Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Матвеев Александр Валерьевич
Должность: Проректор по образовательной деятельности
Дата подписания: 31.08.2026 23:28:50
Уникальный программный ключ:
287d28879a9eafccca070f6fe8b2fd87c7444eca

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Вологодский государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности

_____ А.В.Матвеев

« » 2026 г.

ГИДРОГАЗОДИНАМИКА
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Направление подготовки: 13.03.01 – ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА

Направленность (профиль): ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ

Квалификация выпускника: БАКАЛАВР

Форма обучения: ОЧНАЯ

Институт: МАШИНОСТРОЕНИЯ, ЭНЕРГЕТИКИ И ТРАНСПОРТА

Кафедра: ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Вологда
2026 г.

Составитель рабочей программы
зав.кафедрой ЭО, к.т.н., доцент /И.Ю.Сергиевская/

Рабочая программа дисциплины ГИДРОГАЗОДИНАМИКА разработана в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.01 – ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА
Составлена на основании учебных планов направления подготовки 13.03.01 – ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА.

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры электрооборудования

Зав. кафедрой /И.Ю.Сергиевская/

Рабочая программа одобрена на заседании методического совета институтамашиностроения, энергетики и транспорта

Протокол от 21.05.2026 г. №9
Председатель методического совета /А.А.Фролов/

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения учебной дисциплины «Гидрогазодинамика» является приобретение обучающимися теоретических знаний об основных закономерностях механики жидкости и гидрогазодинамики, практических навыков выполнения гидравлических расчётов и применения основных уравнений механики жидкости и газа для расчёта гидродинамических характеристик и подбора технологического оборудования.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Гидрогазодинамика» относится к дисциплинам базового модуля направления обязательной части Блока 1. Дисциплины (модули) учебного плана, изучается в 3 семестре.

Для освоения дисциплины «Гидрогазодинамика» как последующей необходимо знание таких дисциплин, как: «Высшая математика», «Физика», «Информационные технологии и системы искусственного интеллекта в теплоэнергетике».

Освоение данной дисциплины как предшествующей необходимо при изучении дисциплин: «Тепловые двигатели и нагнетатели», «Системы теплопотребления», «Тепловые сети», «Высокотемпературные теплотехнологические процессы и установки», «Котельные установки и парогенераторы».

Освоение дисциплины возможно с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Освоение дисциплины «Гидрогазодинамика» направлено на формирование у обучающегося общепрофессиональной компетенции

ОПК-4 Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах в части индикаторов

- ОПК-4.1 Понимает физические механизмы и основные законы движения жидкости и газа;
- ОПК-4.2 Применяет знания основ гидрогазодинамики для расчётов теплотехнических установок и систем

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- основные законы жидкости и газа для расчета гидротехнических систем, инженерных сетей и сооружений;
- принципы моделирования процессов в жидкостях и газах, основы расчетов гидравлических аппаратов, теорию физического моделирования;
- методы выполнения теоретических расчётов гидравлических систем с использованием современных прикладных методик и средств вычислительной техники;
- типовые методы решения задач, методики проектирования технологического оборудования с использованием стандартных средств автоматизации проектирования;

уметь:

- решать типовые задачи гидравлики с применением соответствующего физико-математического аппарата и электронных вычислительных средств;
- проводить эксперименты на гидравлических системах по заданной методике и анализировать результаты;

владеть:

- методами анализа гидравлических систем при решении научно-технических, организационно-технических и конструкторско-технологических задач по направлению Теплоэнергетика и теплотехника;
- основными подходами к выполнению расчетов гидравлических закономерностей, систем и оборудования в теплоэнергетике.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ / МОДУЛЯ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 ЗЕТ (180 часов), в том числе в семестрах:

Семестр №	Трудоёмкость							РГР, курсовая работа, курсовой проект	Форма промежуточной аттестации
	Всего		Контактная работа			СРС	Контроль		
	ЗЕТ	час.	час.			час.	час.		
			Лк.	Пр.	Лаб.				
3	5	180	32	16	16	80	36	РГР	экзамен

№ п/п	Наименование разделов и тем / вид занятия	Семестр / курс	Кол-во часов	Индикаторы достижения компетенций	Форма текущего контроля
1	**Тема №1. Введение в гидрогазодинамику. Основные физические свойства жидкостей**				
	Лекция 1. Задачи и содержание дисциплины, её место в подготовке специалиста по теплоэнергетике. План и объем работы по дисциплине. Основная и дополнительная литература. Предмет гидрогазодинамики и ее значение в народном хозяйстве. Основные требования, предъявляемые к рабочим жидкостям. Основные физические свойства жидкостей	3/2	2	ОПК-4.1, ОПК-4.2	Контрольные вопросы и задачи
	Самостоятельная работа. Изучение материала лекции 1		2		
	Практическое занятие 1. Решение задач по теме «Физические свойства жидкостей. Плотность, температурное расширение, уравнение состояния жидкости». Решение задач на тему «Ос-новной закон гидростатики. Определение координаты центра давления. Сила гидростатического давления на плоские и криволинейные стенки»		2		
	Самостоятельная работа. Решение задач по теме практического занятия 1		2		
2	**Тема №2. Основной закон гидростатики. Понятие давления и его применение**				
	Лекция 2. Гидростатическое давление в точке и его свойства. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля. Виды давления в жидкостях. Эпюры давления. Равновесие жидкостей в сообщающихся сосудах. Относительный покой жидкости в движущемся сосуде. Распределение давления в атмосфере	3/2	2	ОПК-4.1	Контрольные вопросы и задачи
	Самостоятельная работа. Изучение материала лекции 2		2		

№ п/п	Наименование разделов и тем / вид занятия	Семестр / курс	Кол-во часов	Индикаторы достижения компетенций	Форма текущего контроля
	Практическое занятие 2. Решение задач по теме «Давление жидкости на поверхности». Решение задач по теме «Определение силы гидростатического давления на криволинейные стенки»		2		
	Самостоятельная работа. Выполнение расчётно - графической работы		2		РГР
	Лабораторная работа 1. Измерение гидростатического давления и экспериментальное подтверждение закона Паскаля		2	ОПК-4.1	Отчёт по лабораторной работе
	Самостоятельная работа. Подготовка отчета по лабораторной работе 1		2		
3	**Тема №3. Силы гидростатического давления жидкости на стенки**				
	Лекция 3. Сила гидростатического давления на плоскую фигуру. Определение координаты центра давления. Сила гидростатического давления на криволинейные стенки. Закон Архимеда. Устойчивость плавающих тел (разбор конкретных ситуаций)	3/2	2	ОПК-4.1	Контрольные вопросы и задачи
	Самостоятельная работа. Изучение материала лекции 3		2		
	Практическое занятие 3. Решение задач по теме «Уравнение неразрывности жидкости и геометрические параметры потока жидкости». Применение уравнения Бернулли к решению задач гидродинамики.		2		
	Самостоятельная работа. Выполнение расчётно-графической работы		2		РГР
4	**Тема №4. Основные понятия кинематики жидкой среды**				
	Лекция 4. Кинематика течения. Способы задания движения сплошной среды. Линейные деформации (основные свойства). Абсолютное и относительное перемещение. Малые деформации, теорема Коши – Гельмгольца. Связь между эйлеровым и лагранжевым способами задания движения. Понятие о линиях и трубках тока. Ускорение жидкой частицы. Расход элементарной струйки и расход через поверхность. Уравнение неразрывности (сплошности) в разных формах. Потенциал скорости. Функция тока	3/2	2	ОПК-4.1	Контрольные вопросы и задачи
	Самостоятельная работа. Изучение материала лекции 4		2		
	Практическое занятие 4. Решение задач по теме «Определение потерь напора на трение по длине». Решение задач по теме «Расчет потерь напора на местных сопротивлениях»		2		
	Самостоятельная работа. Решение задач по теме практического занятия 4		2		
5	**Тема№5. Понятие динамики жидкости**				
	Лекция 5. Методы изучения движения жидкости. Кинематические и гидравлические элементы потока. Классификация видов течения. Расход и средняя скорость. Уравнение неразрывности (сплошности) потока. Режимы течения жидкости, число Рейнольдса	3/2	2	ОПК-4.1	Контрольные вопросы и задачи
	Самостоятельная работа. Изучение материала лекции 5		2		
	Практическое занятие 5. Решение задач по теме «Истечение жидкости через отверстие и насадку». Решение задач по теме «Расчет простых и сложных трубопроводов»		2		

№ п/п	Наименование разделов и тем / вид занятия	Семестр / курс	Кол-во часов	Индикаторы достижения компетенций	Форма текущего контроля
	Самостоятельная работа. Решение задач по теме практического занятия 5		2		
	Лабораторная работа 2. Экспериментальная иллюстрация ламинарного и турбулентного режимов движения жидкости, определение законов сопротивления и критического числа Рейнольдса		4	ОПК-4.1	Отчёт по лабораторной работе
	Самостоятельная работа. Подготовка отчета по лабораторной работе 2		2		
6	**Тема №6. Закон сохранения энергии жидкости**				
	Лекция 6. Виды механической энергии жидкости. Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной и потока реальной жидкости. Его энергетический и геометрический смысл, практическое приложение. Правила построения пьезометрических и напорных линий	3/2	2	ОПК-4.1	Контрольные вопросы и задачи
	Самостоятельная работа. Изучение материала лекции 6		2		
	Практическое занятие 6. Решение задач по теме «Гидравлический расчет каналов при равномерном движении воды». Решение задач по теме «Определение критической глубины и состояния потока»		2		
	Самостоятельная работа. Решение задач по теме практического занятия 6		2		
	Лабораторная работа 3. Определение опытным путем слагаемых уравнения Бернулли		4	ОПК-4.1	Отчёт по лабораторной работе
	Самостоятельная работа. Подготовка отчета по лабораторной работе 3		2		
7	**Тема №7. Потери напора по длине**				
	Лекция 7. Виды гидравлических сопротивлений. Общие формулы для расчета потерь напора. Потери напора по длине при ламинарном и турбулентном режимах и закономерности этих режимов. График Никурадзе	3/2	2	ОПК-4.1, ОПК-4.2	Контрольные вопросы и задачи
	Самостоятельная работа. Изучение материала лекции 7		2		
	Практическое занятие 7. Построение кривых свободной поверхности неравномерного водотока. Расчет водотока на перепаде с определением глубины в сжатом сечении.		2		
	Самостоятельная работа. Решение задач по теме практического занятия 7		2		
8	**Тема №8. Местные потери напора**				
	Лекция 8. Виды местных гидравлических сопротивлений. Расчет местных потерь напора и получение теоретического решения для их определения	3/2	2	ОПК-4.1, ОПК-4.2	Контрольные вопросы и задачи
	Самостоятельная работа. Изучение материала лекции 8		2		
	Практическое занятие 8. Расчет параметров гидравлического прыжка. Гидравлический расчет безнапорных водопропускных труб.		2		
	Самостоятельная работа. Выполнение расчётно-графической работы		3		РГР
	Лабораторная работа 4. Изучение гидравлических сопротивлений напорного трубопровода с определе-		2	ОПК-4.1, ОПК-4.2	Отчёт по лабораторн

№ п/п	Наименование разделов и тем / вид занятия	Семестр / курс	Кол-во часов	Индикаторы достижения компетенций	Форма текущего контроля
	нием коэффициентов гидравлического трения и местных сопротивлений				ой работе
	Самостоятельная работа. Подготовка отчета по лабораторной работе 4		2		
9	**Тема №9. Истечение жидкости из отверстий и насадков**				
	Лекция 9. Истечение жидкости из отверстий при постоянном и переменном напоре. Истечение жидкости через насадки	3/2	2	ОПК-4.1, ОПК-4.2	Контрольные вопросы и задачи
	Самостоятельная работа. Изучение материала лекции 9		2		
	Самостоятельная работа. Выполнение расчетно-графической работы		3		РГР
	Лабораторная работа 5. Изучение истечения жидкос-ти через малые отверстия в тонкой стенке и насадки при постоянном напоре в атмосферу		2	ОПК-4.1, ОПК-4.2	Отчёт по лабораторной работе
	Самостоятельная работа. Подготовка отчета по лабораторной работе 5		2		
10	**Тема №10. Гидравлические расчеты трубопроводов**				
	Лекция 10. Классификация трубопроводов. Расчет простого и сложных трубопроводов. Построение характеристик трубопровода. Гидравлический удар	3/2	2	ОПК-4.1, ОПК-4.2	Контрольные вопросы и задачи
	Самостоятельная работа. Изучение материала лекции 10		2		
	Самостоятельная работа. Выполнение расчётно-графической работы		2		РГР
	Лабораторная работа 6. Экспериментальное изучение прямого гидравлического удара в напорном трубопроводе		2	ОПК-4.1, ОПК-4.2	Отчёт по лабораторной работе
	Самостоятельная работа. Подготовка отчета по лабораторной работе 6		2		
11	**Тема №11. Равномерное безнапорное течение**				
	Лекция 11. Классификация каналов по форме поперечных сечений. Равномерное течение, нормальная глубина. Гидравлически наивыгоднейшее сечение. Неразмывающие и незаиляющие скорости	3/2	2	ОПК-4.1, ОПК-4.2	Контрольные вопросы и задачи
	Самостоятельная работа. Изучение материала лекции 11		2		
	Самостоятельная работа. Решение задач по теме практического занятия 11		2		
12	**Тема №12. Неравномерное безнапорное течение**				
	Лекция 12. Удельная энергия сечения, критическая глубина и способы ее определения. Критический уклон. Состояние потока. Дифференциальное уравнение неравномерного течения и его анализ. Построение кривых свободной поверхности	3/2	2	ОПК-4.1	Контрольные вопросы и задачи
	Самостоятельная работа. Изучение материала лекции 12		2		
	Самостоятельная работа. Решение задач по теме практического занятия 12		3		
13	**Тема №13. Гидравлический прыжок**				
	Лекция 13. Общие понятия. Уравнение совершенного гидравлического прыжка, прыжковая функция и ее график. Сопряженные глубины и способы их	3/2	2	ОПК-4.1	Контрольные вопросы и задачи

№ п/п	Наименование разделов и тем / вид занятия	Семестр / курс	Кол-во часов	Индикаторы достижения компетенций	Форма текущего контроля
	определения для различных форм сечений каналов. Длина совершенного гидравлического прыжка				
	Самостоятельная работа. Изучение материала лекции 13		2		
	Самостоятельная работа. Выполнение расчётно-графической работы		3		РГР
14	**Тема №14. Водосливы**				
	Лекция 14. Классификация водосливов. Водосливы с тонкой стенкой. Водосливы практического профиля. Водосливы с широким порогом	3/2	2	ОПК-4.1	Контрольные вопросы и задачи
	Самостоятельная работа. Изучение материала лекции 14		2		
	Самостоятельная работа. Выполнение расчётно-графической работы		2		РГР
15	**Тема №15. Сопрягающие сооружения**				
	Лекция 15. Общие сведения о сопряжении бьефов и гашении энергии потока. Гидравлический расчет водобойных колодцев, перепадов, быстротоков	3/2	2	ОПК-4.1	Контрольные вопросы и задачи
	Самостоятельная работа. Изучение материала лекции 15		2		
	Самостоятельная работа. Решение задач по теме практического занятия 15		2		
16	**Тема №16. Газовые течения. Современные проблемы гидрогазодинамики**				
	Лекция 16. Обзор основных уравнений гидрогазодинамики и современных методов их решения. Управление потоком с помощью пограничной геометрии. Разделение неизотермических потоков с помощью вихревой камеры. Интенсификация процессов переноса на шероховатой поверхности. Течения с развитой кавитацией. Классификация типов, стадий и форм развития и кавитации. Влияние вязкости и шероховатости. Основные допущения и схемы классической теории развитой кавитации. Оценка числа кавитации. Сравнение различных моделей развитой кавитации. Схлопывание пузырьков в идеальной и вязкой жидкости	3/2	2	ОПК-4.1, ОПК-4.2	Контрольные вопросы и задачи
	Самостоятельная работа. Изучение материала лекции 16		2		
	Самостоятельная работа. Решение задач по теме практического занятия 16		2		
17	**Подготовка к промежуточной аттестации, аттестация**	3/2	36	–	экзамен
ИТОГО		**180**	–	–	

5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

5.1. Перечень контрольных вопросов и заданий для текущего контроля представлен в Фонде оценочных средств по данной дисциплине.

5.2. Перечень контрольных вопросов и заданий для промежуточной аттестации

5.2.1. Задания для проведения промежуточной аттестации в форме экзамена могут включать:

– вопросы, требующие устного ответа;

– практические задачи, требующие практического решения и ответа в письменной форме;

– тесты, проводимые в электронной образовательной среде университета.

Перечень вопросов, требующих устного ответа (по два вопроса в каждом экзаменационном билете)

1. Выведите уравнение неразрывности потока жидкости. Дайте определение и запишите зависимости.

2. Расскажите о гидравлическом прыжке в русле с большим уклоном дна.

3. Расскажите о режимах течения жидкости. Дайте определение числа Рейнольдса и поясните, как определяется критическая средняя скорость. Дайте определение критическому числу Рейнольдса.

4. Выведите основные уравнения для определения потерь напора при последовательном и параллельном соединении трубопроводов. Расскажите про методику расчёта.

5. Расскажите о дифференциальных уравнениях установившегося неравномерного водного потока.

6. Расскажите о видах удельной механической энергии жидкости. Напишите основные зависимости и приведите необходимые рисунки.

7. Дайте определение длинным трубопроводам и их характеристикам: модулю упругости, удельному сопротивлению. Напишите основные зависимости и приведите рисунки.

8. Выведите уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости.

9. Назовите основные правила построения пьезометрических и напорных линий.

10. Расскажите о формах свободной поверхности потока в призматических руслах.

11. Расскажите о практическом приложении уравнения Бернулли.

12. Расскажите об особых случаях трубопроводов и расчёте сифонов и всасывающих линий насосов. Представьте основные положения расчёта.

13. Расскажите о формах гидравлического прыжка.

14. Приведите примеры различных типов кривых свободной поверхности в руслах и сооружениях. Назовите основные теоретические положения.

15. Расскажите о видах гидравлических сопротивлений. Дайте их краткую характеристику.

16. Расскажите о правилах построения пьезометрических и напорных линий и характеристик трубопровода.

17. Напишите и поясните общие формулы для расчёта потерь напора.

18. Назовите и запишите основные закономерности ламинарного режима течения жидкости.

19. Расскажите о сопряженных глубинах гидравлического прыжка и способах их определения.

20. Расскажите об основных закономерностях турбулентного режима течения жидкости.

21. Назовите основные типы задач по гидравлическому расчёту коротких трубопроводов.

22. Приведите методику определения потерь напора по длине при ламинарном и турбулентном режимах.

23. Запишите и поясните уравнение совершенного гидравлического прыжка, поясните, что такое прыжковая функция и ее график.

24. Представьте и объясните график Никурадзе и инженерные формулы для расчета потерь напора по длине.

25. Дайте определение коротких и длинных, простых и сложных трубопроводов.

26. Перечислите виды местных гидравлических сопротивлений, приведите примеры и опишите картину течения в них.

27. Расскажите о гидравлическом прыжке в призматических руслах.

28. Расскажите о потерях напора в местных сопротивлениях и способах их учёта.

29. Расскажите о коэффициенте местного сопротивления и зависимости от числа Рейнольдса.

30. Расскажите о равновесии жидкостей в сообщающихся сосудах: дайте определение, напишите зависимости, приведите основные рисунки, назовите характеристики.

31. Расскажите про классификацию каналов по форме поперечных сечений и объясните, что такое коэффициенты шероховатости.

32. Расскажите о геометрических элементах каналов и их гидравлически наивыгоднейших сечениях.

33. Расскажите про водосливы с широким порогом, о глубине на пороге водослива, условиях подтопления.

34. Расскажите про относительный покой жидкости в движущемся сосуде.

35. Перечислите основные типы задач по расчёту каналов с трапецеидальной формой поперечных сечений.

36. Расскажите о влиянии формы, полноты напора, бокового сжатия и подтопления на пропускную способность.

37. Расскажите о силе гидростатического давления: определение, основные зависимости, основные положения по теме, сила гидростатического давления на плоскую фигуру.

38. Расскажите о силе гидростатического давления: определение, основные зависимости, основные положения по теме, сила гидростатического давления на криволинейную плоскость.

39. Расскажите, как определить координаты центра давления.

40. Расскажите про водосливы практического профиля с криволинейным очертанием: безвакуумные и вакуумные.

41. Расскажите о силе гидростатического давления на криволинейные поверхности: определение, основные зависимости, рисунок, методика расчёта.

42. Расскажите про тело давления: дайте определение, напишите основные зависимости, приведите примеры применения при решении задач.

43. Расскажите про полигональные водосливы практического профиля.

44. Расскажите про графоаналитический метод определения силы давления.

45. Расскажите о допускаемых скоростях течения в каналах. Неразмывающие и незаиляющие скорости. Дайте определение, приведите основные зависимости и теоретические положения.

46. Расскажите про водосливы с тонкой стенкой, типы струй и условия их подтопления.

47. Дайте определение понятиям кинематических элементов потока, запишите основные зависимости и теоретические положения.

48. Дайте определение удельной энергии сечения. Расскажите про бурное, спокойное и критическое состояние потока.

49. Расскажите про гидравлический прыжок в русле с большим уклоном дна.

50. Расскажите про длинные трубопроводы их характеристики. Дайте определения, приведите основные зависимости и основные теоретические положения.

51. Поясните энергетический и геометрический смысл уравнения Бернулли. Напишите уравнение, разложите по составляющим, дайте пояснение, приведите основные теоретические положения.

52. Расскажите про практические приложения уравнения Бернулли.

53. Выведите уравнение Бернулли для потока реальной жидкости. Представьте схему, основные выкладки и теоретические положения.

54. Расскажите про формы гидравлического прыжка. Приведите основные теоретические положения и зависимости.

55. Изложите основные правила построения пьезометрических и напорных линий.

56. Приведите основные примеры различных типов кривых свободной поверхности в руслах и сооружениях.

57. Изложите правила построения кривых свободной поверхности потоков в руслах.

58. Расскажите про сопряженные глубины гидравлического прыжка и способы их определения.

59. Расскажите про основные закономерности турбулентного режима течения жидкости.

60. Расскажите про закон Архимеда и условия плавания тел.

61. Расскажите про методы изучения движения жидкости.

62. Расскажите о принципах выполнения гидравлического расчёта безнапорных каналов замкнутого поперечного сечения. Приведите основные зависимости и дайте определения основных понятий.

63. Дайте определения основных понятий установившегося неравномерного потока в открытом русле.

64. Представьте классификацию водосливов и приведите формулы для определения их пропускной способности.

65. Дайте определение понятиям гидравлических элементов потока. Приведите основные зависимости и теоретические положения.

66. Расскажите про гидравлический прыжок в непризматическом расширяющемся русле. Приведите основные зависимости и теоретические положения.

67. Выведите дифференциальное уравнение установившегося неравномерного водного потока.

68. Расскажите про совершенный и волнистый гидравлический прыжок. Поясните понятие длины прыжка.

Тематика практических заданий (задач) (по одной задаче в каждом экзаменационном билете)

1. Физические свойства жидкостей

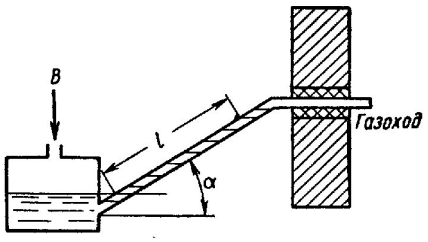
Пример задачи

Определить объем воды, который необходимо дополнительно подать в водовод диаметром d = 500 мм и длиной l = 1 км для повышения давления до $\Delta p = 5 \cdot 10^6$ Па. Водовод подготовлен к гидравлическим испытаниям и заполнен водой при атмосферном давлении. Деформацией трубопровода можно пренебречь.

2. Основной закон гидростатики. Понятие давления и его применение

Пример задачи

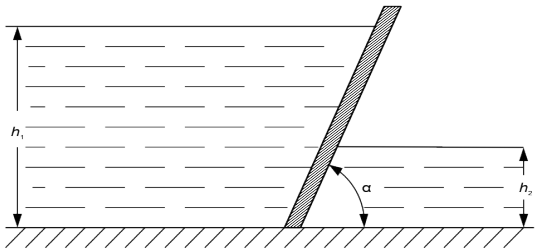
Разрежение в газоходе парового котла измеряется тягомером с наклонной трубкой (см. рисунок). Угол наклона трубки $a = 30^\circ$. Длина столба воды, отсчитанная по шкале $l = 200$ мм. Определить абсолютное давление газов, если показание ртутного барометра, приведенное к $0^\circ C$, $B_o = 98,7$ кПа (700 мм.рт.ст.).



3. Силы гидростатического давления жидкости на стенки

Пример задачи

Определить силу давления воды на щит (см. рисунок) и центр давления. Щит прямоугольного сечения шириной *b* наклонен под углом α к горизонту. Глубина воды перед щитом h_1, за щитом h_2. Расчет выполнить аналитическим способом и проверить графоаналитически.



4. Основные понятия кинематики жидкой среды

Пример задачи

По трубопроводу диаметром d=500 мм транспортируют нефть. Определить критическую скорость движения, соответствующую переходу ламинарного движения жидкости в турбулентное. Коэффициент кинематической вязкости принять равным $\nu = 8,1 \cdot 10^{-6}$ м^2/с.

5. Основные понятия динамики жидкости

Пример задачи

По трубопроводу диаметром d=150 мм перекачивается нефть плотностью $\rho = 800$ кг/м^3 в количестве 1200 т/сут. Определить секундный объемный расход нефти Q и среднюю скорость её течения υ, м/с.

6. Закон сохранения энергии жидкости

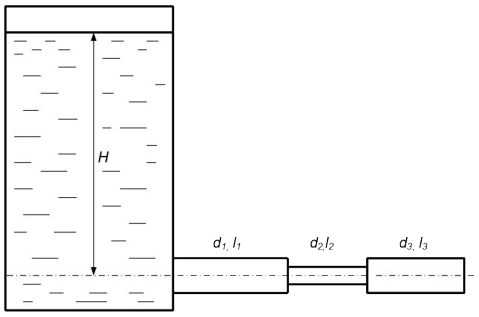
Пример задачи

Вода из напорного бака течёт по трубе диаметром $d_1 = 20$ мм, а затем вытекает в атмосферу через насадок с диаметром выходного отверстия $d_2 = 10$ мм. Избыточное давление воздуха в баке $p_0 = 0,18$ МПа, высотой бака H = 1,6 м. Пренебрегая потерями, определить скорости течения воды в трубе v_1 и на выходе из насадка.

7. Потери напора по длине

Пример задачи

Определить напор H и скорость воды в последней трубе υ_3, если заданы d_1, d_2, d_3, l_1, l_2, l_3 и скорость в средней трубе υ_2. Абсолютная шероховатость труб составляет 0,05 мм. Температура воды равна 15°. Построить пьезометрическую и напорную линии.



8. Потери напора в местных сопротивлениях

Пример задачи

Из открытого резервуара, в котором поддерживается постоянный уровень, по стальному трубопроводу (эквивалентная шероховатость $k_э = 0{,}1$ мм), состоящему из труб различного диаметра d и различной длины L, вытекает в атмосферу вода, расход которой Q и температура t°C. Требуется:

1) определить скорости движения воды и потери напора (по длине и местные) на каждом участке трубопровода.

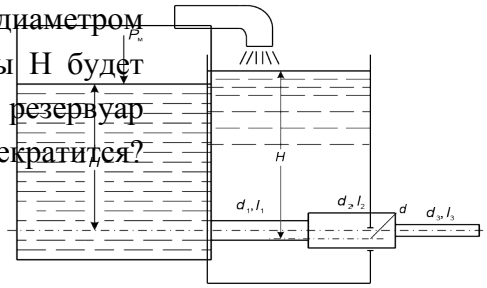
2) установить величину напора H в резервуаре.

3) построить напорную и пьезометрическую линии, с соблюдением масштаба.

9. Истечение жидкости из отверстий и насадков

Пример задачи

В резервуар, имеющий в боковой стенке отверстие диаметром d, поступает Q $м^3$/ч воды. Определить, до какой высоты H будет подниматься вода в резервуаре. За какое время резервуар опорожнится наполовину, если приток воды в него прекратится? Дно резервуара квадратное со стороной с = 400 мм.



10. Гидравлические расчёты трубопроводов

Примеры задач

1. Определить высоту H воды в резервуаре (см. рисунок), если заданы P_M, d_1, d_2, d_3, $l_1 = l_2$, l_3 и υ_2 в средней трубе. Абсолютная шероховатость труб равна 0,08 мм, температура воды равна 11°. Построить пьезометрическую и напорную линии.

2. Выполнить гидравлический расчёт изображённой на рисунке водопроводной сети и определить высоту водонапорной башни Hδ, установленной в начале сети. Геодезические отметки в точках принять разными: A=12, B=13, C=15, Д=15, E=14, F=13 и M=14. Свободный напор в точках водопотребления должен быть не менее 5 м. Длины участков BC и BM равны между собой.

Примеры тестовых вопросов и заданий для проведения промежуточной аттестации в форме тестирования приведены в фонде оценочных средств по данной дисциплине.

5.2.2. Оценивание уровня сформированности индикаторов компетенций у обучающихся на соответствие их подготовки ожидаемым результатам, описание их показателей, критериев и шкал оценивания в процессе проведения промежуточной аттестации представлено в Фонде оценочных средств по данной дисциплине.

5.3. Расчетно-графическая работа (РГР)

№	Семестр, тематика, содержание	Трудоемкость, час	Объем пояснительной части, стр	Объем графической части, А4
3 семестр				
1.	**Тема: Гидростатика** 1. Силы, действующие в жидкости. 2. Гидростатическое давление в точке и его свойства. 3. Основное уравнение гидростатики. 4. Закон Паскаля и его применение в технике. 5. Эпюры давления. Определение давления на плоскую и криволинейные стенки (2 задачи)	4	3÷6	1
2.	**Тема: Расчет коротких и длинных трубопроводов и гидравлического удара** 1. Расчет коротких и длинных трубопроводов по методикам, гидравлический расчет коротких трубопроводов. 2. Построение пьезометрических и напорных линий и характеристик трубопровода. Расчет сифонов и всасывающих линий насосов. 3. Расчет длинных трубопроводов, их характеристик: модуль расхода, удельное сопротивление. 4. Определение потерь напора при последовательном и параллельном соединении трубопроводов. 5. Расчет основных характеристик при гидравлическом ударе, способы защиты от него и его использование (2 задачи)	5	4÷8	2
3.	**Тема: Истечение из отверстий и насадков при постоянном и переменном напоре, равномерном и неравномерном движении в открытых руслах** Определение высоты заполнения бака, из которого происходит истечение жидкости, время заполнения и опорожнения бака, время перетекания из одного бака в другой при постоянном и переменном режимах (2 задачи)	3	2÷4	1
4.	**Тема: Расчет водосливов, гидравлического прыжка, сопряжения бьефов и движения грунтовых вод** Определение высоты гидравлического прыжка, определение длины кривой подпора, величину подпора, дебит артезианской скважины (2 задачи)	5	2÷4	1

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ / МОДУЛЯ

6.1. Учебно-методическое обеспечение

N п/п	Библиографическое описание по ГОСТ	Количество экземпляров в НБ ВоГУ
1	Рекомендуемая литература Ухин, Б. В. Гидравлика: учебное пособие по направлению 270100 "Строительство"/ Б. В. Ухин. - Москва: Форум, 2014. - 462, [1] с.: ил.	10
2	Удовин, В. Г. Гидравлика [Электронный ресурс]: учебное пособие/ В. Г. Удовин, И. А. Оденба. - Оренбург: ОГУ, 2014. - 132 с.: схем., ил. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=330600	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»
3	Жуков, Н.П. Гидрогазодинамика : учебное пособие : в 2 ч. / Н.П. Жуков, Н.Ф. Майникова ; Тамбовский государственный технический университет. – Тамбов : Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2015. – Ч. 1. Гидравлика. – 141 с. : ил.,табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444914	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»
4	Лапшев, Н. Н. Гидравлика: учебник для вузов / Н. Н. Лапшев. – 3-е изд., стер. – Москва: Academia, 2010. – 268 с.	10
5	Ильина, Т. Н. Основы гидравлического расчета инженерных сетей: учебное пособие для вузов по специальностям "Теплогазоснабжение и вентиляция", "Водоснабжение и водоотведение" / Т. Н. Ильина. – Москва: АСТ, 2005. – 186 с.	20
6	Крестин, Е. А. Гидравлика [Электронный ресурс]: курс лекций/ Е. А. Крестин. - Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, 2014. - 189 с.: ил. – Режим доступа: 1. http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=256108	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»
7	Кудинов, А. А. Гидрогазодинамика: учебное пособие для вузов по направлению 140100 "Теплоэнергетика"/ А. А. Кудинов. - Москва: ИНФРА-М, 2013. - 334, [1] с.: ил.	7
8	Гидравлика и гидрогазодинамика: методические указания к выполнению расчетно-графических задач для студентов очной и за-очной форм обучения: ИСФ: специальности: 270109, 140104/ [сост. Т. М. Ковалева]. - Вологда: ВоГТУ, 2007. - 43, [1] с.: ил.- Режим доступа: http://www.library.vogu35.ru/biblio/kovaleva/book1/2007_kovaleva_gidravl.pdf	29 ЭБ ВоГУ

6.2. Информационное обеспечение

Помимо приведённого выше учебно - методического обеспечения для более подробного изучения материала, рассмотренного в рамках аудиторных занятий и его детализации по отдельным вопросам, а также для самостоятельной работы обучающиеся могут использовать следующие информационные ресурсы:

– электронно - библиотечная система «Университетская библиотека online»:

https://biblioclub.ru;

– электронно - библиотечная система «Лань»: https://e.lanbook.com;

– электронная библиотечная система «Юрайт»: https://urait.ru;

– электронно - библиотечная система «Знаниум»: https://znanium.com;

– электронный фонд правовой и нормативно - технической документации «Техэксперт»: http://docs.cntd.ru;

– научная электронная библиотека eLIBRARY.RU: https://elibrary.ru/defaultx.asp;

– информационные ресурсы Федерального института промышленной собственности: https://www1.fips.ru/about/vptb-otdelenie-vserossiyskaya-patentno-tekhnicheskaya-biblioteka/patentnyy-poisk.php;

– Яндекс. Патенты: https://yandex.ru/patents.

6.3. Программное обеспечение

№ п/п	Наименование
1	Операционная система Microsoft Windows
2	Офисные пакеты Microsoft Office / Libre Office

7. МАТЕРИАЛЬНО - ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ / МОДУЛЯ

№ п/п	Перечень основного оборудования
1	Доска аудиторная (меловая / маркерная)
2	Персональный компьютер / ноутбук
3	Мультимедийный проектор
4	Экран настенный