

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Кумертауский филиал  
федерального государственного  
бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Оренбургский государственный университет»  
(Кумертауский филиал ОГУ)

Кафедра электроснабжения промышленных предприятий (КФ)



Заместитель директора по УМ и НР  
Л.Ю. Полякова  
(подпись, расшифровка подписи)

2023г

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
ДИСЦИПЛИНЫ**

*«Б1.Д.Б.20 Гидрогазодинамика»*

Уровень высшего образования  
БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника  
(код и наименование направления подготовки)

Энергообеспечение предприятий  
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Кумертау 2023

**Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.Б.20 Гидрогазодинамика» /сост. А.В. Богданов. - Кумертау: Кумертауский филиал ОГУ, 2023**

Рабочая программа предназначена обучающимся очной формы обучения по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

© Богданов А.В., 2023  
© Кумертауский филиал ОГУ,  
2023

## 1 Цели и задачи освоения дисциплины

**Цель (цели)** освоения дисциплины:

- сформировать умения и навыки в области теории движения потоков жидкостей и газов, основных законов материального мира в применении к проектированию машин и механизмов, вырабатывающих или поглощающих энергию потока, методам пневмо- и гидротехнических расчетов систем трубопроводов;
- привить навыки решения практических задач, связанных с покоем и движением жидкостей и газов в напорных и безнапорных потоках.

**Задачи:**

- овладение студентами основными понятиями о свойствах жидкостей и газов, законами, рассмотрение основных законов гидростатики, умение определять гидростатическое давление в жидкостях и давление газов, силы гидростатического давления, действующие на плоские и криволинейные поверхности, давления и скорости в потоках жидкостей и газов, делать типовые гидравлические расчеты;
- уметь определять гидродинамическое давление в жидкостях.
- определять степень сжимаемости газов и изменение свойств их при этом.

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к базовой части блока Д «Дисциплины (модули)» Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.12 Физика, Б1.Д.Б.14 Математика*

Постреквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.21 Источники и системы теплоснабжения предприятий, Б1.Д.В.3 Технологические энергосистемы предприятий, Б1.Д.В.4 Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии, Б1.Д.В.7 Малоотходные технологии в энергетике, Б1.Д.В.9 Диагностика энергетического оборудования, Б1.Д.В.10 Физико-химические основы водоподготовки, Б1.Д.В.14 Котельные установки и парогенераторы, Б2.П.В.П.2 Проектная практика*

## 3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ОПК-4 Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах	ОПК-4-В-1 Демонстрирует понимание основных законов движения жидкостей и газов ОПК-4-В-2 Применяет знания основ гидрогазодинамики для расчетов теплотехнических установок и схем	<b><u>Знать:</u></b> основные законы гидрогазодинамики и тепломассообмена <b><u>Уметь:</u></b> исходя из соответствующих законов применять газы и жидкости в термодинамических и тепловых установках <b><u>Владеть:</u></b> навыками обслуживания теплотехнических установок и систем

## 4 Структура и содержание дисциплины

#### 4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц (288 академических часа).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	4 семестр	5 семестр	всего
<b>Общая трудоёмкость</b>	<b>180</b>	<b>108</b>	<b>288</b>
<b>Контактная работа:</b>	<b>49,25</b>	<b>52,5</b>	<b>101,75</b>
Лекции (Л)	16	18	34
Практические занятия (ПЗ)	16	16	32
Лабораторные работы (ЛР)	16	16	32
Консультации	1	1	2
Индивидуальная работа и инновационные формы учебных занятий		1	1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,5	0,75
<b>Самостоятельная работа:</b> - выполнение курсовой работы (КР); - выполнение индивидуального творческого задания (ИТЗ); - выполнение расчетно-графического задания (РГЗ); - написание реферата (Р); - написание эссе (Э); - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий); - подготовка к лабораторным занятиям; - подготовка к практическим занятиям; - подготовка к коллоквиумам; - подготовка к рубежному контролю и т.п.)	<b>130,75</b>	<b>55,5</b> +	<b>186,25</b>
<b>Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)</b>	<b>экзамен</b>	<b>экзамен</b>	

#### Разделы дисциплины, изучаемые в 4 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
а.	Основные физические свойства жидкостей и газов.	8	1	2		5
1.2.	Гидростатическое давление и его свойства.	8	1		2	5
1.3.	Дифференциальные уравнения равновесия жидкости. Применение уравнения Эйлера.	8	1	2		5
1.4.	Основное уравнение гидростатики.	8	1		2	5
1.5.	Виды давлений и способы измерения давлений	8	1	2		5
1.6.	Силы гидростатического давления на плоские и криволинейные поверхности.	8	1		2	5
1.7.	Закон Архимеда. Воздухоплавание.	8	1	2		5
1.8.	Основы плавания тел в жидкости.	8	1		2	5
1.9.	Закон Паскаля. Применение закона Паскаля для расчета простейших гидравлических машин.	8	1	2		5

1.10.	Основные понятия, определения и уравнения гидрогазодинамики	8	1		2	5
1.11.	Кинематические параметры течения. Равномерное и неравномерное движение потоков.	8	1	2		5
1.12.	Уравнение неразрывности потока. Одномерное движение жидкости.	18	1		2	15
1.13.	Уравнение Бернулли для несжимаемой жидкости. Уравнение Бернулли для газов. Различные формы уравнения энергии	16	1	2		13
1.14.	Расчет газовых течений с помощью газодинамических функций.	18	1		2	15
1.15.	Теория пограничного слоя. Основные понятия и уравнения пограничного слоя. Ламинарный пограничный слой. Переход ламинарного пограничного слоя в турбулентный	18	1	2		15
1.16.	Уравнения Навье-Стокса и Рейнольдса	8	1		2	5
	Итого:	180	16	16	16	94

#### Разделы дисциплины, изучаемые в 4 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
2.1	Гидравлический расчет напорных трубопроводов	10	2		2	6
2.2	Неустановившееся напорное движение жидкости в трубопроводе	8		2	2	4
2.3	Гидравлический удар	8	2	2		4
2.4	Истечение жидкости через отверстия и насадки	8	2	2		4
2.5	Водосливы Кригера - Офицерова	8		2	2	4
2.6	Инжекторы	8	2	1	2	4
2.7	Классификация трубопроводов.	8	2	1	2	4
2.8	Основные расчетные зависимости трубопроводов	8	2	1		5
2.9	Последовательное и параллельное соединение трубопроводов	8	2	1		5
2.10	Расчет тупиковых и кольцевых сетей.	8				5
2.11	Движение жидкости в пористой среде. Инфильтрация	8		1	2	3
2.12	Гидродинамическая теория смазки.	6			2	4
2.13	Обтекание тел несжимаемой жидкостью	4				3
2.14	Моделирование гидромеханических явлений	2				2
2.15	Гидравлические машины (динамические и объемные)	2	2			2
2.16	Гидравлика природоохранных проектов	2	2		1	
2.17	Гидравлика энергетических объектов	2	1	2	1	1
	Итого:	108	16	16	16	60
	Всего:	288	34	32	32	154

#### 4.2 Содержание разделов дисциплины

### **1.1 Основные физические свойства жидкостей и газов.**

Общие сведения о предмете, его назначение в народном хозяйстве и значение в интенсификации и энергосбережении производства. Состав и задачи дисциплины. Краткая история развития дисциплины. Понятие «жидкость» и «газ». Основные физические свойства жидкости. Модели жидкой среды: идеальная, ньютоновская и неньютоновские жидкости. Силы и напряжения, действующие в жидкости. Вязкость жидкостей и газов. Реальная и идеальная (невязкая) жидкости. Поверхностные и массовые силы. Тензор напряжений для вязкой и идеальной жидкости. Барометрическая формула. Бароклинная и баротропная жидкость. Парообразование и конденсация. Парциальное давление. Давление насыщенного пара. Тепловое расширение жидкостей и газов. Коэффициент теплового расширения.

### **1.2 Гидростатическое давление и его свойства.**

Состояние покоя жидкости. Абсолютное, избыточное, вакуумметрическое давление. Гидростатический (потенциальный) напор, его физический и геометрический смысл. Расчетная модель, показывающая взаимосвязь между удельным весом жидкости и вытесненным объемом жидкости. Гидростатическое давление и его свойства (1,2 и 3). Жидкость и газ с точки зрения молекулярно-кинетической теории. Принципиальные (основные) в аэрогидромеханике параметры состояния жидкости и газа. Плотность жидкости. Силы и напряжения, действующие в жидкости. Вязкость. Сдвиговая вязкость с точки зрения молекулярно-кинетической теории. Свойство прилипания (адгезия) жидкости. Закон вязкого трения Ньютона. Зависимость вязкости от температуры и давления. Ньютоновские и неньютоновские жидкости и их законы вязкого трения. Изолированная и замкнутая система. Химическое, динамическое, тепловое и термодинамическое равновесие изолированной системы. Время релаксации. Равновесный процесс. Абсолютный ноль температуры.

### **1.3 Дифференциальные уравнения равновесия жидкости. Применение уравнения Эйлера.**

Общие уравнения равновесия жидкости (уравнения Эйлера). Теорема Коши-Гельмгольца. Интегрирование уравнений равновесия для вязкой несжимаемой жидкости, находящейся под действием только сил тяжести. Поверхности равного давления (поверхности уровня). Жидкость в поле силы тяжести. Равновесие вращающейся жидкости. Равновесие сжимаемой жидкости. Атмосфера в поле силы тяжести.

### **1.4 Основное уравнение гидростатики.**

Понятие гидростатического давления столба жидкости. Определение силы давления на плоские, криволинейные поверхности и на дно резервуара. Определение условий перехода рабочей среды между резервуарами при различной исходной плотности. Основной закон гидростатики для несжимаемой жидкости: его энергетическая и геометрическая интерпретация.

### **1.5 Виды давлений и способы измерения давлений.**

Приборы для измерения давления в жидкостях и газах. Использование пьезометров.

### **1.6 Силы гидростатического давления на плоские и криволинейные поверхности.**

Сила давления жидкости на плоскую стенку. Сила давления жидкости на криволинейную (цилиндрическую) стенку. Центр давления. Гидростатический парадокс. Уравнение баланса массы, количества движения и механической энергии для неподвижного контрольного объема. Поле давления. Поверхность равного давления и плоскость уровня. Сжимаемость жидкостей и газов. Коэффициент объемного сжатия и модуль объемной упругости. Закон Гука

### **1.7 Закон Архимеда. Воздухоплавание.**

Действие сил, на тело, погруженное в жидкость. Условие равновесия системы плавающих тел.

Определение выталкивающей силы на тело, погруженное в жидкость. Определение объ-

ема и плотности тела погруженного в жидкость. Использование дирижаблей и аэростатов как подъемных механизмов.

### **1.8 Основы плавания тел в жидкости.**

Тело плавает, тонет и находится в положении безразличного равновесия. Центр давления. Центр водоизмещения. Положение остойчивости плавающих тел. Появление крена. Размещение грузов по оси плавающего тела. Ватерлиния кораблей. Определение возможной грузоподъемности судна.

### **1.9 Закон Паскаля. Применение закона Паскаля для расчета простейших гидравлических машин.**

Основы проектирования гидравлических прессов, гидравлических аккумуляторов и гидравлических домкратов. Типы рабочих жидкостей в простейших подъемных машинах. Применение закона сохранения и превращения энергии в простейших механизмах, в чем заключаются недостатки этих машин. Вывод закона Б.Паскаля для двух сообщающихся сосудов с различными жидкостями.

### **1.10 Основные понятия, определения и уравнения гидрогазодинамики.**

Понятие движения жидкости. Два метода исследования движения жидкости и газа: методы Лагранжа и Эйлера. Гидродинамическое давление и местная скорость частиц жидкости. Траектория и линия тока. Ускорение жидкой частицы в методе Лагранжа и методе Эйлера. Классификация течений (поток) жидкости. Принцип обратимости движения. Векторная линия (линия тока, вихревая линия) и ее уравнение. Векторная трубка (трубка тока, вихревая трубка). Поток вектора через незамкнутую и замкнутую поверхность (объемный расход, интенсивность вихревой трубки). Живое сечение, смоченный периметр, гидравлический радиус, расход, средняя скорость потока. Уравнения неразрывности для элементарной струйки несжимаемой жидкости и установившегося потока. Теорема Гаусса-Остроградского для потока вектора. Теорема Гельмгольца.

### **1.11 Кинематические параметры течения. Равномерное и неравномерное движение потоков.**

Одномерное установившееся движение жидкости. Роль одномерного анализа при решении технических задач. Основные уравнения. Скорость звука. Различные формы уравнения энергии. Изоэнтропийное течение. Параметры торможения и критические параметры. Газодинамические функции и газодинамические таблицы. Критический расход. Суживающее сопло и сопло Лаваля. Режимы течения и изменение параметров потока по длине сопла Лаваля. Переменный режим работы суживающегося сопла. Одномерные течения при различных воздействиях на поток. Установившееся течение сжимаемой вязкой жидкости в теплоизолированной трубе постоянного сечения. Критическая длина трубы. Распределение скоростей и давлений вдоль трубы. Течение идеальной сжимаемой жидкости в канале с постоянной площадью поперечного сечения и прямым скачком уплотнения. Расчет параметров течения в сопле Лаваля со скачком уплотнения.

### **1.12 Уравнение неразрывности потока. Одномерное движение жидкости.**

Классификация видов движения жидкости: установившееся и неустановившееся, напорное и безнапорное, плавноизменяющееся и резкоизменяющееся, равномерное и неравномерное движения. Закон Стокса. Давление в движущейся вязкой жидкости. Уравнение движения жидкости в напряжениях. Уравнение Навье-Стокса. Система уравнений для определения состояния движущейся вязкой жидкости. Физическое подобие как обобщение понятий геометрического подобия и подобия во времени. Связь между масштабами физических величин в подобных явлениях. Необходимые условия динамического подобия. Критерии подобия при моделировании движения в вязкой жидкости. Их совместимость и возможность реализации. Автомодельность

подобия.

### **1.13 Уравнение Бернулли для несжимаемой жидкости. Уравнение Бернулли для газов. Различные формы уравнения энергии**

Уравнение Д.Бернулли для элементарной струйки идеальной и реальной жидкости. Уравнение Д.Бернулли для установившегося потока реальной жидкости и газа. Физический смысл и графическая интерпретация компонентов уравнения Д.Бернулли. Различные формы уравнения энергии. Расчет газовых течений с помощью газодинамических функций. Режимы движения жидкости (ламинарный и турбулентный). Понятие о механизме турбулентного движения. Основной закон вязкого сопротивления.

#### **1.14 Расчет газовых течений с помощью газодинамических функций.**

Истечение газов из сопел и отверстий. Истечение газа из отверстия с острой кромкой. Суживающиеся сопла. Сопло Лаваля. Диффузоры. Конфузоры. Диафрагмы. Выхлопные патрубки турбомашин. Различные группы расходомеров.

#### **1.15 Теория пограничного слоя. Основные понятия и уравнения пограничного слоя. Ламинарный пограничный слой. Переход ламинарного пограничного слоя в турбулентный**

Гипотеза о пограничном слое. Основные особенности и допущения. Распределение скоростей в пограничном слое. Дифференциальное уравнение пограничного слоя для установившегося течения несжимаемой жидкости. Интегральное соотношение для пограничного слоя (уравнение Кармана). Условные толщины пограничного слоя. Расчет ламинарного и турбулентного пограничного слоя на пластине. Коэффициенты трения и потери энергии при обтекании пластины. Элементы теории пограничного слоя (структура потока при больших числах Рейнольдса, виды пограничного слоя, отрыв пограничного слоя)

#### **1.16 Уравнения Навье-Стокса и Рейнольдса**

Уравнение движения для вязкой несжимаемой жидкости и уравнение Навье-Стокса.

Ламинарное установившееся течение вязкой жидкости в трубах. Распределение скоростей в поперечном сечении. Безразмерный коэффициент сопротивления. Закон Хагена-Пуазейля. Универсальные законы распределения скорости.

#### **2.1 Гидравлический расчет напорных трубопроводов**

Гидравлический расчет напорных трубопроводов. Классификация трубопроводов. Последовательное и параллельное соединение трубопроводов. Трубопроводы с равномерно распределенным расходом. Расчет тупиковых и кольцевых сетей. Преимущества и недостатки различных систем трубопроводов.

#### **2.2 Неустановившееся напорное движение жидкости в трубопроводе**

Гидравлический расчет безнапорных трубопроводов. Уравнение неустановившегося движения жидкости в жестких трубах. Расчет жесткого трубопровода при неустановившемся движении потока вязкой жидкости. Гидравлические потери при неустановившемся движении.

#### **2.3 Гидравлический удар**

Описание явления гидравлического удара. Теоретическое и экспериментальное исследование гидравлического удара в трубах. Опыты Н.Е. Жуковского. Скорость распространения ударной волны. Способы предотвращения и ослабления гидравлического удара выбирают для каждого конкретного случая. Компенсаторы гидравлического удара. Способы и средства предотвращения и ослабления гидравлического удара используют в промышленной гидравлике

#### **2.4 Истечение жидкости через отверстия и насадки**

Свободные струи. Дальность полета и распад жидких струй. Дробление струи при взаимодействии с воздушным потоком. Условие сжатия струи. Взаимодействие струи с твердыми телами. Кинематические характеристики струйного потока. Инверсия струи. Коэффициент расхода отверстия. Коэффициент скорости отверстия. Отверстие в тонкой стенке. Отверстие в толстой стенке. График Альтшуля.

#### **2.5 Водосливы Кригера – Офицера**

Безвакуумная стенка нормального очертания с вертикальной верхней гранью. Водослив с тонкой стенкой. Очертание водослива, который строится по опытным данным Кригера –



Офицера. Использование водослива с тонкой стенкой для определения расхода жидкости.

## **2.6 Инжекторы**

Струйные насосы, предназначенные для нагнетания (инжекторы), подъема (элеваторы), откачивания методом разряжения (экстаустеры). Пароструйные инжекторы. Газоструйные инжекторы.

## **2.7 Классификация трубопроводов.**

Технологические трубопроводы в зависимости от давления. Деление по роду транспортируемых продуктов технологические трубопроводы. Окраска трубопроводов по характеристикам рабочей среды ГОСТ 14202-69. Способы соединения трубопроводов. Применение трубопроводной арматуры. Требования к укладке трубопроводов.

## **2.8 Основные расчетные зависимости трубопроводов**

Простой трубопровод постоянного сечения. Соединения простых трубопроводов. Значения коэффициентов эквивалентной шероховатости  $\Delta$  для труб из различных материалов. Сложные трубопроводы. Трубопроводы с насосной подачей жидкостей. Изменение пропускной способности трубопроводов в процессе их эксплуатации.

## **2.9 Последовательное и параллельное соединение трубопроводов**

Последовательное соединение трубопроводов. Параллельное соединение трубопроводов. Построение характеристики трубопровода с учетом сопротивления перекачиваемой среды. Разветвленные трубопроводы. Определение потерь напора для различных способов укладки трубопровода.

## **2.10 Расчет тупиковых и кольцевых сетей.**

Составление схемы трубопровода. Определение потерь на участках трубопровода. Расчетный внутренний диаметр трубопровода.

## **2.11 Движение жидкости в пористой среде. Инфильтрация**

Поровое пространство материала. Коэффициент пористости среды. Капиллярность среды. Безнапорное и напорное движение в пористой среде. Гидромеханическое обоснование основных законов фильтрации, методы определения физических констант горных пород (проницаемость, пористость); вывод дифференциальных уравнений движения однородных жидкостей: воды, нефти и газа; радиальное и нерадиальное плоское движение жидкостей к стокам (скважинам); фильтрация под плотинами, трехмерный поток жидкости в пористой среде, теория совершенных и несовершенных скважин, движение жидкости в условиях гравитационного потока (с учетом „свободной поверхности“), теория движения жидкости в среде с неоднородной проницаемостью, теория одновременного движения в пласте двух жидкостей, анализ движения водонефтяного контакта и явления конусообразования, теория интерференции скважин, теория водной репрессии (флюдинга) при различной сетке размещения инжекционных и эксплуатационных скважин, неустановившееся движение жидкости в пористой среде, движение сжимаемой жидкости или проблема упругого режима, движение газа в пористой среде - двухразмерное, трехразмерное, установившееся и неустановившееся, теория газонефтяного фактора

## **2.12 Гидродинамическая теория смазки.**

Теория Н.П. Петрова. Основы гидродинамической теории. Схема вращения цапфы в подшипнике при соосном расположении (а) и с эксцентриситетом. Трение смазочного слоя между шипом и подшипником. Расчет подшипников на основании гидродинамической теории смазки.

## **2.13 Обтекание тел несжимаемой жидкостью**

Уравнение количества движения в форме Громеки –Ламба. Вихревое и безвихревое течения. Соотношения Коши- Римана. Уравнение Бернулли и интеграл Коши-Лагранжа. Начальные и граничные условия уравнений идеальной жидкости. Функция тока и потенциал скорости и их свойства. Комплексный потенциал и комплексная скорость. Однородный поток, сток (исток), вихрь и диполь на плоскости. Применение теории функций комплексного переменного к расчету потоков. Обтекание цилиндра установившимся потоком идеальной жидкости на плоскости. Теорема Жуковского о подъемной силе. Вихри в идеальной жидкости

## 2.14 Моделирование гидромеханических явлений

Анализ классических линейных методов моделирования гидромеханических устройств. Разработка комплекса нелинейных алгоритмических динамических моделей, алгоритмов и программ. Построение обобщенных характеристик сложных гидромеханических устройств с использованием методов теории подобия. Разработка технологии проведения вычислительного эксперимента с использованием обобщенных переменных. Автоматизация вычислительного эксперимента путем создания программного комплекса (пакета прикладных программ). Пакет *MAHSIM* как единое информационное поле, которое действует в рамках интегрированной системы *MATLAB* и включает в себя: библиотеку схем, методы расчетов и алгоритмы, базу данных, помощь и программы с графическим интерфейсом. Теория физического подобия. Теория размерности формулы Фурье. Определяющие параметры. Теорема подобия. Критерии подобия и моделирования. Роль подобия в теоретических и экспериментальных исследованиях.

## 2.15 Гидравлические машины (динамические и объемные)

Гидравлические машины и вентиляторы сведения. Назначение гидравлических машин и вентиляторов. Классификация гидравлических машин. Формулы теоретического напора центробежного насоса. Влияние угла выхода лопаток рабочего колеса на напор насоса Рабочие характеристики центробежного насоса. Работа насоса на сеть. Регулирование подачи лопастных насосов. Последовательная и параллельная работа насосов Насосы. Классификация и область применения. Параметры, характеризующие работу насосов. Подача, напор, мощность, КПД. Центробежные насосы. Назначение, устройство, принцип действия, область применения. Основное уравнение лопастных машин (уравнение Эйлера). Предельная высота всасывания и кавитация. Методы и средства борьбы с кавитацией. Осевые насосы. Устройство и принцип действия. Насосы с поворотными лопастными рабочими колесами. Вихревые насосы. Устройство и принцип действия, рабочие характеристики. Область применения. Высота всасывания, регулирование подачи. Подбор насосов. Гидро- и пневмо- механизация процессов. Роль гидро и пневмопривода в комплексной механизации и автоматизации производства. Схемы гидроприводов. Принцип действия объемного гидропривода. Основные параметры, характеризующие объемные гидроприводы. Типовые схемы объемного гидропривода. Объемный гидропривод с разомкнутой и замкнутой циркулирующей рабочей жидкостью. Дроссельное и объемное регулирование гидропривода. Гидравлический расчет объемного гидропривода.

## 2.16 Гидравлика природоохранных проектов

Схемы станций биологической, физико-химической, механической очистки производственных и коммунальных сточных вод. Системы водоснабжения с замкнутыми циклами. Объекты водоохранных зон с комплексом мероприятий. Мероприятия по улучшению технического состояния и благоустройству водохранилищ и естественных водоемов. Тампонажи неработающих скважин. Охрана атмосферного воздуха от загрязнения промышленными установками.

## 2.17 Гидравлика энергетических объектов

Схемы ГЭС, ГРЭС, АЭС, ТЭЦ. Основное и вспомогательное оборудование.

## 4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	1.1	Основные физические свойства жидкостей и газов.	1
2	1.2	Гидростатическое давление и его свойства.	1
3	1.3	Дифференциальные уравнения равновесия жидкости. Применение уравнения Эйлера.	1
4	1.4	Основное уравнение гидростатики.	1
5	1.5	Виды давлений и способы измерения давлений	1
6	1.6	Силы гидростатического давления на плоские и криволинейные поверхности.	1
7	1.7	Закон Архимеда. Воздухоплавание.	1
8	1.10	Основные понятия, определения и уравнения гидрогазодинамики	1

9	1.11	Кинематические параметры течения. Равномерное и неравномерное движение потоков.	1
10	1.12	Уравнение неразрывности потока. Одномерное движение жидкости.	1
11	1.13	Уравнение Бернулли для несжимаемой жидкости. Уравнение Бернулли для газов. Различные формы уравнения энергии	1
12	1.14	Расчет газовых течений с помощью газодинамических функций.	1
13	1.15	Теория пограничного слоя. Основные понятия и уравнения пограничного слоя. Ламинарный пограничный слой. Переход ламинарного пограничного слоя в турбулентный	1
14	1.16	Уравнения Навье-Стокса и Рейнольдса	1
15	1.17	Потери напора при равномерном течении жидкости. Потери напора по длине. Коэффициент гидравлического трения	1
16	1.18	Местные потери напора. Виды местных сопротивлений. Значения коэффициентов местных сопротивлений.	1
17	2.1	Гидравлический расчет напорных трубопроводов	1
18	2.2	Неустановившееся напорное движение жидкости в трубопроводе	1
19	2.3	Гидравлический удар	1
20	2.4	Истечение жидкости через отверстия и насадки	1
21	2.5	Водосливы Кригера - Офицерова	1
22	2.6	Инжекторы	1
23	2.7	Классификация трубопроводов.	1
24	2.8	Основные расчетные зависимости трубопроводов	1
25	2.9	Последовательное и параллельное соединение трубопроводов	1
26	2.10	Расчет тупиковых и кольцевых сетей.	1
27	2.11	Движение жидкости в пористой среде. Инфильтрация	1
28	2.12	Гидродинамическая теория смазки.	1
29	2.13	Обтекание тел несжимаемой жидкостью	1
30	2.14	Моделирование гидромеханических явлений	1
31	2.15	Гидравлические машины (динамические и объемные)	1
32	2.16	Гидравлика природоохранных проектов	1
		<b>Итого:</b>	<b>32</b>

#### 4.4 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1.1	Основные физические свойства жидкостей и газов.	2
2	1.2	Гидростатическое давление и его свойства.	2
3	1.3	Дифференциальные уравнения равновесия жидкости. Применение уравнения Эйлера.	2
4	1.4	Основное уравнение гидростатики.	2
5	1.7	Закон Архимеда. Воздухоплавание.	2
6	1.10	Основные понятия, определения и уравнения гидрогазодинамики	2
7	1.11	Кинематические параметры течения. Равномерное и неравномерное движение потоков.	2
8	1.14	Расчет газовых течений с помощью газодинамических функций.	2
9	2.5	Водосливы Кригера - Офицерова	2
10	2.6	Инжекторы	2
11	2.7	Классификация трубопроводов.	2
12	2.11	Движение жидкости в пористой среде. Инфильтрация	2
13	2.13	Обтекание тел несжимаемой жидкостью	4

14	2.14	Моделирование гидромеханических явлений	2
15	2.16	Гидравлика природоохранных проектов	2
		<b>Итого:</b>	32

#### 4.5 Курсовой проект (3 семестр)

Курсовой проект «Расчет системы водоснабжения промышленного предприятия» преследует цели углубленной проработки студентами основных типов систем водоснабжения, водоотведения и пожаротушения.

Задачей курсового проекта является углубление знаний, полученных в процессе изучения курса «Гидрогазодинамика». При выполнении проекта студенты рассматривают гидравлические основы расчета системы водоснабжения промышленного объекта. При этом в задании на имеются наборы вариантов исходных данных для расчета. Принципиальная схема унифицирована, изменены местные потребители и геодезические отметки положения объектов.

Курсовой проект содержит следующие разделы:

1. Находят расчетные расходы на отдельных участках водопроводной сети, подачу насоса;
2. Определяют диаметры труб на этих участках, уточняют их по ГОСТ и находят расчетные скорости на участках водопровода;
3. Определяют потери напора на участках водопровода;
4. Находят геометрический напор всасывания и налегания, а затем напор насоса;
5. Определяют давление на бортовые поверхности, дно емкостей и строятся эпюры распределения давлений на эти поверхности
6. По напору и подаче насоса используя поля  $Q - H$  центробежных насосов, находят марку насоса и строят графические характеристики насоса  $H = f_1(Q); N = f_2(Q); \square \square f_3(Q)$  по данным каталога характеристик центробежных насосов;
7. Рассчитывают данные для построения графической характеристики трубопроводной сети, наносят ее на характеристики насоса в масштабе аналогичном  $H = f_1(Q)$ ; и определяют рабочую точку насоса;
8. Находят потребную мощность насоса в рабочей точке насоса, определяю мощность электродвигателя и, зная  $N$  и  $\eta$ , подбирают электродвигатель.

### 5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

#### 5.1 Основная литература

1. Кузнецов, В. А. Гидрогазодинамика : учебное пособие для вузов / В. А. Кузнецов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 120 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11813-1. – Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/518412>.
2. Шабаров, А. Б. Гидрогазодинамика : учебное пособие / А. Б. Шабаров ; Тюменский государственный университет. – 2-е изд., перераб. – Тюмень : Тюменский государственный университет, 2013. – 459 с. : ил. – ISBN 978-5-400-00795-8. – Режим доступа: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=573877>.

#### 5.2 Дополнительная литература

1. Гидрогазодинамика : учебно-методическое пособие для подготовки бакалавров всех технических направлений ИТТСУ / Российский университет транспорта, Институт транспортной техники и систем управления, Кафедра «Теплоэнергетика железнодорожного транспорта». – Москва : Российский университет транспорта (РУТ (МИИТ)), 2018. – 52 с. : ил., таб. – Режим доступа: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=702965>.
2. Кураев, А. А. Прикладная гидрогазодинамика : учебное пособие : в 2 частях /

А. А. Кураев, А. П. Шашкин ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2018. – Часть 2. Газодинамика. – 151 с. : ил., табл. – ISBN 978-5-7782-3680-6. - ISBN 978-5-7782-3682-0 (Ч. 2). – Режим доступа: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=574785>.

### 5.3 Периодические издания

Известия РАН. Энергетика: журнал.- М.:Академиздатцентр «Наука» РАН,2019. Информационно-измерительные и управляющие системы: журнал. – М.:Агентство «Роспечать», 2019. Теплоэнергетика: журнал. – М.:Агентство «Роспечать», 2019. Энергосбережение: журнал. – М.:Агентство «Роспечать», 2019.

### 5.4 Интернет-ресурсы

[www.trie.ru](http://www.trie.ru) – электронная энциклопедия энергетики;  
[www.files.lib.sfu-kras.ru/](http://www.files.lib.sfu-kras.ru/)- электронный справочник по лабораторным работам;  
[www.fizika.ayp.ru](http://www.fizika.ayp.ru)- обучающий портал для работы с механикой жидкости и газов;  
[www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)- свободная энциклопедия;  
<https://ru.coursera.org/>- «Coursera»;  
<https://openedu.ru/course/>- «Открытое образование», Каталог курсов, MOOK: «Системы автоматизированного проектирования аддитивных технологий»;  
<https://universarium.org/> - «Универсариум»; <https://www.edx.org/> - «EdX»;  
<https://www.lektorium.tv/> - «Лекториум»;  
<https://ru.coursera.org/learn/python> - «Coursera», MOOK: Programming for Everybody (Getting Started with Python);  
<https://universarium.org/catalog> - «Универсариум», Курсы, MOOK: «Общие вопросы философии науки

### 5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

- Операционная система Microsoft Windows
- Пакет настольных приложений Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint, OneNote, Outlook, Publisher, Access)
- Операционная система РЕД ОС
- Пакет офисных приложений LibreOffice (Writer, Calc, Impress, Math, Draw, Base)
- 7zip — архиватор: P7Zip
- Веб-браузер с поддержкой ГОСТовского шифрования для работы с ГИС (госИС): Chromium
- Программа для создания и обработки растровой графики с частичной поддержкой работы с векторной графикой: GIMP
- Простой редактор файлов PDF: PDFedit
- <https://yandex.ru/> - бесплатный российский Интернет обозреватель Яндекс. Браузер
- <http://aist.osu.ru/> АИССТ ОГУ - автоматизированная интерактивная система сетевого тестирования ОГУ

### 6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лекционные и практические занятия проводятся в учебных аудиториях.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду филиала и ОГУ.

**К рабочей программе прилагаются:**

- Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине;
- Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

**ЛИСТ  
согласования рабочей программы**

Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника  
код и наименование

Профиль: Энергообеспечение предприятий

Дисциплина: Б1.Д.Б.20 Гидрогазодинамика

Форма обучения: очная

Год набора 2023

РЕКОМЕНДОВАНА на заседании кафедры  
электроснабжения промышленных предприятий  
наименование кафедры


протокол № 1 от «31» августа 2023г.

Ответственный исполнитель, заведующий кафедрой  
электроснабжения промышленных предприятий  
наименование кафедры

  
подпись

А.В. Богданов  
расшифровка подписи


*Исполнители:*  
доцент каф. ЭПП  
должность

  
подпись

А.В. Богданов  
расшифровка подписи

ОДОБРЕНА на заседании НМС, протокол № 1 от «04» сентября 2023 г.


Председатель НМС

  
подпись

Л.Ю. Полякова  
расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой ЭПП

  
подпись

А.В. Богданов  
расшифровка подписи

Заведующий библиотекой

  
подпись

С.Н. Козак  
расшифровка подписи