

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Нижегородский государственный технический университет**  
**им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)**

---

**ИТС**

*(Полное и сокращенное название института, реализующего данное направление)*

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Директор института

\_\_\_\_\_ Тумасов А.В.

(Подпись) (ФИО)

« 18 » 05 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.Б.21 - "Механика жидкости и газа"**

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки бакалавров/специалистов/магистров

Направление подготовки : 13.03.03 – «Энергетическое машиностроение»

\_\_\_\_\_

*(код и направление подготовки, специальности)*

Направленность: Тепловые энергетические установки

\_\_\_\_\_

*(наименование профиля, программы магистратуры, специализации)*

Форма обучения: Очная

\_\_\_\_\_

*(очная, очно-заочная, заочная)*

Год начала подготовки 2023

1. Выпускающая кафедра «ЭУ и ТД»

\_\_\_\_\_

*(аббревиатура кафедры)*

Кафедра-разработчик «АГМ ПМ и СМ»

\_\_\_\_\_

*(аббревиатура кафедры)*

Объем дисциплины 324 /9

\_\_\_\_\_

*( часов/з.е)*

Промежуточная аттестация экзамен в 4-м семестре и зачет с оценкой в 5-м

\_\_\_\_\_

*(экзамен, зачет с оценкой, зачет)*

Разработчик (и): Савинов В.Н., д.т.н., доцент

\_\_\_\_\_

*(ФИО, ученая степень, ученое звание)*

НИЖНИЙ НОВГОРОД, 2023 год

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным

образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 13.03.03 - «Энергетическое машиностроение», утвержденного приказом

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

от 28.02.2018 г. № 145 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ

протокол от 18.05.2023 № 21

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры АГМ ПМ и СМ разработчика программы протокол от 24.03.2023 г. № 6

Зав. кафедрой *к.т.н, доцент, Кикеев В.А.* \_\_\_\_\_  
(подпись)

Программа рекомендована ученым советом ИТС, где реализуется данная программа, к утверждению,

\_\_\_\_\_, Протокол от 18.05.2023 г. № 21

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, 18.05.2023 г. регистрационный № 13.03.03-т-21

Начальник МО \_\_\_\_\_ Булгакова Н.Р.

Заведующая отделом комплектования НТБ \_\_\_\_\_ Кабанина Н.И.  
(подпись)

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Наименование дисциплины, цели и задачи ее освоения .....	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	4
3. Компетенции обучающегося, формируемые при освоении дисциплины.....	5
4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.....	6
5. Структура и содержание дисциплины .....	7
6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины.....	15
7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	24
8. Информационное обеспечение дисциплины.....	26
9. Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ.....	27
10. Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	28
11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины.....	30
12. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины.....	33
13. Лист актуализации рабочей программы дисциплины.....	37

## 1. НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ЕЕ ОСВОЕНИЯ

Дисциплина - «**Механика жидкости и газа**», согласно учебного плана, читается в 4-м и 5-м семестрах второго и третьего курсов обучения, соответственно.

Профильными для данной дисциплины являются виды профессиональной деятельности: а) основная: научно-исследовательская; б) дополнительная: проектно-конструкторская.

### 1.1. Целью освоения дисциплины является:

- формирование знаний основных физических законов, моделей и расчетных методов, положенных в основу механики жидкости и газа;
- формирования навыков в решении научно-исследовательских и проектно-конструкторских задач в области технической гидромеханики.

### 1.2. Задачи освоения дисциплины:

- сформировать общие представления о методологических принципах расчетов гидравлических систем и оборудования, применяемых в энергетическом машиностроении;
- научить студента умению использовать теоретические положения и практические приемы в процессе решения научно-исследовательских и проектно-конструкторских задач.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина (модуль) Б1.Б.21 «Механика жидкости и газа» включена в обязательный перечень дисциплин обязательной части образовательной программы вне зависимости от ее направленности (профиля) и направлена на освоение компетенции ОПК-3. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП, по направлению подготовки 13.03.03 – «Энергетическое машиностроение».

(код направления подготовки)

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется данная дисциплина являются: «математика», «физика», «теоретическая механика», «доп. главы по математике», «механика материалов и конструкций».

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении следующих дисциплин: «динамика двигателей», «термодинамика и теплопередача», «прикладная газодинамика», «теория рабочих процессов поршневых двигателей», «экологическая безопасность двигателей внутреннего сгорания», при практическом получении первичных навыков НИР и при выполнении выпускной квалификационной работы.

Рабочая программа дисциплины «механика жидкости и газа» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся, по их личному заявлению.

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ ПРИ ОСВОЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1. Этапы формирования компетенций

В результате освоения дисциплины «Механика жидкости и газа» у обучающегося частично формируется компетенция ОПК-3, полное формирование которой последовательно осуществляется при изучении других дисциплин и в процессе практической подготовки (таблица 3.1).

**Таблица 3.1 - Формирование компетенции ОПК-3**

Код компетенции	Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования							
		компетенций дисциплинами и практиками							
		1 сем.	2 сем.	3 сем.	4 сем.	5 сем.	6 сем.	7 сем.	8 сем.
ОПК-3	Математика								
	Физика								
	Теоретическая механика								
	Доп. главы по математике								
	Механика материалов и конструкций								
	Механика жидкости и газов								
	Динамика двигателей								
	Термодинамика и теплопередача								
	Прикладная газодинамика								
	Теория рабочих процессов поршневых двигателей								
	Экологическая безопасность ДВС								
	Практика по получению первичных навыков НИР								
	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы								

#### 4. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП ВО

Общепрофессиональная компетенция ОПК-3 формируется с приобретением знаний, умений и навыков, сформированных в дескрипторах достижения этих компетенций и с которыми студент готов выполнять конкретные действия, прописанные в индикаторах достижения тех же компетенций (таблица 4.1).

**Таблица 4.1 - Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения**

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
		Знать	Уметь	Владеть	Текущего контроля	Промежуточной аттестации
<b>ОПК-3:</b> Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	<b>ИОПК-3.1</b> Применяет физико-математический аппарат при решении соответствующих профессиональных задач	основы процессов движущихся жидкостей и газов.	анализировать характер протекания жидкостей и газов в профессиональной сфере.	приемами расчета гидрогазодинамических процессов в энергетическом машиностроении.	Тесты по темам лабораторных работ и практических занятий. Вопросы устные и письменные при приеме курсовой работы. (оценка по критериям 1 и 2).	Контрольные вопросы и задачи по прочитанным темам курса
	<b>ИОПК-3.2.</b> Использует методы анализа и моделирования теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач.	основные параметры взаимодействия в гидравлических процессах энергетических машин.	рассчитывать основные взаимодействия, протекающие в жидкостных каналах энергетических машин.	методиками расчета основных гидравлических характеристик энергетических машин.		

## 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет: 9 зачетных единиц (з.е.) или 324 академических часа, распределение часов по видам работ и семестрам представлено в таблице 5.1.

Таблица 5.1 - Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Вид учебной работы	Трудоёмкость в часах		
	Всего час.	В том числе по семестрам	
		1 семестр	2 семестр
<b>Формат изучения дисциплины</b>			
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	324	164	160
<b>1. Контактная работа:</b>	159	93	66
<b>1.1. Аудиторная работа, в том числе:</b>			
занятия лекционного типа (Л)	49	34	15
практические занятия (ПР)	32	17	15
лабораторные работы (ЛР)	32	17	15
<b>1.2. Внеаудиторная, в том числе:</b>			
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)	5	-	5
текущий контроль, консультации по дисциплине	36	20	16
контактная работа на промежуточной аттестации (КРА)	5	5	-
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	165	71	94
реферат/ эссе (подготовка)	-	-	-
расчетно-графическая работа (РГР) (подготовка)	24	17	7
контрольная работа	-	-	-
курсовая работа /проект (КР/КП) (подготовка)	32	-	32
Самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	73	36	37
подготовка к зачету с оценкой (контроль)	18	-	18
<b>Подготовка к экзамену (контроль)</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>-</b>

В таблице 5.2 представлено распределение учебной нагрузки по разделам и темам дисциплины.

1 Таблица 5.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Планируемые контролируемые) результаты освоения: код ОПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных ОТ
		Контактная работа			СРС, час		
		Лекции, час	Лабор-е работы, час	Прак-е занятия, час			
ОПК-3 ИОПК-3.1 ИОПК-3.2	1-й семестр						
	Раздел 1 Механика жидкости и газа (МЖиГ). Часть 1. (Гидравлика)						
	Представление списка литературных источников, необходимых для освоения курса. Тема 1.1. Введение: Предмет курса и его значение; История развития гидравлики и гидропневмопривода; Физические свойства жидкостей. Силы, действующие в жидкости. Идеальная жидкость.	2			1	Подготов-ка к лекции	
	Лабораторная работа №1: «Определение основных характеристик потока», оформление и сдача отчета по работе.		2		2	Подготов-ка к лаб. работе 1	
	Практическое занятие №1, Тема: «Давление в покое жидкости», решение задач (выдача домашнего задания №1)			2	1	подготовка ПЗ [X] стр	
	Тема 1.2. Основы гидростатики: Гидростатическое давление и его свойства. Дифференциальные уравнения равновесия жидкости. Основные уравнения гидростатики. Закон Паскаля. Сила давления жидкости на плоскую стенку. Центр давления. Сила давления жидкости на криволинейную стенку. Тело давления. Закон Архимеда.	4			5		
	Лабораторная работа №2, проверка усвоения материала лабораторной работы №1 и выполнение лаб. работы №2: «Экспериментальная иллюстрация уравнения Бернулли».		2		1		



	<b>Практическое занятие №2:</b> прием ДКР №1 и тема №2 - «Силы давления покоящейся жидкости на стенки», решение задач (выдача домашнего задания №2)			2	1		
	<b>Тема 1.3. Основы кинематики и динамики жидкости:</b> Кинематика жидкости. Основные понятия и определения. Уравнение неразрывности. Дифференциальные уравнения движения жидкости. Уравнение Бернулли для элементарной струйки невязкой жидкости. Уравнение Бернулли для элементарной струйки вязкой жидкости. Уравнение Бернулли для потока вязкой жидкости. Мощность потока. Применение уравнения Бернулли для решения задач.	6			9		
	<b>Лабораторная работа №3.</b> Проверка усвоения материала лаб. работы №2 и выполнение лаб. работы №3: «Определение коэффициентов гидравлического трения трубопровода и коэффициентов местных потерь напора»		2		2		
	<b>Практическое занятие №3.</b> Прием ДКР №2 и тема: «Динамика невязкой жидкости», решение задач (выдача домашнего задания №3)			2	2		
	<b>Тема 1.4. Гидравлические сопротивления. Режимы движения жидкости.</b> Общие сведения о потерях напора по длине и в местных сопротивлениях. Принцип сложения напора. Опыты Рейнольдса. Режимы движения жидкости. Основы подобия потоков. Ламинарный режим движения жидкости и его закономерности. Ламинарное течение жидкости в узких щелях. Облитерация щелей. Турбулентный режим движения жидкости и его закономерности. Местные сопротивления. Понятие об эквивалентной длине. Опытное определение коэффициентов гидравлических сопротивлений.	6			7		
	<b>Лабораторная работа №4.</b> Проверка усвоения материала лабораторной работы №3 и выполнение лаб. работы №4: «Исследование сопротивления плохобтекаемого тела»		2		2		
	<b>Практическое занятие №4.</b> Прием ДКР №3 и тема: «Гидравлический расчет трубопроводов», решение задач(выдача домашнего задания №4)			2	2		
	<b>Тема 1.5. Движение жидкости в трубопроводах.</b> Простой трубопровод.						

Обобщенные параметры. Уравнение и характеристики трубопроводов. Основы технико-экономического расчета простых трубопроводов. Последовательное и параллельное соединение трубопроводов. Трубопровод с путевым расходом жидкости. Гидравлический удар в трубопроводах. Расчет сложного трубопровода. Разветвленное соединение труб. Основы расчета газопроводов.	5			8		
<b>Лабораторная работа №5.</b> проверка усвоения материала лабораторной работы №4 и выполнение лаб. работы №5 «Определение коэффициентов истечения жидкости через отверстия и насадки», оформление отчета по лаб. работе.		2		1		
<b>Практическое занятие №5.</b> Прием ДКР №4 и тема: «Истечение жидкости через отверстия, насадки и гидроаппараты.», решение задач (выдача домашнего задания №5)			2	2		
<b>Тема 1.6. Истечение жидкости через отверстия и насадки.</b> Истечение жидкости через малое отверстие в тонкой стенке при постоянном напоре. Истечение жидкости через малое отверстие при переменном напоре. Истечение жидкости через насадки. Истечение жидкости через большое боковое отверстие, истечение жидкости под уровень.	3			4		
<b>Лабораторная работа №6:</b> проверка усвоения материала лаб. работы №5 и выполнение лаб. работы №6: «Экспериментальное определение аэродинамических характеристик крыла», оформление отчета по лаб. работе.		2		3		
<b>Практическое занятие №6.</b> . Прием ДКР №5 и тема «Применение законов количества движения и момента количества движения к жидкостям» Решение задач (выдача домашнего задания №6).			2	3		
<b>Тема 1.7. Силовое взаимодействие потока с твердым телом.</b> Воздействие струи на твердые преграды. Уравнение моментов количества движения для установившегося движения жидкости в равномерно вращающихся сосудах. Обтекание тел жидкостью. Подъемная сила и сила лобового сопротивления крыла. Геометрические и гидроаэродинамические характеристики крыльев.	4			6		

	Гидроаэродинамика профиля (крыло бесконечного удлинения). Теорема Н.Е. Жуковского. Обтекание решетки профилей. Постулат С.А. Чаплыгина - Н.Е.Жуковского. Крылья конечного удлинения. Индуктивное и вязкостное сопротивление крыла. Аэродинамические трубы.						
	<b>Лабораторная работа №7</b> проверка усвоения материала лабораторной работы №6 и выполнение лаб. работы №7. Тема: «Исследование сопротивления трения пластины», оформление отчета по лаб. работе.		2		3		
	<b>Практическое занятие №7.</b> Прием ДКР №6 и тема: Гидродинамическое подобие потоков жидкости», решение задач (выдача домашнего задания №7)			2			
	<b>Тема 1.8. Пограничный слой.</b> Общие сведения о пограничных слоях. Толщина пограничного слоя. Основы теории движения жидкости в плоском ламинарном пограничном слое (ПС). Явление отрыва пограничного слоя. Турбулентный пограничный слой. Толщина ПС и толщина вытеснения. Диффуравнения Прандтля для ламинарного ПС. Интегральные соотношения для ПС. Расчет ламинарного ПС. Переход ламинарного ПС в турбулентный. Структура турбулентного ПС. Расчет турбулентного ПС на пластине. Методы управления ПС.	4			5		
	<b>Лабораторные работы:</b> подведение итогов. Выполнение пропущенных лабораторных работ и невыполненных по уважительной причине. Прием зачетов по незащищенным лаб. работам.		3		1		
	<b>Практическое занятие:</b> Прием исправленных домашних работ и работ не сданных своевременно по уважительной причине.			3			
	<b>Лекции</b>	34	-	-	-		
	<b>Лабораторные работы</b>	-	17	-	-		
	<b>Расчетно-графические работы (РГР)</b>	-	-	17	-		
	<b>Самостоятельная работа по освоению 1 раздела</b>	-	-	-	71		
	<b>ИТОГО по 1 разделу</b>	34	17	17	71	-	-
	<b>Раздел 2: Механика жидкости и газа (МЖиГ). Часть (раздел) 2. (Гидропневмопривод)</b>						
	<b>Тема 2.1. Общие положения.</b> Сведения о гидросистемах; Гидравлический расчет трубопроводов; Гидромашины, их общая классификация и основные параметры; Объемный гидропривод, принцип действия и основные понятия;	0,5			3		

	Основные преимущества и недостатки объемных гидроприводов.						
	<b>Тема 2.2. Системы снабжения рабочей жидкостью;</b> Системы подачи топлива, системы смазки и охлаждения жидкостей; Гидравлические системы охлаждения и нагревания.	0,5			2		
	<b>Лабораторная работа №8. Тема:</b> «Испытания объемного роторного насоса», оформление отчета по работе, тестирование на предмет усвоения материала по теме занятия.		2		1		
	<b>Практическое занятие №1: Тема №1:</b> «Работа насосов на сеть», решение задач и выдача домашнего задания №8, (первое занятие).			2	1		
	<b>Тема 2.3. Объемные гидравлические машины.</b> Основные сведения об объемных насосах; Поршневые насосы; Общие свойства и классификация роторных насосов; Шестеренные насосы; Пластинчатые насосы; Роторно-поршневые насосы; Характеристика насоса и насосной установки; Объемные гидравлические двигатели (гидроцилиндры, гидромоторы); Обозначение гидромашин на гидравлических схемах.	2			6		
	<b>Лабораторная работа №9. Тема:</b> «Экспериментальное построение характеристик центробежного насоса и насосной установки», оформление отчета по работе		2		1		
	<b>Практическое занятие №2: Тема №1:</b> «Работа насосов на сеть», решение задач по теме, (второе занятие).			2	1		
	<b>Тема 2.4. Элементы управления ОГП (гидроаппараты).</b> Основные термины, определения и параметры; Гидродроссели; Регулирующие гидроклапаны; Направляющие гидроклапаны; Общие сведения о гидрораспределителях (направляющие гидрораспределители); Дросселирующие гидрораспределители; Гидрораспределители с электрическим управлением.	2			6		
	<b>Лабораторная работа №9</b> (второе занятие – построение характеристик насоса и насосной установки, определение параметров рабочей точки насоса и тестирование по теме работы)		2		1		
	<b>Практическое занятие №3: Тема №2:</b> «расчет объемного гидропривода», решение задач по теме. Прием ДКР по теме №1, (первое занятие).			2	1		
	<b>Тема 2.5. Рабочие жидкости, гидролинии, гидроемкости, фильтры и теплообменники.</b> Рабочие жидкости ОГП; Гидролинии; Гидробаки; Гидроаккумуляторы, Кондиционеры рабочей жидкости (отделители твердых	2			4		

	частиц, теплообменники); Уплотнительные устройства.						
	<b>Лабораторная работа №10</b> (первое занятие). <b>Тема:</b> «Исследование работы объемного гидропривода с дроссельным регулированием», оформление отчета по работе.		<b>2</b>		<b>0,5</b>		
	<b>Практическое занятие №4. Тема №2:</b> «Расчет объемного гидропривода» (второе занятие), решение задач по теме. Прием задач по теме №2.			<b>2</b>	<b>1</b>		
	<b>Тема 2.6. Объемные гидроприводы (ОГП).</b> Классификация ОГП. Нерегулируемые и регулируемые ОГП (общие положения); ОГП с дроссельным регулированием при параллельном включении дросселя; ОГП с дроссельным регулированием при последовательном включении дросселя; ОГП с объемным (машинным) регулированием; ОГП с объемно-дроссельным регулированием; Способы стабилизации скорости в ОГП с дроссельным регулированием; Системы синхронизации движения выходных звеньев нескольких гидродвигателей; Следящие ОГП	<b>2</b>			<b>8</b>		
	<b>Лабораторная работа №10</b> ( второе занятие). <b>Тема:</b> «Исследование работы объемного гидропривода с дроссельным регулированием», сдача отчета и тестирование по теме работы.		<b>2</b>		<b>0,5</b>		
	<b>Практическое занятие №5. Тема №3:</b> «Расчет сложного трубопровода» (первое занятие), решение задач по теме. Прием задач по теме №2.			<b>2</b>	<b>1</b>		
	<b>Тема 2.7. Динамические гидромашины.</b> Классификация динамических насосов; Устройство и принцип действия ЦБН; Основное уравнение ЦБН; Характеристика ЦБН; КПД центробежного насоса; Основы теории подобия лопастных насосов; Пересчет характеристик лопастных насосов; Кавитационный расчет лопастных насосов; Насосы трения (вихревые и струйные насосы); Динамические гидродвигатели (гидротурбины).	<b>2</b>			<b>4</b>		
	<b>Лабораторная работа №11</b> ( первое занятие). <b>Тема:</b> «Экспериментальное построение характеристик и рабочей точки пневмопривода с дроссельным регулированием», оформление и сдача отчета.		<b>2</b>		<b>0,5</b>		
	<b>Практическое занятие №6. Тема №3:</b> «Расчет сложного трубопровода» (второе занятие), решение задач по теме. Прием задач по теме №3.			<b>2</b>	<b>1</b>		
	<b>Тема 2.8. Гидродинамические передачи.</b> Общие сведения о гидродинамических передачах; Устройство и рабочий процесс гидромукты; Устройство и рабочий процесс гидротрансформатора; Использование методов подобия при проектировании гидропередач механизмов и машин	<b>0,5</b>			<b>3</b>		
	<b>Лабораторная работа №11</b> ( второе занятие). <b>Тема:</b> «Экспериментальное построение характеристик и рабочей точки пневмопривода с дроссельным		<b>2</b>		<b>0,5</b>		

регулированием», тестирование по теме.						
<b>Практические занятия №7. Тема №3: «Расчет сложного трубопровода»</b> (третье занятие), решение задач по теме. Прием ДКР по теме.			<b>2</b>	<b>1</b>		
<b>Тема 2.9. Основы расчета гидросистем гидравлических приводов.</b> Выбор принципиальной схемы ОГП и подбор его элементов; Общая методика уточненного расчета ОГП; Построение характеристики насосной установки (объемный насос с предохранительным клапаном, объемный нерегулируемый насос с переливным клапаном, объемный регулируемый насос с регулятором подачи); Определение мощности, потребляемой ОГП; Расчет простого трубопровода, содержащего гидродвигатель;	<b>1,5</b>			<b>4</b>		
<b>Лабораторная работа №12</b> (первое занятие). Тема: «Регулирование скорости и способы управления пневмодвигателями поступательного движения», изучение схем управления и способов регулирования скорости выходного звена.		<b>1</b>		<b>0,5</b>		
<b>Практические занятия №8.</b> Прием исправленных домашних работ и работ не сданных своевременно по уважительной причине.			<b>1</b>	<b>-</b>		
<b>Тема 2.10. Пневмопривод и его элементы</b> (Общие сведения). Законы движения газа. Приближенные расчеты течения газа в трубопроводах; Течение газа через местные сопротивления; Пневмемкость и кондиционеры рабочего газа; Система подготовки сжатого воздуха; Основные требования к монтажу, наладке и эксплуатации элементов пневмосети.	<b>1</b>			<b>2</b>		
<b>Тема 2.11. Пневматические машины.</b> Компрессоры (динамические, объемные); Охлаждение газа в компрессорах; Пневмодвигатели (пневмоцилиндры, поворотные ПД и пневмомоторы), Пневмоаппараты.	<b>0,5</b>			<b>2</b>		
<b>Тема 2.12. Пневматические элементы управления и контроля.;</b> Статические характеристики пневмопривода; Логические элементы пневмосистем; Пневматические системы контроля размеров; Примеры пневматических систем; Система турбонаддува ДВС; Основы расчета пневмосистем.	<b>0,5</b>			<b>2</b>		
<b>Курсовая работа (КР)</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>36,5</b>		
<b>ИТОГО по 2 разделу:</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>94</b>		
<b>ИТОГО ПО ДИСЦИПЛИНЕ:</b>	<b>49</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>165</b>		

## 6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков или опыта деятельности

Таблица 6.1.1. Перечни контрольных вопросов и заданий по темам занятий для проведения текущего контроля успеваемости

Номера тем в разделах			Перечни контрольных вопросов и заданий
Тема лекции	Лаборат. работы	Практич. занятия	
Раздел 1			
1.1	1	1	1. Дайте определение плотности , удельного веса, относительной плотности. Назовите единицы их измерения. 2. Какие силы действуют на жидкость? 3 .Перечислите свойства гидростатического давления.
1.2	2	2	4. Дайте определение абсолютного, избыточного и вакуумметрического давлений. Какова связь между ними. 5. Основное уравнение гидростатики. Как оно изменяется с глубиной? 6. Что называется поверхностью уровня? 7. Сформулируйте закон Паскаля. 8. Что такое пьезометрическая и вакуумметрическая высоты? Дайте классификацию приборов для измерения давления. 9. Сформулируйте закон Архимеда.
1.3	3	3	1. Формы механической энергии движущейся жидкости. 2. Дайте определение удельной энергии жидкости и напора. 3. В чем отличие в записи уравнения Бернулли для элементарной струйки идеальной и реальной жидкости, конечного потока? 4. В чем энергетический и геометрический смысл уравнения Бернулли и входящих в него членов? 5. Физический смысл коэффициента кинетической энергии $\alpha$ . 6. Что представляет собой напорная и пьезометрическая линии? 7. Какой характер имеет напорная линия для потока идеальной и реальной жидкости? 8. Как можно измерить полный, пьезометрический и скоростной напор жидкости?
1.4	4	4	1. Что называется потерей напора на преодоление гидравлических сопротивлений? 2. Назовите два вида потерь напора. Напишите формулу для определения потерь напора на трение по длине. 3. От чего зависит коэффициент гидравлического трения $\lambda$ в общем случае? 4. Дайте определение эквивалентной шероховатости. 5. Какие существуют зоны сопротивления при движении жидкости в трубах? 6. Какой степени скорости пропорциональна потеря напора по длине для различных зон сопротивления? 7. Чем объясняется возрастание гидравлического сопротивления при переходе от ламинарного режима к турбулентному? 8. От чего зависит степень влияния шероховатости труб на гидравлическое сопротивление при турбулентном режиме? 9. Почему формула Альтшуля называется универсальной? Для каких зон сопротивления она применима? 10. Напишите формулу для определения местных потерь напора. 11. От чего зависит коэффициент местного сопротивления $\zeta_m$ при ламинарном и турбулентном режиме? 12. Дайте определение эквивалентной длины местного сопротивления.
1.5	5	5	1. С чем связаны критические явления, наблюдаемые при обтекании тел вязкой жидкостью? 2. В чем отличие кризисных явлений при обтекании гладкой пластины, шара и цилиндра, установленного поперек потока? 3. Почему шар используется как эталонный образец при определении величины начальной турбулентности? 4. Какие способы определения начальной турбулентности разработаны и применяются?
			1. Что называется насадком? Назовите основные типы насадков. 2. Назовите признаки, характеризующие малое отверстие в тонкой стенке. 3. Какова причина сжатия струи при истечении? 4. Коэффициенты сжатия, скорости и расхода, их физический смысл. Как связаны

1.6	6	6	<p>между собой эти коэффициенты? 5. Напишите формулы для расчета скорости и расхода при истечении. 6. Как определить действующий напор при истечении? 7. Какое сжатие называется совершенным, несовершенным, полным, неполным? Каково соотношение между коэффициентами сжатия струи для этих случаев? 8. Почему при истечении через внешний цилиндрический насадок коэффициент скорости меньше, а коэффициент расхода больше, чем при истечении через отверстие?</p> <p>9. Что называется критическим напором для цилиндрического насадка? От чего зависит его величина? 10. Назовите особенности истечения через насадки различных типов.</p>
1.7	7	7	<p>1. Перечислите геометрические и аэрогидродинамические характеристики профиля крыльев. 2. Что такое подъемная сила, лобовое сопротивление и аэродинамическое качество крыла? 3. Назовите безразмерные аэродинамические характеристики крыла. 4. Почему возникает подъемная сила на крыле? 5. Что происходит при критическом угле атаки? Для каких профилей при <math>\alpha=0</math> подъемная сила не равна нулю? 6. Приведите формулу Н.Е. Жуковского для подъемной силы крыла. 7. Что такое профильное сопротивление крыла и как его определяют? 8. Что такое индуктивное сопротивление крыла? Нарисуйте схему сил, действующих на крыло. 9. Покажите графическое изменение аэродинамических характеристик крыла от угла атаки. 10. Что такое эффективный угол атаки крыла? Как определяется аэродинамическое качество крыла?</p>
1.8	Метод. «Исследование сопротивления трения пластины»	-	<p>1. В чем состоит концепция пограничного слоя (ПС)? Какие режимы течения наблюдаются в ПС? 2. Что такое эквивалентная пластина? 3. От каких параметров зависит коэффициент сопротивления трения шероховатой пластины? 4. Что такое смешанный ПС? 5. От каких факторов зависит точка перехода ламинарного ПС в турбулентный? 6. Как вычисляются толщины вытеснения и потери импульса? 7. Как вычисляется коэффициент сопротивления эквивалентной пластины? 8. Запишите формулу Блазиуса для ламинарного ПС. 9. Запишите формулу Прандтля-Шлихтинга для турбулентного ПС.</p>
<b>Раздел 2</b>			
2.1	8	1	<p>1. Какие типы гидросистем используются в современном машиностроении? Что называют гидравлическим приводом? 2. Что понимают под термином гидропередача? 3. Как подразделяются гидроприводы в зависимости от типа используемых в них гидромашин? 4. Назначение систем охлаждения и нагревания. Принцип работы таких систем. Как подразделяются данные системы? 5. Как подразделяются гидросистемы в зависимости от способа, которым обеспечивается движение жидкости? 6. Приведите схему термосифонной системы нагревания. Чем обеспечивается циркуляция жидкости в данной системе? 7. Приведите схему водяной системы охлаждения двигателя автомобиля. Назовите основные элементы этой системы и расскажите о ее работе. 8. Какие задачи решает система смазки ДВС? 9. Какие масла используются в современных двигателях? Какие смазочные системы используются в ДВС? 10. Покажите схему с мокрым картером. Перечислите его основные элементы. В чем отличие систем с мокрым и сухим картером? 11. Какие насосы используются в системах смазки?</p>
2.2			
2.3	9	2	<p>1. Что такое гидромашин (ГМ) и что к ней относят? 2. Что такое насос и какие параметры характеризуют его работу? 3. Что называют напором насоса и чему он равен? 4. Напишите выражение для давления, создаваемого насосом. 5. Что называют подачей насоса, размерность? Покажите связь между частотой вращения вала насоса и его угловой скоростью. 6. Что такое мощность потребляемая и полезная? Как они выражаются? 7. Что такое КПД насоса и как оно выражается? Что называют гидродвигателем? Классификация гидродвигателей. 8. Назовите основные параметры гидродвигателя. 9. Что есть напор, потребляемый ГД? Что есть расход, потребляемый ГД? 10. Что называют мощностью ГД? Что называют полезной мощностью ГД и как она определяется? Что называют КПД ГД и как он выражается? 11. Как выражается полезная мощность, развиваемая гидроцилиндром? 12. Как выражаются гидравлические, объемные и механические потери в насосе? 13. Что понимают под характеристикой насоса? 14. На какие типы делятся ГМ по принципу действия? 15. Динамические ГМ их деление.</p>



2.4 2.5	9 10	3 4	1. Что называется гидроаппаратом (ГА)? 2. Что называется гидроклапаном (ГК)? Каково предназначение напорного ГК? 3. На чем основан принцип действия напорного гидроклапана? 4. Какие виды напорных гидроклапанов существуют? 5. Каковы основные различия в рабочих характеристиках предохранительных и переливных гидроклапанов (ГК)? 6. Каково предназначение редукционного ГК? 7. Что называется обратным ГК? Каково его схемное обозначение? 8. Что называется гидрозамком? 9. Что называется направляющим распределителем и указывается в дробном обозначении? 10. Что называют гидродросселем и каково его схемное обозначение? 11. Что называют регулятором расхода и как он обозначается на схемах? 12. Что называется дросселирующим распределителем? 13. Какие устройства называют кондиционерами? 14. Что понимается под тонкостью фильтрации? 15. В чем разница процессов очистки РЖ в пористых фильтрах и сепараторах? 16. Назовите основной параметр гидробака. 17. В чем состоит предназначение гидроаккумулятора? 18. В чем состоит предназначение уплотнительных устройств?
2.6	10	5	1. Что называется объемным гидроприводом (ОГП)? 2. Какой гидропривод выполняется по схеме с замкнутой циркуляцией? 3. Что такое гидропривод (ГП) с машинным управлением? 4. Каков максимальный полный КПД гидропривода с регулированием подачи насоса? 5. В чем состоит преимущество гидропривода с регулируемым гидромотором? 6. В чем достоинство регулируемого ГП «с дросселем на входе»? 7. В чем преимущество ГП «с дросселем на выходе»?
2.7 2.8	11 11	6 7	1. Под каким воздействием перемещается РЖ в динамическом насосе? 2. Что такое коэффициент быстроходности? 3. Как производится пуск ЦБН? 4. В чем заключается принцип работы лопастного ГД? 5. Назовите достоинства ГД передач? 6. Как и под действием чего РЖ перемещается в рабочей камере гидромфты? 7. За счет чего реактор гидротрансформатора изменяет крутящий момент на выходном валу гидротрансформатора? 8. Чем вызывается нагрев РЖ в рабочей камере гидродинамической передачи?
2.9	12	8	1. По каким критериям производится выбор марки РЖ для ОГП? 2. Из каких соображений определяется внутренний диаметр ГЦ? 3. Как определяется расход РЖ, потребляемый ГД? 4. Как производится выбор ГМ? 5. Как определяется расход, потребляемый ГМ? 6. Что учитывается при выборе насоса? 7. Как определяется диаметр труб ОГП? 8. Из чего состоят потери в гидростатических ОГП?
2.10 2.11 2.12	-	-	1. Что понимают под пневмоприводом? 2. Покажите принципиальную схему пневмопривода. Назовите основные элементы схемы. Расскажите о работе пневмопривода. 3. Назовите основные параметры, характеризующие воздух, при его движении в процессе сжатия и расширения. 4. Какие типы компрессоров получили наибольшее применение в системах пневмоприводов? 5. Поясните работу поршневого компрессора. 6. Представьте индикаторную диаграмму идеального компрессора в координатах (p – v). Расскажите о составляющих рабочего цикла компрессора. 7. Что входит в комплект поршневого компрессора. 8. Назовите основные элементы пластинчатого компрессора. Принцип его работы. Какие преимущества имеют пластинчатые компрессоры перед поршневыми? 9. Как определяется подача Q поршневого и пластинчатого компрессоров? Как подразделяются объемные пневмодвигатели по виду движения? 10. Покажите схему и характеристики пластинчатого пневмомотора. 11. Назначение регулятора давления и их типы. 12. Какие кондиционеры рабочего воздуха вам известны? 13. Что относится к направляющим и регулирующим пневмоаппаратам и каковы основные задачи управления? 14. Назначение пневмодросселей и как они различаются по принципу действия?

**6.1.2. Примерная тематика курсовых работ в 5 семестре:** 1. Расчет объемного гидропривода (ОГП) с дроссельным регулированием скорости выходного звена, когда дроссель установлен последовательно на входе в гидроцилиндр (ГЦ). 2. Расчет (ОГП) с дроссельным регулированием скорости выходного звена, когда дроссель установлен последовательно на выходе из (ГЦ). 3. Расчет (ОГП) с дроссельным регулированием скорости выходного звена, когда дроссель

установлен последовательно на входе и выходе из (ГЦ). 4. Расчет (ОГП) с дроссельным регулированием скорости выходного звена при параллельном включении дросселя.

### **6.1.3. Перечень вопросов, выносимых на экзамен/зачет с оценкой, по материалам лекций в 4-м семестре:**

#### **Раздел 1 (Гидростатика)**

1. Каковы отличия жидкости от твердых тел и газов ?
2. Перечислите основные физические свойства жидкости.
3. Что такое плотность жидкости, в каких единицах ее измеряют?
4. Что такое вязкость жидкости и когда это свойство проявляется?
5. Какие коэффициенты характеризуют вязкость жидкости?
6. Из какого закона определяется коэффициент динамической вязкости?
7. От какого параметра значительно зависит вязкость жидкости?
8. Какие жидкости называются ньютоновскими, а какие неньютоновскими?
9. Какие внешние силы действуют на жидкость, находящуюся в покое или состоянии равновесия?
10. Что такое гидростатическое давление в точке жидкости?
11. Какими свойствами обладает гидростатическое давление?
12. В каких единицах измеряется гидростатическое давление?
13. Что такое поверхность уровня и каково уравнение, ее определяющее, для условий Земли?
14. Запишите основное уравнение гидростатики и назовите члены, входящие в это уравнение?
15. Что такое избыточное, манометрическое и вакуумметрическое давления?
16. Что такое эпюра гидростатического давления?
17. Как определить результирующую силу гидростатического давления покоящейся жидкости на плоскую поверхность?
18. Что такое центр давления?
19. Как найти результирующую силу гидростатического давления покоящейся жидкости на цилиндрическую поверхность?
20. Какими приборами измеряется гидростатическое давление в жидкости? Перечислите типы приборов.
21. Что представляет собой архимедова сила и по какой формуле она определяется?
22. Каковы условия плавания тел?

#### **Раздел 2 (Кинематика жидкости)**

23. Что понимается под кинематикой жидкости?
24. В чем различие двух способов описания движения жидкости: метода Лагранжа и метода Эйлера?
25. На какие виды движения можно разложить движение частицы жидкости?
26. Что называют в гидромеханике вихрем?
27. Чему равны компоненты вихря? Запишите уравнение этих компонентов.
28. Какое движение называют вихревым?
- Запишите аналитические условия существования безвихревого течения.
29. Какую функцию называют потенциалом скорости?
30. Безвихревое движение жидкости – это потенциальное движение или нет?
31. Какую функцию называют функцией тока? Для какого течения она существует?
32. Существует ли связь между потенциалом скорости и функцией тока? Если существует, то как ее можно показать?
33. Что называют гидродинамической сеткой?

#### **Раздел 3 (Динамика невязкой жидкости)**

34. Что такое поток жидкости?
35. Что такое локальная (местная) скорость?
36. Что такое эпюра скорости?
37. Что такое расход и средняя скорость течения, связь между ними?

38. Какие бывают виды течения жидкости?
39. Что представляет собой ламинарный режим течения жидкости?
40. Что представляет собой турбулентный режим течения жидкости?
41. Запишите формулу Рейнольдса. Какие параметры в нее входят?
42. Что такое линия тока, трубка тока, элементарная струйка?
43. Какие дифференциальные уравнения определяют связи между параметрами движения невязкой жидкости?
44. Какое уравнение получается в результате интегрирования уравнений Эйлера для случая установившегося течения невязкой жидкости в поле силы тяжести?
45. Какой физический закон отражает уравнение Д. Бернулли?
46. Что такое удельная энергия и в каких единицах она измеряется?
47. В чем отличие между пьезометрическим и гидравлическим уклоном?
48. Как отличаются давления и скорости в узком и широком сечении трубопровода для случая течения идеальной жидкости?
49. Запишите уравнение Д. Бернулли для газов?
50. Запишите закон сохранения количества движения в гидравлической форме.
51. Какое условие требуется выполнить при выборе двух сечений для применения закона сохранения количества движения в случае установившегося потока?

#### **Раздел 4 (Динамика вязкой жидкости)**

52. В чем отличие уравнения Д. Бернулли для потока реальной жидкости от уравнения для элементарной струйки невязкой жидкости?
53. Какие гидравлические уравнения соответствуют физическим законам сохранения массы, энергии, количества движения?
54. Чем отличаются физическое. Аналоговое и численное моделирование?
55. Какие гидравлические явления называются гидродинамически подобными?
56. Что представляет собой линейный масштабный коэффициент?
57. Определите понятие критерия подобия.
58. Какой критерий подобия требуется выполнить для полного динамического подобия двух гидравлических явлений?
59. Какой критерий динамического подобия требуется выполнить для моделирования гидравлического явления с преобладанием сил земного тяготения?
60. Запишите критерий динамического подобия в случае преобладания сил трения.
61. Сформулируйте  $\pi$ -теорему.
62. Является ли замкнутой система дифференциальных уравнений движения невязкой жидкости Эйлера? Какими уравнениями можно замкнуть эти уравнения?
63. В чем особенность записи системы дифференциальных уравнений движения невязкой жидкости в форме Громеки-Ламба?
64. Какую важную задачу позволяет решить запись уравнений движения в форме Громеки-Ламба?
65. Запишите уравнения Громеки-Ламба для случая действия на жидкость массовых сил, имеющих потенциал.
66. Какое выражение называется интегралом Лагранжа? Для какого течения оно существует?
67. Какое выражение называют интегралом Д. Бернулли? Для какого течения оно существует?
68. Движение какой жидкости описывает система дифференциальных уравнений Навье-Стокса?
69. В чем состоит особенность записи системы дифференциальных уравнений движения реальной жидкости Рейнольдса?
70. Какие условия называют граничными, а какие начальными?

#### **Раздел 5 (Динамика одномерных потоков)**

71. Как соотносятся максимальная и средняя скорость в трубе круглого сечения при ламинарном равномерном течении?
72. Что представляет собой эпюра скоростей при турбулентном режиме движения жидкости?

73. Как определяются касательные напряжения в турбулентном потоке?
74. Что такое осредненная и пульсационная составляющие локальной скорости при турбулентном течении?
75. Какому закону подчиняется распределение осредненных локальных скоростей в турбулентном ядре круглой цилиндрической трубы при равномерном течении?
76. Из чего складываются потери напора на участке трубопровода в общем случае?
77. Какая формула определяет потери напора по длине трубопровода?
78. Что такое местное сопротивление? Формула расчета местных потерь напора.
79. От чего зависит коэффициент гидравлического трения (коэф. Дарси) ?
80. Что значит гидравлически гладкие и шероховатые трубы?
81. Какие области и зоны можно выделить на графике Никурадзе?
82. Как определяется понятие «эквивалентная шероховатость» ?
83. На какие виды разделяют трубопроводы при расчетах?
84. Какие трубопроводы называют простыми?
85. Какие трубопроводы относятся к сложным?
86. Какие задачи решаются при расчетах простых трубопроводов?
87. Запишите формулы, используемые при расчетах последовательно соединенных труб.
88. Запишите формулы, используемые при расчетах параллельно соединенных труб.
89. Что такое узел разветвленной и кольцевой сети?
90. Какой узел называется точкой схода для кольцевой сети?
91. Что такое гидравлический удар в трубопроводе?
92. Запишите формулу Жуковского для расчета повышения давления при гидравлическом ударе?
93. В чем разница между прямым и непрямым гидравлическим ударом?
94. По какой формуле определяется повышение давления в трубопроводе при непрямом гидравлическом ударе?
95. Почему образуется сжатое сечение при вытекании жидкости из резервуара через отверстие?
96. Какое отверстие называется малым, и стенка, в которой сделано отверстие, тонкой?
97. Что такое инверсия струи?
98. Назовите коэффициенты, входящие в формулы расхода и скорости при вытекании жидкости через отверстие и насадки.
99. В чем состоит особенность вытекания жидкости через цилиндрические насадки?
100. Какие виды насадков вы знаете? Каковы характерные особенности вытекания жидкости через такие насадки?
101. Запишите дифференциальное уравнение, определяющее вытекание жидкости через отверстия или насадки при переменном напоре.
102. Какой метод численного решения сложных гидравлических задач чаще используется в гидродинамике?
103. Определите суть метода конечных разностей?
104. Что называют разностными схемами?
105. Что называется сходимостью разностных схем к истинным решениям?

## **Раздел 6 (Основы теории пограничного слоя)**

106. В чем состоит концепция пограничного слоя?
107. Перечислите методы упрощения уравнений Навье-Стокса.
108. Что является задачей расчета пограничного слоя?
109. Какие используются понятия для определения толщины пограничного слоя?
110. Что представляет собой толщина «толщина вытеснения»? Каким выражением определяется «толщина вытеснения» ?
111. Что характеризует «толщина потери импульса» ? Каким соотношением определяется «толщина потери импульса» ?
112. Напишите дифференциальные уравнения Прандтля для ламинарного пограничного слоя?

113. Напишите интегральное соотношение Кармана для пограничного слоя? Для какого режима течения в пограничном слое справедливо это соотношение?
114. К чему сводится гидродинамическая задача расчета пограничного слоя?
115. Назовите два метода расчета ламинарного пограничного слоя?
116. Как определяется коэффициент сопротивления трения плоской пластины, расположенной вдоль потока при ламинарном пограничном слое?
117. Напишите формулу для определения коэффициента сопротивления трения плоской гладкой пластины при турбулентном пограничном слое

## **Раздел 7 (Основы теории крыла)**

118. Перечислите геометрические характеристики профиля и крыла.
119. Назовите гидроаэродинамические характеристики крыла. Напишите формулы их определения.
120. В чем причина появления подъемной силы на крыле?
121. На что влияет закритический угол атаки и почему?
122. Напишите формулу Жуковского для подъемной силы крыла.
123. Что такое профильное сопротивление крыла и как его определяют?
124. Что такое индуктивное сопротивление крыла?
125. Как определяется аэрогидродинамическая реакция, возникающая на отдельном профиле решетки?
126. В чем отличие обтекания крыла конечного размаха по сравнению с крылом бесконечного размаха?

### **Перечень практических заданий:**

1. Определение давления в покоящейся жидкости.
2. Определение сил давления покоящейся жидкости на стенки.
3. Определение основных параметров течения невязкой жидкости.
4. Определение параметров истечения жидкости через отверстия, насадки и гидроаппараты.
5. Гидравлический расчет трубопроводов.
6. Решение гидродинамических задач с использованием законов количества движения и момента количества движения.
7. Решение задач с использованием теории гидродинамического подобия.

### **Перечень теоретических вопросов по материалам лекций в 5-м семестре:**

1. Общие сведения о гидросистемах. Функциональная схема ОГП. Простейшая схема ОГП. Принцип действия ОГП.
2. Классификация ОГП. Объемный насосный ГП; его основные элементы и работа. Гидравлические машины. Общие понятия (определение гидромашины, насос, напор, подача, мощность полезная и потребляемая, КПД).
3. Характеристики насосных установок (лопастных, объемных; рабочая точка насоса, изменение положения рабочей точки). Какие мероприятия используются для увеличения подачи или напора насоса?
4. На какие классы делятся насосы? Центробежные насосы. Вывод основного уравнения центробежного насоса.
5. Теоретическая и действительная характеристики центробежного насоса.
6. Основные параметры объемных гидромашин (рабочая полость, рабочий объем, частота вращения, расход РЖ, рабочее давление, механическая мощность, гидравлическая мощность).
7. Роторные гидромашины. Свойства роторных насосов и их классификация.
8. Характеристики роторных насосов. Регулирование подачи роторных насосов при  $n = \text{const}$ . Два способа регулирования подачи.
9. Гидромоторы. Определение, классификация, отличия в конструкции роторных насосов. Параметры роторно-поршневых гидромоторов ( $Q$ ,  $n$ ,  $h$ ,  $p$ ,  $N$ ,  $M$ ).

10. Радиально-поршневые гидромашины. Основные элементы, принцип действия. Эксцентриситет, рабочий объем насоса, подача и ее регулирование. Давление и КПД насоса.
11. Аксиально-поршневые гидромашины. Определение. Две разновидности и их отличия. Достоинства. Давление и КПД насоса.
12. Шестеренные насосы и гидромоторы. Отличительные особенности. Конструктивные исполнения шестеренных гидромашин. Основные элементы насоса, принцип работы. Мероприятия по разгрузке радиальных усилий в насосе. Рабочий объем насоса, давление, КПД.
13. Пластинчатые насосы и гидромоторы. Их конструктивные исполнения. Основные элементы пластинчатого насоса однократного действия. Принцип действия, рабочий объем.
14. Винтовые насосы и гидромоторы. Основные элементы и принцип действия. Отличительные особенности винтовых насосов от других объемных насосов. Рабочий объем и подача винтового насоса, развиваемое давление, КПД.
15. Сравнительные данные по объемным гидромашинам.
16. Силовые и моментные гидроцилиндры. Классификация по назначению, конструкции и способу подвода РЖ. Расход гидроцилиндра, эффективная площадь, усилие на штоке, КПД –  $h_0$ ,  $h_g$ ,  $h_m$ . Область применения.
17. Основные элементы типовой конструкции силового гидроцилиндра. Основные элементы моментных гидроцилиндров. Рабочий объем моментного ГЦ. Расход ГЦ, крутящий момент, КПД.
18. Устройства управления. Распределители и регуляторы. Классификация распределителей жидкости. Крановые распределители (пробковые, с плоским золотником).
19. Золотниковые распределители. Основные элементы. Недостатки золотниковых распределителей. Способы борьбы с заеданием, облитерацией.
20. Клапанные распределители. Устройство, принцип работы, достоинства. Регуляторы давления прямого действия. Предохранительные клапаны. Назначение, конструктивное оформление, принцип действия.
21. Переливные клапаны. Устройство, назначение, работа клапана. Усилие предварительного сжатия пружины.
22. Редукционные клапаны. Устройство, назначение, работа клапана.
23. Регуляторы расхода прямого действия. Дроссели – определение. Деление дросселей по виду проходного отверстия. Сравнительная оценка дросселей (достоинства и недостатки). Определение расхода через дроссель.
24. Делительные клапаны. Назначение. Обратные клапаны. Назначение, особенности работы. Потери давления в ОК.
25. Гидравлические замки. Назначение. Гидравлические реле времени. Назначение, основные элементы реле времени. Регуляторы непрямого действия. Коэффициент усиления.
26. Вспомогательные устройства и линии. Фильтры. Назначение. Фильтрующие элементы. Оценка степени очистки. Типы фильтров по степени очистки. Схемы включения фильтров; достоинства и недостатки используемого варианта установки.
27. Резервуары (маслобаки). Расчет размеров маслобака. Конструкция. Материал маслобака. Контроль уровня масла, сапун, сливные пробки.
28. Гидроаккумуляторы. Классификация. Расчет параметров пневмогидроаккумуляторов ( $V_n$ ,  $V_k$ ,  $V_r$ ). Расчет на прочность. Основные элементы пневмогидроаккумулятора.
29. Мультипликаторы. Назначение, схема, основные элементы, расчет избыточного давления в рабочей полости. Момент включения мультипликатора.
30. Гидросеть. Трубопроводы, их деление по назначению, конструкции. Типы резино-металлических рукавов. Соединения труб (общее и в зависимости от рабочего давления).
31. Уплотнительные устройства. Назначения. Классификация. Уплотнительные устройства применяемые в подвижных и неподвижных соединениях при разных давлениях. Уплотнительные манжеты. Область применения. Конструкция, основные элементы.
32. Рабочие жидкости, используемые в ОГП. Назначение. Типы РЖ, применяемых в ОГП. Свойства и показатели РЖ. Что такое температура вспышки? Что такое температура застывания? Окисляемость РЖ. Кислотное число.

33. Работа насоса на сеть. Характеристика насосной установки. Понятие о рабочей точке насоса и трубопровода. Устойчивость работы насоса в рабочей точке.
34. Частные случаи работы насосных установок. Напорный и приемный уровни совпадают. Напорный уровень находится ниже приемного. Графики, пояснения.
35. Последовательная и параллельная работа насосов на сеть. Получение результирующей характеристики. Режимные точки насосов. Применение.
36. Методы теории подобия в лопастных насосах. Условия подобия. Геометрическое и кинематическое подобие. Условие динамического подобия потоков. Момент сил взаимодействия потока со стенками каналов.
37. Коэффициент быстроходности. Понятие об удельной частоте вращения. Понятие о коэффициенте быстроходности. Определение и связь коэффициентов подобия.
38. Вихревой насос. Схема, основные элементы, принцип работы. Характеристики. Струйный насос. Схема, основные элементы, принцип работы, характеристики.
39. Порядок подбора насосов. Исходные данные для подбора. Этапы подбора. Расчетный напор. Назначение номенклатуры насосов. Фактические показатели насосного агрегата ( $Q_{\phi}$ ,  $Q_p$ ,  $H_{\phi}$ , КПД,  $N$ ,  $N_s$ ).
40. Определение основных размеров центробежных насосов ( $Q_m$ ,  $N$ ,  $d$ ,  $b_1$ ,  $u_1$ ,  $c_2$ ,  $z$ ,  $b_1$ ).

## 6.2 Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Процедуры оценивания формируемых компетенций определяют следующие нормативные документы, разработанные в НГТУ и к которым возможен доступ на сайте учебно-методического управления <https://www.nntu.ru/structure/view/podrazdeleniya/uchebno-metodicheskoe-upravlenie> по вкладке «Нормативные документы и локальные акты по обеспечению образовательного процесса НГТУ»:

1. Положение о фонде оценочных средств для установления уровня сформированности компетенций обучающихся и выпускников на соответствие требованиям ФГОС ВО от 25 декабря 2014 года (СМК-ПВД-7.5-11.4-12-14).

*Положение о текущем контроле успеваемости и проведении промежуточной аттестации обучающихся Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева (НГТУ ПВД 11.2/30-18).*

В результате изучения дисциплины «Механика жидкости и газа» обучающиеся должны приобрести знания, умения и навыки, сформулированные в дескрипторах достижения обще-профессиональной компетенции ОПК-3 и, с которой они готовы выполнять конкретные действия, прописанные в индикаторах достижения тех же компетенций (таблица 4.1). Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции ОПК-3 в процессе текущего контроля знаний осуществляется по критериям и показателям, приведенным в таблице 6.2.1.

**Таблица 6.2.1 Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания**

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку « <b>отлично</b> » заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку « <b>хорошо</b> » заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку « <b>удовлетворительно</b> » заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не

	выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1 Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда

Библиотечный фонд укомплектован печатными и электронными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных ниже на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Таблица 7.1 – Список учебной литературы, печатных и электронных изданий

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экзemplяров в библиотеке
1	2	3
<b>1 Основная литература</b>		
1	Основы механики жидкости: учеб.пособие / В.П. Семенов. – М.:ФЛИНТА: Наука, 2013.- 376 с.	5
2	Гидравлика : Учеб.пособие / В. А. Кудинов, Э. М. Карташов. - 3-е изд.,стер. - М. : Высш. шк., 2008. - 200 с. : ил. - Прил.:с.188-195. - Библиогр.:с.196. - ISBN 978-5-06-005341-8 : 230-67.	10
3	Кудинов А.А. Техническая гидромеханика: учеб. пособие. М.: Машиностроение, 2008. 368 с.: ил.	10
4	<b>Гидравлика, гидромашины и гидроприводы в примерах решения задач</b> : Учеб.пособие / Т. В. Артемьева [и др.] ; Под ред.С.П.Стесина. – 2-е изд.,стер. - М. : Изд.центр "Академия", 2013. - 204 с. : ил. - (Высшее профессиональное образование). - Прил.:с.199-201. - Библиогр.:с.202. - ISBN 978-5-7695-9515-8 : 331-10.	4
5	Гидропневмоприводы и гидропередачи транспортных машин : Учеб. пособие / В. Ф. Чеботаев, А. Л. Малыгин ; НГТУ им.Р.Е.Алексеева, Дзерж.политехн.ин-т (фил.). - Н.Новгород : [Б.и.], 2014. - 107 с. : ил. - Библиогр.:с.106. - ISBN 978-5-502-00428-2 : 50-00. (10)	10
6	<b>Гойдо М.Е.</b> Проектирование объемных гидроприводов /М. Е. Гойдо. - М. : Машиностроение, 2009. - 301 с. : ил. - (Библ. конструктора). - Доп. тит.л.на англ.яз. - Библиогр.:с.300. - ISBN 978-5-94275-427-3 : 445-50.	11
7	<b>Никитин О.Ф.</b> Гидравлика и гидропневмопривод : Учеб.пособие / О. Ф. Никитин. - 2-е изд.,испр.и доп. - М. : МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2012. - 432 с. : ил. - Прил.:с.419-428. - Библиогр.:с.417-418. - ISBN 978-5-7038-3591-3 : 374-00.	7



2 Дополнительная литература		
1	<b>Савинов В.Н.</b> Гидравлика : Метод.указания и контрольные задания: Комплекс учебно-метод.материалов / В. Н. Савинов ; НГТУ им.Р.Е.Алексеева. - Н.Новгород : Изд-во НГТУ, 2009. - 141 с. - Прил.: с.136-141. - Библиогр.:с.135-136. - 90-52	170
2	Лабораторный практикум по гидравлике и гидромашинам : Учеб.пособие / М. Е. Рабинович ; НГТУ им.Р.Е.Алексеева. - 2-е изд.,испр. - Н.Новгород : [Б.и.], 2012. - 120 с. : ил. - Прил.:с.108-118. - Библиогр.:с.119-120. - ISBN 978-5-502-00129-8.	Электрон- ные тексто- вые данные
3	<b>Гидравлический расчет объемного гидропривода с дроссельным регулированием. Метод указания к курсовой работе /И.Д. Краснокутский;</b> НГТУ им. Р.Е. Алексеева. - Н.Новгород : Изд-во НГТУ, 2016. - 44 с. - Прил.:с.35-44.- Библиогр.:с.34	140
4	<b>Регулирование скорости и способы управления пневмодвигателями поступательного движения :</b> Метод.указания к лаб.работам по пневмоприводу для дисц."Гидравлические и пневматические системы" и "Гидропневмопривод и гидропневмоавтоматика", читаемых студ.машиностроит.спец.всех форм обучения / НГТУ им.Р.Е.Алексеева, Каф."Теория корабля и гидромеханика"; Сост.В.Н.Савинов; Науч.ред.П.Н.Егоров. - Н.Новгород : [Б.и.], 2009. - 20 с. : ил. - 0-00.	50 На кафедре
5	<b>Никитин О.Ф.</b> Рабочие жидкости и уплотнительные устройства гидроприводов : Учеб.пособие / О. Ф. Никитин. - М. : МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2013. - 286 с. : ил. - Библиогр.:с.280-282. - ISBN 978-5-7038-3664-4 : 308-00.	3
6	<b>Объемный гидропривод с дроссельным регулированием. Схемы и характеристики ОГП :</b> Метод.указания к лаб.работе по дисц. Гидравлического цикла для бакалавров, специалистов и магистров всех форм обучения, изучающих гидравлику в техническом вузе / НГТУ им.Р.Е.Алексеева, Каф."Аэро-гидродинамики, прочности машин и сопротивления материалов";Сост.:В.Н.Савинов, П.Н.Егоров, И.Д.Краснокутский; Науч.ред.А.Б.Ваганов. - Н.Новгород : [Б.и.], 2014. - 22 с. : ил. - Библиогр.:с.22. - 0-00.	10
7	<b>Сборник заданий для курсовых работ по гидромеханике: Учеб. пособие /В.Ф. Чеботаев, А.Б. Ваганов, П.Н. Егоров, В.Н. Савинов и др. /Под ред. А.Н. Попова и В.Ф. Чеботаева;</b> Нижегород. гос. техн. ун-т, Н. Новгород, 1999. -190 с. ISBN 5-93272-027-1/	Электрон- ные тексто- вые данные

## 7.2. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям.

В помощь участникам образовательного процесса (преподавателям и студентам) в НГТУ разработаны следующие учебно-методические документы:

1) Е.Г. Ивашкин, Жукова Л.П. Организация аудиторной работы в образовательных организациях высшего образования: Учебное пособие / Е.Г. Ивашкин, Л.П. Жукова; НГТУ. – Нижний Новгород, 2014. – 80 с. (в рубрике «Методические материалы по обеспечению образовательного процесса НГТУ» на сайте учебно-методического управления);

2) Ермакова Т.И., Ивашкин Е.Г. Проведение занятий с применением интерактивных форм и методов обучения: Учебное пособие / Т.И. Ермакова, Е.Г. Ивашкин; НГТУ. – Нижний Новгород,

2013. – 158 с. (в рубрике «Методические материалы по обеспечению образовательного процесса НГТУ» на сайте учебно-методического управления);

3) Жукова Л.П. Методические рекомендации по организации аудиторной работы / Утверждены УМС НГТУ 22.04.2013. - Нижний Новгород, 2013. – 63 с. (в рубрике «Методические материалы по обеспечению образовательного процесса НГТУ» на странице «Учебно-методическое управление» сайта НГТУ);

4) Ермакова Т.И. Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине / Утверждены УМС НГТУ 22.04.2013. - Нижний Новгород, 2013. – 35 с. (в рубрике «Методические материалы по обеспечению образовательного процесса НГТУ» на странице «Учебно-методическое управление» сайта НГТУ).

Указанные материалы размещены в электронном виде на сайте учебно-методического управления в рубрике «Методические материалы по обеспечению образовательного процесса НГТУ».

## **8. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Дисциплина, относится к группе дисциплин, в рамках которых предполагается использование информационных технологий как вспомогательного инструмента для выполнения следующих задач:

- оформление результатов выполнения заданий на практических и лабораторных занятиях;
- демонстрация дидактических материалов с использованием мультимедийных технологий;
- использование электронной образовательной среды университета;
- организация взаимодействия со студентами посредством электронной почты.

### **8.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины:**

#### **Ресурсы системы федеральных образовательных порталов:**

1. Федеральный портал. Российское образование. <http://www.edu.ru/>
2. Российский образовательный портал. <http://www.school.edu.ru/default.asp>
3. Естественный научно-образовательный портал. <http://www.en.edu.ru/>
4. Российский портал открытого образования. <http://www.openet.edu.ru/>
5. Федеральный образовательный портал. Инженерное образование. <http://www.techno.edu.ru/>
6. Федеральный образовательный портал. Здоровье и образование. <http://www.valeo.edu.ru/>

**Сайт НТБ НГТУ** - <https://www.nntu.ru/structure/view/podrazdeleniya/nauchno-tehnicheskaya-biblioteka/resursy>;

#### **Электронные библиотечные системы:**

- Электронно-библиотечная система ООО «Издательство Лань»:

- Электронный каталог книг: <https://library.nntu.ru/megapro/web/>;

- библиотека электронных учебников: <http://fdp.nntu.ru/книжная-полка/>;

Электронный каталог периодических изданий <http://library.nntu.nnov.ru/>

Информационная система доступа к каталогам библиотек сферы образования и науки ЭКБСОН <http://www.vlibrary.ru/>

Электронная библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE НГТУ»

[http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub)

Электронная библиотека "Айбукс" <http://ibooks.ru/>

Бюллетени новых поступлений литературы в библиотеку

<http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/index.htm>

Ресурсы Интернет <http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/index.htm>

Доступ онлайн

Научные журналы НЭИКОН

ЭБС BOOK.ru.

ЭБС ZNANIUM.COM

ЭБС издательства "Лань"

ЭБС "Айбукс"

База данных Scopus издательства Elsevier; База данных Web of Science Core Collection

Электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/news.html>

**Центр дистанционных образовательных технологий НГТУ**

Электронная библиотека: [http://cdot-nntu.ru/?page\\_id=312](http://cdot-nntu.ru/?page_id=312)

<http://do.gendocs.ru/docs/index-240368.html>

<http://www.intuit.ru/studies/courses/12247/1179/lecture/19715?page=2>

С компьютеров специализированных аудиторий НТБ (ауд. 2201, 2210, 6162) возможен доступ к внешним ресурсам:

- профессиональным справочным системам «Кодекс», «Гарант», «Тех-эксперт», «КонсультантПлюс»;

- Федеральному информационному фонду стандартов ФГУП «Стандарт-информ».

С компьютеров сети НГТУ возможен доступ к базам данных, журналам и коллекциям электронных книг таких зарубежных издательств, как:

- платформа НЭИКОН, включающая 10 издательств;
- Elsevier (журналы Freedom Collection);
- Springer Nature (журналы и коллекции электронных книг);
- Wiley (полнотекстовая коллекция журналов);
- Questel (база данных патентного поиска Orbit Intelligence Premium).

В свободном доступе находятся:

- научная электронная библиотека ELIBRARY.RU: <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp>;

- научная электронная библиотека «Кибер Ленинка»: <https://cyberleninka.ru/journal>;

- электронно-библиотечная система издательства «Наука»: <https://www.libnauka.ru/>

- информационная система доступа к каталогам библиотек сферы образования и науки ЭКБСОН: <http://www.vlibrary.ru/>.

## 8.2. Перечень программного обеспечения

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом используется программное обеспечение, указанное в таблице 10.1 раздела 10 настоящей РПД. ???

## 9. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 9.1 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. Информация размещена в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации»: <https://www.nntu.ru/sveden/accenv/>.

**Таблица 9.1. - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ**

№ п/п	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1.	ЭБС «Консультант студента»	Озвучка книг и увеличение шрифта
2.	ЭБС «Лань»	Специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3.	ЭБС «Юрайт»	Версия для слабовидящих

## 10. МАТЕРИАЛЬНО - ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебный процесс по данной дисциплине обеспечен современным аудиторным и лабораторным фондом. В процессе проведения аудиторных и самостоятельных занятий преподаватели и студенты имеют возможность доступа к информационно-коммуникационной сети «Интернет», как на территории НГТУ, так и вне ее.

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине «Механика жидкости и газа» используются материально-техническая база и программное обеспечение, представленные таблице 10.1.

**Таблица 10.1. - Оснащенность аудиторий и помещений для проведения лабораторных, практических и самостоятельной работы студентов по дисциплине**

№ п/п	Номера и наименования аудиторий и помещений для проведения лабораторных, практических и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий и помещений для проведения лабораторных, практических и самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1.	<u>5119, 5121, 5123, 5125.</u> Учебные аудитории для проведения лекций, лабораторных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мультимедийное оборудование (ноутбук, проектор, экран)	-
2.	<u>5125, 5.121</u> Центр проведения расчетнографических вычислений и расчетов, связанных с выполнением курсовой работы по дисциплине	<ul style="list-style-type: none"> <li>Компактный суперкомпьютер Cray CX1 с оперативной памятью 384 Гб и производительностью <math>10^{12}</math> операций в секунду.</li> </ul>	OC Windows Server 2008, ANSYS 14.0 Academic Research 5 tasks, HPC – 84 tasks, license customer #602402, академическая лицензия, бессрочная.
3.	<u>A.5.123</u> Лаборатория «Механика жидкости и газа»	<ul style="list-style-type: none"> <li>Комбинированный лабораторный стенд, предназначенный для выполнения следующих лабораторных работ: <ul style="list-style-type: none"> <li>-экспериментальная иллюстрация уравнения Бернулли;</li> <li>-определение коэффициента гидравлического трения и коэффициентов местных потерь напора;</li> <li>-экспериментальное получение градуировочной кривой расходомера;</li> <li>-исследование истечения жидкости через отверстия и насадки;</li> <li>- экспериментальное построение характеристик ЦБН и насосной установки.</li> </ul> </li> <li>Лабораторный стенд для проведения испытания объемного роторного насоса с целью получения его рабочей характеристики.</li> <li>Лабораторный стенд для проведения испытаний ЦБН и экспериментального построения характеристик насоса и насосной установки, определения параметров рабочей точки насоса.</li> <li>Лабораторная установка «Настольная аэродинамическая труба», предназначенная для «определения основных характеристик потока» рабочей жидкости (газа).</li> <li>Лабораторный стенд для «исследования работы ОГП с дроссельным</li> </ul>	—

№ п/п	Номера и наименования аудиторий и помещений для проведения лабораторных, практических и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий и помещений для проведения лабораторных, практических и самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
		способом регулирования».	
4	А.5.119 Лаборатория «Аэродинамическая труба» и универсального лабораторного стенда «Пневмопривод».	<ul style="list-style-type: none"> <li>●Лабораторный стенд «Аэродинамическая труба» позволяет выполнить ряд лабораторных работ: <ul style="list-style-type: none"> <li>- «Исследование пограничного слоя пластины»;</li> <li>- «Исследование сопротивления трения пластины»;</li> <li>- «Исследование распределения давления и аэродинамического сопротивления шара»;</li> <li>- «Исследование характеристик крыла в аэродинамической трубе».</li> </ul> </li> <li>●Универсальный лабораторный стенд для исследования работы пневмопривода и его элементов: <ul style="list-style-type: none"> <li>- «Экспериментальное построение характеристик и рабочей точки пневмопривода с дроссельным регулированием»;</li> <li>- «Регулирование скорости и способы управления пневмодвигателями поступательного движения»</li> </ul> </li> </ul>	-

Кроме того, в университете имеются специализированные аудитории и помещения для проведения учебных занятий и самостоятельной работы студентов по дисциплине (см. табл.10.2). Данные учебные аудитории оснащены оборудованием и техническими средствами обучения, состав которых определен в данном разделе.

*В таблице 10.2 перечислены:*

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;
- помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГТУ.

**Таблица 10.2 - Оснащенность аудиторий и помещений для проведения учебных занятий и самостоятельной работы студентов по дисциплине**

№	Наименование аудиторий и помещений для проведения учебных занятий и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий и помещений для проведения учебных занятий и самостоятельной работы студентов по дисциплине	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	1	2	3
1	<b>6421</b> учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и	Комплект демонстрационного оборудования: • ПК, с выходом на мультимедийный проектор, на базе AMD	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Microsoft Windows7 (подписка DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14)</li> <li>• Gimp 2.8 (свободное ПО, лицензия GNU GPLv3);</li> <li>• Microsoft Office Professional Plus 2007</li> </ul>

	индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации; г. Нижний Новгород, Казанское ш., 12	Athlon 2.8 ГГц, 4 Гб ОЗУ, 250 Гб HDD, монитор 19" – 1 шт. • Мультимедийный проектор Epson- 1 шт; • Экран – 1 шт.; Набор учебно-наглядных пособий	(лицензия № 42470655); • OpenOffice 4.1.1 (свободное ПО, лицензия ApacheLicense 2.0) • AdobeAcrobatReader (FreeWare); • 7-zip для Windows (свободнораспространяемое ПО, лицензия GNU LGPL); Dr.Web (Сертификат №EL69-RV63-YMBJ-N2G7 от 14.05.19).
	<b>6543</b> компьютерный класс - помещение для СРС, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), г. Нижний Новгород, Казанское ш., 12)	• Проектор Accer – 1 шт; • ПК на базе IntelCoreDuo 2.93 ГГц, 2 Гб ОЗУ, 320 Гб HDD, монитор Samsung 19" – 11 шт.. ПК подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета	• Microsoft Windows 7 (подпискаDreamSpark Premium, договор № Tr113003 от 25.09.14); • Microsoft Office (лицензия № 43178972); • Adobe Design Premium CS 5.5.5 (лицензия № 65112135); • Adobe Acrobat Reader (FreeWare); • 7-zip для Windows (свободнораспространяемое ПО, лицензия GNULGPL); • Dr.Web (Сертификат №EL69-RV63-YMBJ-N2G7 от 14.05.19) • КонсультантПлюс(ГПД № 0332100025418000079 от 21.12.2018); Gimp 2.8 (свободное ПО, лицензия GNUGPLv3)

## 11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

### 11.1. Общие методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа может быть аудиторной, внеаудиторной, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС). В случае проведения части контактной работы по дисциплине в ЭИОС (в соответствии с расписанием учебных занятий), трудоемкость контактной работы в ЭИОС эквивалентна аудиторной работе.

Основными элементами структуры аудиторной работы по дисциплине являются:

- виды аудиторной работы;
- формы аудиторной работы, включающие формы ее выполнения, формы представления ее результатов и формы контроля уровня освоения компетенции ОПК-3.

Основными видами аудиторной работы студентов по данной дисциплине являются:

- работа на лекциях;
- выполнение практических заданий;
- работа на лабораторных занятиях.

Формами выполнения видов аудиторной работы являются:

- лекции;
- практические занятия (решение технических задач);
- лабораторные занятия (выполнение лабораторных работ и оформление отчетов);
- консультации.

Результаты аудиторной работы представляются в следующих основных формах:

- конспекты;
- рабочие материалы;
- консультации по материалам курсовых работ.

Уровень развития компетенции ОПК-3 в результате выполнения определенных видов работ оценивается:

- на контрольных опросах по пройденному материалу на лабораторных занятиях (знать);
- по результатам выполнения домашних практических работ (уметь, владеть);

Функциональные свойства форм аудиторной работы определены свойствами применяемых технологий, обеспечивающих изучение и освоение объема содержания дисциплины, отнесенного к определенной форме.

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих образовательных технологий:

- на лекционных занятиях - проблемные лекции;
- на практических и лабораторных занятиях – работа в малых группах,

По итогам текущей успеваемости студенту может быть выставлен зачет по промежуточной аттестации в соответствии с разделом 6.2 настоящей РПД.

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий (выбирается из приложения к РПД):

- *балльно-рейтинговая технология оценивания (при наличии);*
- *электронное обучение (при наличии);*
- *проблемное обучение (далее выбирается из приложения к РПД);*
- *разбор конкретных ситуаций;*

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции ОПК-3 по дисциплине преподаватель может применять балльно-рейтинговую систему контроля и оценки успеваемости студентов.

По итогам текущей успеваемости студенту может быть выставлена оценка по промежуточной аттестации в соответствии с набранными за семестр баллами. Студентам, набравшим в ходе текущего контроля успеваемости по дисциплине от 61 до 100 баллов и выполнившим все обязательные виды запланированных учебных заданий, по решению преподавателя без прохождения промежуточной аттестации выставляется оценка в соответствии со шкалой оценки результатов освоения дисциплины.

**Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне**, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

**Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне**, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент последовательно, четко и логически стройно излагает учебный материал; справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий

**Результат обучения считается несформированным**, если студент при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует допороговому уровню.

## **11.2 Методические указания для занятий лекционного типа**

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (Таблица 5.2.) . Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям, лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала.

## **11.3 Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах**

Подготовку к каждой лабораторной работе студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа с оформленным отчетом подлежит защите у преподавателя.

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения экспериментально-практической части работы и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

## **11.4. Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях**

Практические занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой проведения практических занятий является решение задач и разбор примеров в аудиторных условиях.

Практические занятия обучающихся обеспечивают:

- проверку и практическое применение знаний, полученных на лекциях;
- развитие умений и навыков решения технических задач по различным разделам учебного материала дисциплины;

Приводятся конкретные методические указания и требования по оформлению домашних контрольных работ, определяется порядок и сроки их сдачи.

Темы выполняемых домашних контрольных работ приведены в таблице 5.2 РПД.

## **11.5. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся**

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям, мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях, а также в качестве и своевременном выполнении домашних контрольных практических заданий.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в разделе 7.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в табл. 10.1 и 10.2). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы



при изучении дисциплины.

Для обучающихся по заочной форме обучения самостоятельная работа является основным видом учебной деятельности.

## **11.6. Методические указания для выполнения РГР**

Расчетно-графические работы обучающийся выполняет самостоятельно в читальных залах библиотеки университета, в специализированных аудиториях (см.табл.10.1. и 10.2.) или в домашних условиях, соблюдая требования предъявляемые к оформлению ДКР и срокам их сдачи.

## **11.7. Методические указания для выполнения курсовой работы**

Известно, что выполнение КР способствует лучшему освоению обучающимися учебного материала, формирует практический опыт и умения по изучаемой дисциплине, способствует формированию у обучающихся готовности к самостоятельной профессиональной деятельности, является этапом к выполнению выпускной квалификационной работы. Поэтому, в пятом семестре учебного плана предусмотрено выполнение курсовой работы по расчету объемного гидропривода с дроссельным способом регулирования. Примерная тематика курсовых работ (КР) приведена в разделе 6 (п. 6.1.2.).

Конкретные методические указания для обучающихся по выполнению курсовой работы с учетом особенностей дисциплины и таких положений как:

- цели и задачи курсового проектирования;
- выбор темы курсового проектирования;
- организация, выполнение и руководство курсовой работой;
- структура и содержание курсовой работы;
- требования к оформлению курсовой работы;
- порядок сдачи и защиты курсовой работы изложены в методических указаниях к курсовой работе (см. таблица 7.1, доп. литературы п. №3).

## **12. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Типовые контрольные задания и материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков в ходе текущего контроля успеваемости приведены в разделах: 5 (таблица 5.2), 6 (учебная литература – п. 1, 2, 3, 4, 6 и 7), и 7 (таблица 7.1) настоящей РПД.

**12.1.1. Типовые задания к практическим занятиям, примеры решения задач по дисциплине и требования к их оформлению** представлены в разделе 7 (доп. литература п.7).

**12.1.2.Типовые вопросы и задания для устного (письменного) опроса по темам дисциплины** представлены в разделе 6 п. 6.1, табл. 6.1.1. Например:

1. Дайте определение абсолютного, избыточного и вакуумметрического давления. Какова связь между ними.
2. . Назовите два вида потерь напора. Напишите формулу для определения потерь напора на трение по длине.
3. На чем основан принцип действия напорного гидроклапана? Какие виды напорных гидроклапанов существуют?

**12.1.3. Типовые тестовые задания**, используемые для оценивания степени подготовленности обучающихся к выполнению лабораторных работ. **Пример** тестового задания:

### **Тема 1. Гидростатика**

1. Укажите размерность удельного веса  $\gamma$  в системе СИ: 1).  $\text{Н/М}^3$ ; 2).  $\text{КГ/М}^3$ ; 3).  $\text{Н/М}^2$ ; 4).  $\text{Н} \cdot \text{М}^3$
2. Что называется избыточным давлением?

- а). Недостаток абсолютного давления до атмосферного;
- б). Давление, отсчитанное от абсолютного нуля;
- в). Разность между атмосферным и абсолютным давлением;
- г). Превышение абсолютного давления над атмосферным давлением.

## Тема 2. Динамика жидкости

1. Укажите правильное утверждение:

Касательные напряжения

- а). Возникают в идеальной жидкости;
- б). Возникают в покоящейся жидкости;
- в). Зависят от сил сцепления между слоями жидкости;
- г). зависят от плотности жидкости.

2. Какое соотношение верно?

Для ламинарного режима движения жидкости в круглой трубе коэффициент кинетической энергии « $\alpha$ » равен: 1).  $\alpha=0$ ; 2).  $\alpha<1$ ; 3).  $\alpha \approx 1$ ;  $\alpha=2$ .

**12.1.4. Типовые задания для выполнения домашних контрольных работ, примеры их решения и оформления приведены в учебном пособии (см. раздел 7, табл. 7.1 доп. литература п.7).**

**12.2. Типовые контрольные задания, необходимые для оценки знаний, умений и навыков в ходе промежуточной аттестации по дисциплине «Механика жидкости и газа»**

Промежуточная аттестация (экзамен) по дисциплине «Механика жидкости и газа» проводится в устно-письменной форме по экзаменационным билетам. Зачет с оценкой проводится по результатам накопительного рейтинга или в форме компьютерного тестирования (при удаленных занятиях).

**Защита курсовой работы.** Результаты защиты курсовой работы выставляются по пятибалльной системе оценивания: "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно".

### Перечень вопросов к защите курсовой работы:

1. Что называют гидроприводом? В каком случае гидропривод называется объемным?
2. Какие движения может совершать выходное звено гидродвигателя? Какой гидропривод называют насосным? Покажите принципиальную схему объемного насосного гидропривода поступательного движения. Назовите основные элементы гидропривода и их назначение.
3. Какую роль играет насос в составе объемного насосного гидропривода? Каково назначение гидродвигателя в составе объемного гидропривода?
4. Назовите функции гидробака, в составе гидропривода. Какие функции выполняет гидроаппаратура в составе гидропривода?
5. В чем предназначение гидролиний в гидроприводе? Какие гидролинии имеются в составе гидропривода и в каких видах они исполняются?
6. Что называют кондиционерами рабочей жидкости и что к ним относят в гидравлической технике? Что называют гидравлическим фильтром? Основные параметры фильтров ( $\delta$ ,  $P_{\text{ном}}$ ,  $Q_{\text{ном}}$ ,  $D_y$ ,  $\Delta p$ , ресурс).
7. Как разделяют фильтры в зависимости от тонкости фильтрации? Назовите фильтрующие элементы, используемые в фильтрах. Основные составные части фильтра.
8. Условное графическое обозначение фильтров. Какие требования предъявляют к фильтровальному материалу? Как предохраняют фильтроэлементы от разрушения?

9. Как происходит фильтрация рабочей жидкости (РЖ) в щелевых, сетчатых и пористых фильтрах? Какие схемы установки фильтров в гидроприводах вам известны?
10. Что называют теплообменными аппаратами и как их разделяют по назначению? Условные графические обозначения теплообменных аппаратов. Как подразделяют охладители в зависимости от вида хладагента?
11. Что называют гидроемкостью? Назовите функции гидробака, его основной параметр и от чего он зависит. Какие типы гидробаков вам известны? Покажите их условные обозначения.
12. Покажите конструктивную схему гидробака. Назначение конструктивных элементов, входящих в состав гидробака. Как рассчитывается объем гидробака?
13. Что называют гидроаккумулятором? Почему гидроаккумуляторы относят к преобразователям? Основное назначение гидроаккумуляторов. Какие еще функции может выполнять гидроаккумулятор (ГА) в составе гидропривода?
14. Как различаются (ГА) в зависимости от типа среды, которая накапливает механическую энергию? Покажите их конструктивные схемы и условное графическое обозначение пневмогидроаккумулятора.
15. Когда возникает потребность в установке (ГА) и в чем заключается положительный эффект при этом?
16. Что называют гидроаппаратом? Почему гидроклапан называют настраиваемым гидроаппаратом? Назовите регулируемые ГА (распределители). Направляющие гидроаппараты (ОК, направляющие ГР, гидрозамки и т.д.). Регулирующие ГА (кл. давления, дроссели, регуляторы расхода, дросселирующие ГР).
17. Что является главным параметром ГА? ( $D_y = 4,6 \cdot (Q_{\text{ном}} \cdot V)^{1/2}$ ;  $Q_{\text{ном}}$ -л/мин,  $V=5 \dots 7$  м/с).
18. Что называют гидроклапаном давления? Как они подразделяются? (напорные, редуционные, разности давления, соотношения давления, прямого и непрямого действия). Условное обозначение и принципы их действия.
19. Покажите характеристику напорного гидроклапана. Как подразделяются напорные гидроклапаны? Покажите статическую характеристику напорного гидроклапана непрямого действия.
20. Назначение предохранительного гидроклапана. Требования, предъявляемые к предохранительному клапану.
21. Назначение переливного гидроклапана, их отличия от предохранительных. Как подразделяют переливные гидроклапаны? (прямого, непрямого действия).
22. Редуционные гидроклапаны и их назначение. В каких случаях их применяют и как они подразделяются. Условное графическое обозначение и статическая рабочая характеристика клапана.
23. В чем состоит назначение обратного гидроклапана? Принцип его работы.
24. В каком случае устанавливают управляемый обратный гидроклапан (гидрозамок)? Покажите его условное графическое упрощенное обозначение.
25. Что называют направляющим гидрораспределителем? Его основные элементы. Как подразделяют направляющие гидрораспределители? Покажите их условное графическое обозначение.
26. Какие виды реверсирования выходного звена используются в объемных гидроприводах?
27. Назовите характерные схемы объемного гидропривода (ОГП) с дроссельным регулированием. Покажите характеристики ГС и питательной установки ОГП при последовательном включении дросселя. Расскажите о сущности работы данного ОГП.
28. Покажите характеристики ГС и питательной установки ОГП при параллельном включении дросселя. Расскажите о сущности работы данной схемы ОГП. Для какой цели в схемах ОГП устанавливают регулятор потока?

**Перечень вопросов и заданий для подготовки к экзамену в 4 семестре приведен в разделе 6, п. 6.1.3.**

Перечень вопросов и заданий для подготовки к зачету с оценкой в 5 семестре приведен в разделе 6, п.6.1.3.

**Примерный тест для итогового тестирования:**

**Тема 1: Гидростатика**

**1) Как определить высоту “ $h$ ” столба жидкости, создающего давление “ $p$ ”?**

-:вариант ответа: давление в жидкости определяется основным уравнением гидростатики  $p = p_o + \gamma h$ . Считая, что заданное давление “ $p$ ” – это избыточная составляющая давления, которая действует сверх атмосферного давления “ $p_o$ ,” получаем  $h = p/\gamma$ .

**2) Укажите правильное выражение для вакуумметрического давления?**

-:вариант ответа: Поскольку вакуум – это недостаток абсолютного давления до атмосферного давления, то  $p_{\text{вак}} = p_{\text{атм}} - p_{\text{абс}}$ .

.....

**Тема 2. Уравнение Бернулли**

**1). Что представляет уравнение Бернулли?**

-:вариант ответа: Уравнение Бернулли является уравнением баланса энергии движущейся жидкости.

**2). Какая из приведенных зависимостей является уравнением Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости? (Указание: в нижеследующих выражениях:  $U$  – скорость частиц жидкости в точке;  $V$  – средняя скорость потока жидкости).**

1).  $Z_1 + P_1/\gamma = Z_2 + P_2/\gamma$ ;

2).  $Z_1 + P_1/\gamma + U_1^2/2g = Z_2 + P_2/\gamma + U_2^2/2g$ ;

3).  $Z_1 + P_1/\gamma + U_1^2/2g = Z_2 + P_2/\gamma + U_2^2/2g + h_{\text{п}}$ ;

4).  $Z_1 + P_1/\gamma + \alpha_1 V_1^2/2g = Z_2 + P_2/\gamma + \alpha_2 V_2^2/2g + \Sigma h_{\text{п}}$ ;

- вариант ответа: с точки зрения поставленного вопроса выражение:

1). Неверно, т.к. не содержит скоростной напор  $U^2/2g$ ;

3). Неверно, т.к. в полный напор включены потери напора  $h_{\text{п}}$ , характерные для реальной, а не идеальной жидкости;

4). Неверно, т.к. это уравнение Бернулли для потока реальной жидкости конечных размеров.

И только второй случай является уравнением Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости.

.....

## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины «Механика жидкости и газа», реализуемую по основной образовательной программе высшего образования «Тепловые энергетические установки» по направлению подготовки : 13.03.03 – «Энергетическое машиностроение» (квалификация выпускника - «бакалавр»), разработанную кафедрой «АГД, ПМ и СМ» ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет».

Учебная дисциплина «Механика жидкости и газа» представляет собой курс, в ходе изучения которого у студентов формируется общепрофессиональная компетенция ОПК-3, прописанная в учебном плане по направлению подготовки 13.03.03 "Энергетическое машиностроение". При этом указаны требования к знаниям, умениям и навыкам, получаемым в ходе изучения дисциплины по данной компетенции.

Цель освоения дисциплины, соотносится с общими целями ОП ВО по направлению подготовки 13.03.03 "Энергетическое машиностроение". В рабочей программе дано описание логической и содержательно-методической взаимосвязи с другими частями ОП ВО (дисциплинами и практиками), представлены междисциплинарные связи с другими теоретическими и практико-ориентированными дисциплинами ОП ВО, к которым относятся «термодинамика и теплопередача», «прикладная газодинамика», «теория рабочих процессов поршневых двигателей», при практическом получении первичных навыков НИР.

В процессе изучения учебной дисциплины «Механика жидкости и газа» у студентов частично формируется компетенция ОПК-3. Полное формирование которой, последовательно осуществляется при изучении других дисциплин, а также в процессе практической подготовки на ознакомительной и проектной практиках и при выполнении научно-исследовательской работы, а завершается на преддипломной практике.

Тематический план изучения дисциплины «Механика жидкости и газа», образовательные технологии, оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины, перечень основной и дополнительной литературы, программного обеспечения и Интернет-ресурсы, а также материально-техническое обеспечение способствуют планомерному и качественному освоению всех указанных в плане дидактических единиц. К достоинствам рабочей программы можно отнести то, что в план дисциплины включены темы, раскрывающие сущность актуальных на сегодняшний день проблем механики жидкости и газа в энергетическом машиностроении.

Рецензируемая рабочая программа дисциплины «Механика жидкости и газа» представлена на официальном сайте вуза, отвечает нормативным требованиям федерального и локального уровня и полностью соответствует компетентностно-квалификационной характеристике выпускника указанной ОП ВО.

Наибольшую значимость для студентов придаст привлечение к преподаванию данной дисциплины представителей ОАО «Теплообменник», являющимся крупным научно-производственным центром энергетического машиностроения, располагающим многопрофильным конструкторским коллективом, собственной исследовательской, экспериментальной и производственной базой.

Рецензент, профессор кафедры «ЭУ и ТД», д.т.н., профессор

\_\_\_\_\_ Ю.П. Кузнецов

(подпись)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 г.