными данными.
4. Статические характеристики привода, выполненные в виде графиков.

Лабораторная работа № 9 (4 часа). Гидравлический привод с объемным регулированием.

Цель: ознакомление с принципом действия и устройством гидропривода с объемным регулированием, а также определение его скоростной характеристики.

Порядок выполнения работы: Скоростная характеристика гидропривода с объемным регулированием $n = f(\gamma)$ определяется при поворачивании управляющего валика блока цилиндров насоса в обе стороны от нейтрального положения по часовой (и против часовой) стрелки на углы 0, 1, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20° и регистрации частоты вращения выходного вала гидромотора при холостом ходе по датчику частоты вращения 9.

Данные заносят в таблицу, строят скоростную характеристику и определяют по ней (при $\gamma=10^\circ$) экспериментальный коэффициент усиления по скорости $K = n_r/\gamma$.

γ , град.	0	1	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
N_r (влево), c^{-1}												
N_r (вправо), c^{-1}												

Содержание отчета:

1. Цель данной работы.
2. Принципиальная схема лабораторной установки (см. рис. 3), перечень составляющих ее элементов и расчетные формулы (2), (3).
3. Таблицы с экспериментальными и расчетными данными.
4. Скоростная характеристика гидропривода, выполненная графически на миллиметровой бумаге.

5 ТЕМЫ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ

1. Дополнительные свойства жидкости: пенообразование, поглощение газов жидкостью, испарение, токсичность и др.
2. Вакуум.
3. Интегрирование уравнения Эйлера статики для конкретных примеров.
4. Применение уравнения Бернулли для конкретных случаев.
5. Гидравлический удар в трубах.
6. Особенности истечения газа через отверстие.

Вопросы для самоконтроля.

1. Что называется давлением? Дать определение абсолютного, манометрического и вакуумметрического давлений.
2. Назвать единицы измерения давления и соотношения между ними.
3. Объяснить принцип работы и устройство приборов, измеряющих давление.
4. Перечислить свойства гидростатического давления.
5. Сформулировать закон Паскаля.
6. Как действует давление жидкости на плоские стенки?
7. Дать определение режимов жидкости.
8. Как определить расход жидкости?
9. Как определить число Рейнольдса и режим течения?
10. Как изменится число Рейнольдса при увеличении расхода?
11. Написать формулу Дарси – Вейсбаха для определения потерь напора по длине.
12. От каких параметров зависит коэффициент гидравлического трения?
13. Как определить среднюю скорость жидкости?
14. Как влияет увеличение расхода на потери напора по длине?
15. От каких параметров зависит коэффициент местного сопротивления?

16. Дать схемы основных видов местных сопротивлений.
17. Написать формулу для определения местных потерь напора.
18. Чем вызваны местные потери?
19. Напишите уравнение Бернулли при горизонтальном расположении трубопровода.
20. Из каких потерь состоят суммарные потери потока?
21. Как повлияет на составляющие уравнения Бернулли увеличение расхода воды в трубопроводе?
22. Укажите на рисунке составляющие потенциальной, кинетической и полной энергий. Как отражается на графиках закон сохранения энергии?
23. К какому типу насосов относятся центробежные насосы?
24. Классификация центробежных насосов.
25. Область применения центробежных насосов.
26. Основные элементы центробежного насоса и их назначение.
27. Основные параметры насоса и формулы для их определения.
28. Принцип действия центробежного насоса.
29. Виды потерь напора в центробежном насосе, возникающие при перекачивании жидкости.
30. Классификация шестеренных насосов.
31. Принцип действия двухшестеренного насоса с наружным зацеплением.
32. Принцип действия трехшестеренного насоса.
33. Принцип действия шестеренных насосов с внутренним зацеплением.
34. Преимущества и недостатки шестеренных насосов.
35. Область применения шестеренных насосов.
36. Могут ли шестеренные насосы использоваться как гидромоторы?
37. Как определить рабочий объем насоса?
38. От каких факторов зависят неравномерность подачи жидкости, внутренние утечки и способы их уменьшения?
39. От каких факторов зависят внутренние утечки в шестеренных насосах?
40. Что характеризует объемный и полный КПД насоса?
41. Какое влияние оказывает увеличение давления на действительную и теоретическую производительность?
42. Дать определение действительной и теоретической производительности.
43. Каким устройством регулируется частота вращения вала гидромотора?
44. От каких параметров зависит частота вращения вала гидромотора?
45. Какая зависимость называется скоростной характеристикой и как она экспериментально определяется?
46. Чем регулируется производительность насоса?
47. Какова единица измерения объемного расхода?
48. Чем регулируется частота вращения вала гидромотора в приводе с объемным регулированием?
49. Что такое рабочий объем гидромашины?
50. Каково назначение подпиточного насоса?
51. Каково назначение электродвигателя в гидроприводе?
52. Каково назначение гидронасоса?

6 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

№ п/п	Наименование раздела	Виды учебных занятий	Образовательные технологии
1.	Основные физические свойства	Лекция 1	Вводная лекция – беседа с использованием видеоматериалов, слайдов, блок-схем, таблиц и рисунков, комментируемых лектором.

	жидкостей и газов	Лабораторная работа 1, 2	Работа нормативными источниками и типовыми методиками расчета, защита работ – собеседование, развернутая беседа с использованием метода «мозговой атаки» (мозгового штурма), решение задач, тестирование
		Самостоятельная работа	Консультирование у преподавателя, изучение наглядных материалов, изучение списка рекомендуемой литературы, поиск информации в сети Интернет, предоставление на проверку промежуточных результатов работы посредством электронной почты, тестирование
2.	Законы равновесия жидкостей и газов	Лекция 2.	Лекция – беседа с использованием видеоматериалов, слайдов, блок-схем, таблиц и рисунков, комментируемых лектором.
		Лабораторная работа 3.	Работа нормативными источниками и типовыми методиками расчета, защита работ – собеседование, развернутая беседа с использованием метода «мозговой атаки» (мозгового штурма), решение задач, тестирование
		Самостоятельная работа	Консультирование у преподавателя, изучение наглядных материалов, изучение списка рекомендуемой литературы, поиск информации в сети Интернет, предоставление на проверку промежуточных результатов работы посредством электронной почты, тестирование
3.	Основы кинематики и динамики	Лекция 3, 4.	Лекция – беседа с использованием видеоматериалов, слайдов, блок-схем, таблиц и рисунков, комментируемых лектором, коллективное обсуждение вопросов по материалу лекции
		Лабораторная работа 4, 5.	Работа нормативными источниками и типовыми методиками расчета, защита работ – собеседование, развернутая беседа с использованием метода «мозговой атаки» (мозгового штурма), решение задач, тестирование
		Самостоятельная работа	Консультирование и помощь студенту в выборе анализируемого процесса, изучение наглядных материалов, изучение списка рекомендуемой литературы, поиск информации в сети Интернет, проверка промежуточных результатов работы посредством электронной почты, тестирование, подготовка к промежуточной аттестации, изучение глоссария
4.	Гидравлические напорные системы	Лекция 5, 6.	Лекция – беседа с использованием видеоматериалов, слайдов, блок-схем, таблиц и рисунков, комментируемых лектором, коллективное обсуждение вопросов по материалу лекции
		Лабораторная работа 6, 7.	Работа нормативными источниками и типовыми методиками расчета, защита работ –

			собеседование, развернутая беседа с использованием метода «мозговой атаки» (мозгового штурма), решение задач, тестирование
		Самостоятельная работа	Консультирование и помощь студенту в выборе анализируемого процесса, изучение наглядных материалов, изучение списка рекомендуемой литературы, поиск информации в сети Интернет, проверка промежуточных результатов работы посредством электронной почты, тестирование,
5.	Гидравлические и пневматические системы	Лекция 7, 8.	Лекция – беседа с использованием видеоматериалов, слайдов, блок-схем, таблиц и рисунков, комментируемых лектором, коллективное обсуждение вопросов по материалу лекции
		Лабораторная работа 8, 9.	Работа нормативными источниками и типовыми методиками расчета, защита работ – собеседование, развернутая беседа с использованием метода «мозговой атаки» (мозгового штурма), решение задач, тестирование
		Самостоятельная работа	Консультирование и помощь студентам, изучение наглядных материалов, изучение списка рекомендуемой литературы, поиск информации в сети Интернет, проверка промежуточных результатов работы посредством электронной почты, консультирование по пройденному материалу с преподавателем, подготовка к итоговой аттестации

7 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА (МАТЕРИАЛЫ) ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Для текущего контроля могут применяться тесты, соответствующие содержанию тем разделов или доклады презентации по индивидуальным заданиям.

Пример теста для текущего контроля успеваемости студента

1. Гидравлическая система объемного гидропривода состоит из трех основных частей: 1) Силовая часть, включающая источник гидравлической энергии, 2) Рабочая часть-гидравлические двигатели поступательного, вращательного и поворотного действия, 3)...

- а) система электроснабжения;
- б) система охлаждения;
- в) система управления;
- г) система смазки.

2. Источником гидравлической энергии объемного гидропривода служат объемные насосы, которые, в отличие от лопастных (гидродинамических) насосов, способны перекачивать жидкости большой вязкости; запускаются в работу без заполнения рабочего объема (самовсасывания), создавая поток рабочей жидкости с большим запасом....:

- а) надежности;
- б) производительности;
- в) потенциальной энергии;
- г) устойчивости.

3. Что изучают в дисциплине «гидравлика»?

- а) движение только воды в различных руслах;
- б) устройство и принцип действия гидравлических устройств;
- в) законы равновесия и движения жидкостей и их практическое применение;
- г) физические параметры и характеристики жидкостей.

4. Отличительным свойством жидкого тела от твердого является:

- а) свойство пластичности;
- б) свойство прочности;
- в) свойство текучести;
- г) свойство упругости.

5. Отличительным свойством жидкой среды от газообразной является:

- а) свойство теплопроводности;
- б) свойство текучести;
- в) свойство сжимаемости;
- г) свойство растяжимости.

6. При изучении механики жидкой среды её представляют в виде макроскопической модели, которая называется:

- а) дисперсной средой;
- б) макромолекулярной средой;
- в) сплошной средой;
- г) неоднородной средой.

7. Скалярное поле плотности жидкой среды в каждой точке характеризует распределение:

- а) веса среды;
- б) объема среды;
- в) массы среды;
- г) энергии среды.

8. Зависимость плотности массы от давления характеризуется коэффициентом β , который называется:

- а) коэффициентом упругости;
- б) коэффициентом уплотнения;
- в) коэффициентом объемного сжатия;
- г) коэффициентом давления.

9. При дроссельном регулировании гидропривода установка дросселя на выходе (на линии слива) позволяет, по сравнению с установкой на входе (на линии нагнетания), обеспечить:

- а) более быстрый разгон гидропривода;
- б) более плавное торможение;
- в) более жесткую характеристику C т.е. зависимость скорости от нагрузки;
- г) более высокий К.П.Д.

10. Объемный (машинный) способ регулирования скорости применяется в тех гидроприводах, в которых насос или гидромотор выполнены с регулируемым

объемом рабочих камер. Эффект создаваемый при объемном регулировании у насосов и гидромоторов разный. Задание: установить соответствие между изменением объема рабочих камер гидромотора и частотой вращения – n , об/мин.

- а) объем рабочих камер увеличивается, частота вращения увеличивается;
- б) объем рабочих камер увеличивается, частота вращения уменьшается;
- в) объем рабочих камер уменьшается, частота вращения уменьшается;
- г) объем рабочих камер уменьшается, частота вращения увеличивается.

Текущий контроль знаний студентов: примерное индивидуальное задание.

Задача №1. Определение пропускной способности предохранительного клапана. В поплавковой камере 1 карбюратора помещен сферический поплавок 2 радиусом r и весом $G_{\text{п}}$ укрепленный с помощью рычага 3 на оси шарнира 4.

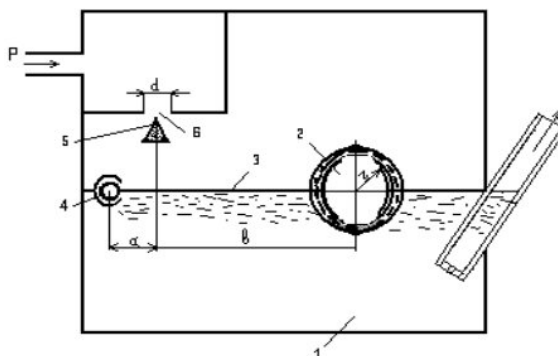
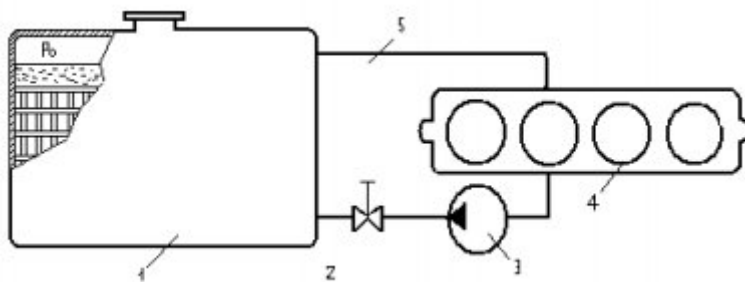


Схема подачи топлива в камеру карбюратора

Топливо (бензин плотностью $\rho = 700 \text{ кг/м}^3$) подается в камеру через игольчатый клапан 6 диаметром d , перекрываемый иглой 5, укрепленной на рычаге 3. Соотношение плеч рычага $b/a = 4/1$, вес иглы равен $0.4 G_{\text{п}}$. Клапан прерывает подачу топлива при погружении поплавка на глубину, равную радиусу поплавка. Определить давление p , при котором происходит через открытый клапан подача топлива в поплавковую камеру. Трение в шарнире и вес рычага не учитывать

Задача №2.

Центробежный насос 3, установленный в закрытой системе охлаждения двигателя внутреннего сгорания, засасывает воду из радиатора 1 через нижний патрубок 2 диаметром d_1 и нагнетает её в рубашку охлаждения блока и головки блока цилиндров 4. Из рубашки нагретая вода поступает через верхний патрубок 5 диаметром $d_2 = 1,2d_1$ в радиатор, где поверхностное избыточное давление равно P_0 .



Система охлаждения двигателя

Коэффициенты гидравлического сопротивления проточного тракта: радиатора рубашки и патрубков 2 и 5 равны соответственно ζ_1 , ζ_2 , ζ_3 и $\zeta_3 = 0,8\zeta_3$. Характеристики насоса P_n и КПД η , выражающие зависимости развиваемого давления от подачи насоса Q_n . Определить расчетное значение подачи Q_n , развиваемого давления P_n и мощности N_n , потребляемой насосом. Характеристики насоса, выражающие зависимости развиваемого

давления P_n и КПД η от подачи насоса Q_n .

Контрольные вопросы для проведения итоговой аттестации (экзамена):

Раздел 1.

1. Определение жидкости, ее основные физические свойства. Модель сплошной среды.
2. Силы, действующие в жидкости, их классификация. Напряжения в жидкости нормальные и касательные. Давление, градиент давления.
3. Свойство вязкости жидкости. Закон Ньютона о внутреннем трении при плоскопараллельном течении жидкости. Особенности ньютоновской жидкости.
4. Коэффициенты вязкости, их размерность. Зависимость вязкости от температур.
5. Понятие о неньютоновской жидкости.
6. Определение гидростатики. Гидростатическое давление. Дифференциальные уравнения гидростатики.

Раздел 2.

7. Равновесие однородной несжимаемой жидкости в поле сил тяжести. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля и его применение.
8. Манометрическое давление и вакуум. Приборы для измерения гидростатического давления.
9. Равновесие жидкости в случае относительного покоя жидкости.
10. Гидростатическое давление жидкости на плоские и цилиндрические стенки.
11. Гидростатическое давление на замкнутые поверхности (тела). Сила давления на погруженное в жидкость тело. Закон Архимеда.

Раздел 3.

12. Задание движения сплошной среды по Лагранжу и Эйлеру.
13. Струйная модель движения жидкости. Линия тока, траектория, трубка тока, струйка тока. Объемный расход. Интегральное уравнение неразрывности движения вдоль струйки тока. Средняя скорость.
14. Понятие об ускорении при движении жидкости как сплошной среды. Локальная и конвективная составляющая ускорения и их физический смысл.
15. Закон сохранения массы и уравнение непрерывности движения сплошной среды.
16. Закон сохранения количества движения и основное уравнение динамики сплошной среды.
17. Режимы движения жидкости, число Рейнольдса.
18. Уравнения Эйлера движения идеальной жидкости и граничные условия.
19. Интегрирование дифференциальных уравнений движения идеальной жидкости для элементарной струйки. Интеграл Бернулли и его физический смысл.
20. Распространение уравнения Бернулли для струйки тока на поток вязкой жидкости. Гидравлическое уравнение Бернулли, его физический смысл и условия применимости.
21. Потери напора при движении жидкости. Классификация потерь, расчетные формулы для их определения. Гидравлические коэффициенты потерь напора, коэффициент гидравлического трения.
22. Местные гидравлические сопротивления. Основные виды сопротивлений. Коэффициент местных потерь и его зависимость от числа Рейнольдса.

Раздел 4.

23. Ламинарное движение жидкости в круглой трубе.
24. Ламинарное течение жидкости в щелях. Облитерация щелей.
25. Турбулентное движение и его особенности. Модель осредненного турбулентного течения. Структура турбулентного потока в круглой трубе. Закон сопротивления при турбулентном движении. Расчетный график для определения

коэффициента гидравлического трения.

26. Гидравлический удар в трубах. Формулы Жуковского для прямого удара. Скорость ударной волны.

27. Истечение жидкости через отверстия и насадки при постоянном напоре.

Раздел 5.

28. Объемный гидравлический привод. Определение, назначение, принцип действия.

29. Основные рабочие параметры гидропривода.

30. Достоинства и недостатки гидропривода при сравнении с механическими, электрическими и пневматическими приводами.

31. Применение объемного гидропривода в автомобилях.

32. Разделение объемных гидроприводов на основные составные части; силовую, рабочую и распределительно-регулирующую аппаратуру.

Примечания: В приведенные контрольные вопросы могут быть внесены некоторые изменения, при условии, что они не будут противоречить содержанию дисциплины.

8 СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Форма контроля	За одну работу		Всего Всего
	Миним. баллов	Макс. баллов	
Текущий контроль:			
<i>подготовка к лекционным занятиям</i>	<i>0,5 балла</i>	<i>1 балл</i>	<i>8 баллов</i>
<i>выполнение и защита лабораторных работ</i>	<i>1 балл</i>	<i>4 баллов</i>	<i>36 баллов</i>
<i>промежуточная аттестация (тестирование с собеседованием по итогам теста)</i>	<i>1 балл</i>	<i>8 баллов</i>	<i>8 баллов</i>
Итоговая аттестация	<i>1 балл</i>	<i>48</i>	<i>48 баллов</i>
Итого за семестр (экзамен по дисциплине)	52	100	100 баллов

9 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1 Основная литература

1. Бабаев М. А. Гидравлика [Электронный учебник]: учебное пособие / Бабаев М. А., 2012, Научная книга. - 191 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/8192>

2. Гидравлика [Электронный учебник]: Учебно-методическое пособие / сост.: Е. А. Крестин, А. Л. Лукс, 2013, Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ. - 260 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20459>

3. Иваненко И. И. Гидравлика [Электронный учебник]: учебное пособие / Иваненко И. И., 2012, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ. 150 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/18992>

9.2 Дополнительная литература

1. Крестин Е.А. Гидравлика [Электронный учебник]: учебное пособие / Е.А. Крестин - Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2010. – 230 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20458>

2. Крохалёв А.А. Гидравлика [Электронный учебник]: учебное пособие / А.А. Крохалёв – Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2006. – 98 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/14363>

3. Оденбах, И.А. Гидравлика [Электронный учебник]: методические указания по учебной практике / Оденбах И.А. Оренбургский государственный университет, 2009. – 20 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/21760>

4. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы: учебник для вузов / [Т. М. Башта и др.], 1982, Машиностроение. - 422, [1] с. Режим доступа: https://www.studmed.ru/bashta-tm-rudnev-ss-nekrasov-bb-i-dr-gidravlika-gidromashiny-i-gidroprivody_7666ffdc0f3.html

5. Методические указания к лабораторным работам по общей гидравлике для студентов очной и заочной форм обучения машиностроительных специальностей по курсам «Гидравлика» и «Механика жидкостей и газов» / Владим. гос. ун-т ; сост.: В.И. Тарасенко [и др.]. – Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2011. – 44 с. Режим доступа: <http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/3003/1/00598.pdf>

9.3 Периодические издания

1. Электронный научный журнал «Гидравлика». Режим доступа: <http://hydrojournal.ru/o-zhurnale/nauchnyj-zhurnal>
2. Информационно-технический журнал «Гидравлика - пневматика - приводы». Режим доступа: <https://www.studmed.ru/science/gidravlika-i-pnevmatika/periodic>
3. Научный журнал «Гидравлика и пневматика». ». Режим доступа: <http://firstedu.ru/zhurnaly/gidravlika-i-pnevmatika/>

9.4 Программное обеспечение

1. Windows 10 Pro
2. WinRAR
3. Microsoft Office Professional Plus 2013
4. Microsoft Office Professional Plus 2016
5. Microsoft Visio Professional 2016
6. Visual Studio Professional 2015
7. Adobe Acrobat Pro DC
8. ABBYY FineReader 12
9. ABBYY PDF Transformer+
10. ABBYY FlexiCapture 11
11. Программное обеспечение «interTESS»
12. Справочно-правовая система «КонсультантПлюс», версия «эксперт»
13. ПО Kaspersky Endpoint Security
14. «Антиплагиат.ВУЗ» (интернет - версия)
15. «Антиплагиат- интернет»

9.5 Профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий

1. Справочно-правовая система «Консультант Плюс» (<http://www.consultant.ru>);
2. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru>);
3. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» (<https://biblioclub.ru>);
4. Электронно-библиотечная система BIBLIO-ONLINE.RU (<https://www.biblio-online.ru>);
5. Электронно-библиотечная система IPRBOOKS (<http://www.iprbookshop.ru>).
6. Гидросистемы и гидромашины. Конспект лекций. - Режим доступа: <http://studopedia.ru/gidrosystem.php>
7. Гидравлика. Тесты по гидравлике. - Режим доступа: <http://gidro.at.ua/index/testy/0-7>
8. Бесплатная библиотека технической литературы «Нефть и газ – избранное». Режим доступа: <http://nglib-free.ru>.
10. Ресурс studmed.ru является общедоступным для всех пользователей. Здесь находятся книги, статьи, конспекты лекций, методические пособия и указания и многое другое, посвященные информации по различным разделам нефтегазовой отрасли.

10 ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

Учебные и учебно-методические материалы для самостоятельной работы

обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

~ Для слепых и слабовидящих:

лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;

письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением, или могут быть заменены устным ответом;

~ обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;

~ письменные задания оформляются увеличенным шрифтом;

~ экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

~ Для глухих и слабослышащих:

лекции оформляются в виде электронного документа, либо предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

~ письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;

~ экзамен и зачёт проводятся в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.

~ Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;

~ письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением;

~ экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения предусматривается использование технических средств, необходимых в связи с индивидуальными особенностями обучающихся. Эти средства могут быть предоставлены университетом, или могут использоваться собственные технические средства.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

~ Для слепых и слабовидящих:

~ в печатной форме увеличенным шрифтом;

~ в форме электронного документа;

~ в форме аудиофайла.

~ Для глухих и слабослышащих:

~ в печатной форме;

~ в форме электронного документа.

~ Для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

~ в печатной форме;

~ в форме электронного документа;

~ в форме аудиофайла.

Учебные аудитории для всех видов контактной и самостоятельной работы, научная библиотека и иные помещения для обучения оснащены специальным оборудованием и

учебными местами с техническими средствами обучения:

Для слепых и слабовидящих:

~ Для глухих и слабослышащих:

автоматизированным рабочим местом для людей с нарушением слуха и слабослышащих;

~ акустический усилитель и колонки;

~ Для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

~ передвижными, регулируемые эргономическими партами СИ-1;

~ компьютерной техникой со специальным программным обеспечением.

11 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Преподаватель должен иметь возможность легко управлять оборудованием аудитории, что позволит проводить лекции, практические и лабораторные занятия, презентации, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также должна быть оснащена доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование должно иметь соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Технические средства обеспечения дисциплины для проведения аудиторных занятий:

~ интерактивная доска с лицензионным программным обеспечением и мультимедиа проектором;

~ маркерная доска;

~ учебные материалы (учебные фильмы, презентации);

~ акустическая система;

~ средства управления оборудованием.

Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Аудитория для лекционных занятий, аудитория для проведения практических занятий и аудитория для самостоятельной работы.

Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечиваются печатными и электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья, а также техническими средствами передачи информации из имеющихся неадаптированных ресурсов.

Материально – техническое обеспечение должно отвечать не только общим требованиям, определенным в федеральном государственном образовательном стандарте высшего образования по направлению подготовки (специальности), но и особым образовательным потребностям каждой категории обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов.

Учебные аудитории оснащены специальным оборудованием и учебными местами с техническими средствами обучения для обучающихся с различными видами ограничений здоровья (по 1 – 2 места).

Оборудование специальных учебных мест предполагает увеличение зоны на одно место с учетом подъезда и разворота кресла-коляски, увеличения ширины прохода между рядами столов. В стандартной аудитории первые столы в ряду у окна и в среднем ряду предусмотрены для обучаемых с нарушениями зрения и слуха, а для обучаемых, передвигающихся в кресле- коляске, - выделены 1 – 2 первых стола в ряду у дверного проема. В специальной аудитории оборудованы места для самостоятельной работы, консультационной и индивидуальной работы с преподавателем с соответствующим

техническим оборудованием по каждому виду нарушений здоровья с доступом к локальной сети Университета, Интернету и электронным библиотечным системам.

В аудиториях, где обучаются студенты с ограниченными возможностями здоровья и инвалиды, предусмотрены места для обучающихся с учетом ограничений их здоровья. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой (акустический усилитель и колонки), видеотехникой (мультимедийный проектор, телевизор), мультимедийной системой, интерактивной и сенсорной досками. Обучение лиц с нарушениями слуха предполагает использование мультимедийных средств и других технических средств для приема-передачи учебной информации в доступных формах, комплекта электроакустического и звукоусиливающего оборудования с комбинированными элементами проводных и беспроводных систем на базе профессиональных усилителей.

Для слабовидящих обучающихся в лекционных и учебных аудиториях предусмотрена возможность просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для удаленного просмотра. Обучение лиц с нарушениями зрения предполагает использование брайлевского дисплея и брайлеровского принтера, электронных луп, программ незрительного доступа к информации, программ - синтезаторов речи и других технических средств для приема-передачи учебной информации в доступных формах.

Для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата в лекционных и учебных аудиториях предусмотрены передвижные, регулируемые эргономические парты с источником питания для индивидуальных технических средств, специальные клавиатуры (с увеличенным размером клавиш, со специальной накладкой, ограничивающей случайное нажатие соседних клавиш, сенсорные, использование голосовой команды); специальные мыши (джойстики, роллеры); выносные кнопки; увеличенные в размерах ручки и специальные накладки к ним, позволяющие удерживать ручку и манипулировать ею с минимальными усилиями; утяжеленные (с дополнительным грузом) ручки, снижающие проявления тремора при письме; устройства обмена графической информацией, специальное программное обеспечение, позволяющее использовать сокращения, дописывать слова и фразы, исходя из начальных букв и грамматической формы предыдущих слов.

Перечень необходимого оборудования:

- ~ персональные компьютеры с доступом в Интернет;
- ~ специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы имеются в библиотечной системе IPRbooks (крупный шрифт и аудиофайлы);
- ~ многофункциональный интерактивный дисплей Flipbox 3.0.65", UHD;
- ~ видеоувеличитель Optelec Compact Mini World;
- ~ дисплей Брайля ALVA USB BC 640.

УТВЕРЖДЕНО
Протокол заседания кафедры

№ _____ от « _____ » _____ 20 ____ г.
наименование

ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ

(Изменения и дополнения в РПД вносятся ежегодно и оформляются в данной форме. Изменения вносятся заменой отдельных листов (старый лист при этом цветным маркером перечеркивается, а новый лист с изменением степлером прикалывается к рабочей программе (хранится на кафедре), в электронной форме РПД должна быть актуализированной всегда, т.е. с внесенными изменениями.

При наличии большого количества изменений и поправок, затрудняющих понимание, возникших в связи с изменением нормативной базы ВО и другим причинам, проводится полный пересмотр РПД (т.е. выпускается новая РПД), которая проходит все стадии проверки и утверждения).

в рабочей программе (модуле) дисциплины шифр «Название дисциплины»

по направлению подготовки (специальности) _____

на 20 ____ / 20 ____ учебный год

1. В _____ вносятся следующие изменения:

(элемент рабочей программы)

1.1.;

1.2.;

...

1.9.

2. В _____ вносятся следующие изменения:

(элемент рабочей программы)

2.1.;

2.2.;

...

2.9.

3. В _____ вносятся следующие изменения:

(элемент рабочей программы)

3.1.;

3.2.;

...

3.9.

Составитель _____ Фамилия И.О.

(подпись, расшифровка подписи)

" _____ " _____ 20 ____ г.

Зав. кафедрой _____ Фамилия И.О.

(подпись, расшифровка подписи)