

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)

Институт архитектуры, строительства и энергетики

УТВЕРЖДАЮ
Директор института
С.Н. Авдеев
« 25 » апреля 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«МЕХАНИКА ЖИДКОСТИ И ГАЗА»

Направление подготовки:
08.03.01 «Строительство»

Направленность (профиль) подготовки:
«Автомобильные дороги»,
«Промышленное и гражданское строительство»,
«Теплогазоснабжение и вентиляция»

г. Владимир

2022

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Механика жидкости и газа» являются освоение студентами теоретических основ механики жидкостей и газов, использование основных законов движения жидкостей и газов при разработке новых транспортных процессов, получение практических навыков по использованию гидравлических устройств в инженерной практике.

Задачами изучения дисциплины являются:

- изучить теоретические основы механики жидкостей и газов;
- научиться решать гидравлические задачи применительно к различным элементам транспортного машиностроения;
- изучить принцип действия гидромашин, гидроаппаратуры и гидроприводов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина Б1.В.08 «Механика жидкости и газа» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

Пререквизиты дисциплины: «Математика», «Физика», «Химия».

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП:

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
ПК-2. Способен выполнять работы по разработке технических решений элементов и узлов систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха	ПК-2.1. Знает требования нормативных правовых актов, нормативно-технических документов к составу и порядку выдачи исходно-разрешительной документации на проектирование систем внутреннего теплоснабжения, отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, воздушного отопления, противодымной вентиляции... ПК-2.2. Умеет осуществлять и обосновывать выбор типовых проектных решений элементов и узлов систем внутреннего теплоснабжения, отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, воздушного отопления, противодымной вентиляции... ПК-2.3. Владеет анализом типовых проектных решений элементов и узлов систем внутреннего теплоснабжения, отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, воздушного отопления, противодымной вентиляции, разработка вариантов технических решений элементов и узлов систем внутреннего теплоснабжения, отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, воздушного отопления, противодымной вентиляции...	Знает методики расчета распределения скоростей и гидравлических сопротивлений при ламинарном и турбулентном режимах движения в трубах. Умеет проектировать приборы, устройства и приспособления для измерения давления, скорости и расхода жидкости и газа; Владеет методиками проектирования гидродинамических систем.	Рейтинг-контроли Тесты Зачет

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 часа.

Тематический план форма обучения – очная

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1	Гидростатика	3	1-4	4		4	1	6	
2	Основы кинематики жидкости и газа	3	5-8	4		–	1	6	Рейтинг-контроль № 1
3	Гидродинамика жидкости и газа	3	9-12	4		4	1	6	Рейтинг-контроль № 2
4	Основы теории гидравлических сопротивлений	3	13-14	2		6	1	6	
5	Истечение жидкости	3	15-16	2		4	1	6	
6	Гидравлические машины	3	17-18	2		–	1	6	Рейтинг-контроль № 3
Всего за 4 семестр				18		18	6	36	Зачет с оценкой
Наличие в дисциплине КП/КР						–			
Итого по дисциплине				18		18	6	36	Зачет с оценкой

Тематический план форма обучения – очно-заочная

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1	Гидростатика	3	1-4	1		1	1	11	
2	Основы кинематики жидкости и газа	3	5-8	1		–	1	11	Рейтинг-контроль № 1
3	Гидродинамика жидкости и газа	3	9-12	0,5		1	1	11	Рейтинг-контроль № 2
4	Основы теории гидравлических сопротивлений	3	13-14	0,5		1	1	11	
5	Истечение жидкости	3	15-16	0,5		1	1	10	
6	Гидравлические машины	3	17-18	0,5		–	1	10	Рейтинг-контроль № 3
Всего за 4 семестр				4		4	6	64	Зачет с оценкой
Наличие в дисциплине КП/КР						–			
Итого по дисциплине				4		4	6	64	Зачет с оценкой

Содержание лекционных занятий по дисциплине

Тема 1. Гидростатика.

Предмет механики жидкости и газа. Основные физические свойства жидкостей и газов. Силы, действующие в жидкостях и газах. Общие законы и уравнения равновесия жидкости и газа.

Тема 2. Основы кинематики жидкости и газа.

Приводятся основные кинематические характеристики потоков жидкости и газа.

Тема 3. Гидродинамика жидкости и газа.

Динамика вязкой и невязкой жидкости. Уравнение энергии в интегральной форме для сжимаемых и несжимаемых жидкостей. Режимы движения жидкостей и газов.

Тема 4. Основы теории гидравлических сопротивлений.

Расчет потерь давления в трубопроводах при движении жидкости.

Тема 5. Истечение жидкости.

Истечение жидкостей и газов из отверстий и насадков при постоянном и переменном напорах.

Тема 6. Гидравлические машины.

Принцип работы и характеристики центробежного насоса.

Содержание лабораторных работ по дисциплине

№ п/п	№ раздела	Наименование раздела, темы	Кол-во часов
1	1	Приборы для измерения давления	2
2	1	Режимы движения жидкости	2
3	3	Уравнение Бернулли	4
4	4	Потери напора по длине	2
5	4	Потери напора в местных сопротивлениях	2
6	4	Потери напора на диафрагме	2
7	5	Истечение жидкости из отверстий и насадков	2
8	5	Испытания центробежного насоса	2

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

5.1. Текущий контроль успеваемости

Оценивающими средствами для текущего контроля успеваемости являются рейтинг-контроли.

Рейтинг-контроль № 1

1. Первое и второе свойства гидростатического давления.
2. Абсолютное, избыточное и вакуумметрическое давление.
3. Определить силу суммарного давления на полусферические крышки, закрывающие отверстие диаметром $d = 0,4$ м, если глубина погружения центра резервуара $H = 3$ м, $h = 2$ м.
4. Эпюры гидростатического давления.
5. Пьезометрическая высота, приведенная пьезометрическая высота, напор.
6. Цилиндрический сосуд заполнен водой, находящейся под избыточным давлением, характеризуемым показанием пьезометра $h = 5$ м. Нижнее днище сосуда плоское, верхнее имеет форму полусферы. Определить силу, отрывающую верхнее днище от цилиндрической части, и силу, разрывающую цилиндрическую часть сосуда по образующей (P_x, P_y), если диаметр сосуда $D = 2$ м, $H = 3$ м.

7. Дифференциальные уравнения равновесия жидкости.
8. Вязкость жидкости. Динамическая вязкость, единицы измерения вязкости.
9. Вертикальный щит перегораживает канал прямоугольного сечения. Глубина воды в канале $H = 1,5$ м, ширина канала $B = 2$ м. Определить полное давление воды на щит и найти точку приложения равнодействующей силы давления.
10. Силы, действующие в жидкости.
11. Определить силу, действующую на болты крышки бака, если показание манометра $p_m = 2$ МПа, а угол наклона крышки $\alpha = 45^\circ$. В сечении бак имеет форму квадрата со стороной $a = 200$ мм.
12. Сила давления жидкости на криволинейную поверхность.
13. Приведенное дифференциальное уравнение Эйлера.
14. Цилиндрический сосуд, заполненный жидкостью на глубину h , вращается вокруг вертикальной оси с постоянной угловой скоростью. Определить частоту вращения сосуда, если его диаметр $d = 30$ см, а высота $H = 60$ см.
15. Поверхностные силы.
16. Определить показания манометра, если к штоку поршня приложена сила $F = 0,1$ кН, его диаметр $d = 100$ мм, высота $H = 1,5$ м, плотность жидкости $\rho = 800$ кг/м³.
17. Поверхность уровня. Уравнение поверхности уровня при вращении сосуда с жидкостью вокруг своей вертикальной оси с постоянной угловой скоростью.
18. Горизонтальная составляющая силы давления жидкости на криволинейную поверхность.
19. Определить давление в характерных точках и суммарную силу давления как распределенную нагрузку на стенку.
20. Закон Ньютона для вязкой жидкости.
21. Вертикальная составляющая силы давления жидкости на криволинейную поверхность.
22. Гидростатическое давление. Единицы измерения давления. Приборы, измеряющие давление.
23. Физические свойства жидкости.
24. Уравнение Эйлера.
25. Вертикальный щит перегораживает канал прямоугольного сечения. Глубина воды в канале $H = 1,5$ м, ширина канала $B = 2$ м. Определить полное давление воды о щит и найти точку приложения равнодействующей силы давления.
26. Основное уравнение гидростатики.
27. Определение местоположения центра давления.

Рейтинг-контроль № 2

1. Виды движения жидкости.
2. Вычислить гидравлический радиус и смоченный периметр для трубы, залитой водой, диаметром 100 мм.
3. Линия тока. Элементарная струйка. Свойства элементарной струйки.
4. Как зависят потери энергии (напора) от скорости при ламинарном и турбулентном режимах?
5. Как меняется давление по длине трубы, если напорная линия параллельна оси?
6. Живое сечение, расход жидкости, средняя скорость, смоченный периметр, гидравлический радиус.
7. Чем отличается уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости от уравнения Бернулли для элементарной струйки реальной жидкости? Запишите эти уравнения.
8. По трубе диаметром 100 мм и длиной 50 м протекает вода. Расход воды 20 л/с, коэффициент гидравлического трения $\lambda = 0,032$, показания манометра $M_1 = 60$ кПа. Определить показания манометра M_2 , установленного в конце трубы.
9. Уравнение неразрывности для элементарной струйки.
10. Какова структура потока при турбулентном режиме движения жидкости? Какие трубы называются гидравлически гладкими, а какие – шероховатыми?
11. Уравнение неразрывности для потока жидкости.
12. Какой режим существует в трубе диаметром d , если $Re = 500$, $Re = 50000$?
13. Как изменяются потери напора и коэффициент λ в гидравлически гладких трубах и в зоне квадратичного сопротивления с увеличением вязкости жидкости?
14. Уравнение движения идеальной жидкости.

15. От каких факторов и как зависят потери напора, коэффициент λ при ламинарном и турбулентном режимах движения?
16. Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости.
17. Определить потери напора по длине для стального трубопровода длиной $l = 500$ м, $d = 100$ мм, $\lambda = 0,033$, $Q = 10$ л/с.
18. Энергетическая сущность уравнения Бернулли.
19. Что такое пьезометрическая и напорная линия? Что такое пьезометрический и гидравлический уклон?
20. Определить режим движения воды по трубопроводу диаметром $d = 10$ мм.
21. Уравнение Бернулли для элементарной струйки реальной жидкости.
22. Могут ли оставаться постоянными (увеличиваться, уменьшаться) вдоль течения пьезометрический и гидродинамический напоры при движении потока вязкой жидкости?
23. Геометрическая сущность уравнения Бернулли.
24. По горизонтальной трубе переменного сечения протекает вода. Расход воды $Q = 50$ л/с, $d_1 = 75$ мм, $d_2 = 250$ мм, $d_3 = 100$ мм. Определить скорость движения жидкости в каждом сечении и режим течения.
25. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости.
26. По наклонной трубе движется вода. Расход воды $Q = 1$ л/с, $d = 15$ мм, показание пьезометра в 1-м сечении $- h_{p1} = 100$ мм, во 2-м сечении $- h_{p2} = 85$ мм, $z_1 = 50$ мм. Определить пьезометрический и гидравлический напоры, потери напора по длине. Построить напорную и пьезометрическую линии при $z_2 = 30$ мм, $l = 5$ м, $\lambda = 0,03$.
27. Режимы движения жидкости.
28. Закон распределения скоростей при ламинарном режиме течения. Формула Дарси.
29. Турбулентный режим течения жидкости, Структура потока.
30. Какая удельная энергия всегда только убывает вдоль потока жидкости? Запишите уравнение Бернулли для потока реальной жидкости.
31. Понятие осредненной скорости.
32. Дифференциальное уравнение линии тока.
33. Верхняя и нижняя критические скорости. Число Рейнольдса.
34. Коэффициент гидравлического трения λ .

Рейтинг-контроль № 3

1. В бак, разделенный перегородкой на два отсека, подается вода в количестве $Q = 4$ л/с. В перегородке бака имеется цилиндрический насадок диаметром d , длиной $3d$. Вода из второго отсека через отверстие d_1 поступает в атмосферу. Определить высоты H_1 и H_2 при $d = 50$ мм, $d_1 = 32$ мм.
2. Определить расход воды в горизонтальной трубе, соединяющей два резервуара с параметрами $d_1 = 10$ мм, $d_2 = 12$ мм, $l_1 = 50$ мм, $l_2 = 50$ мм, если возвышение воды над осью трубки в левом сосуде равно $h_1 = 1,5$ м, а в правом $- h_2 = 1,5$ м, показания манометров равны $M_1 = 2,1$ ат и $M_2 = 1,2$ ат соответственно; возвышение оси трубки над данным сосудом составляет 30 мм.
3. Определить расход воды, протекающей по трубопроводу, соединяющему резервуары А и В, разность уровней в которых $H = 15$ м. В резервуаре А поддерживается избыточное давление $p = 2,5$ ат; вакуумметр С, установленный на сосуде В, показывает $p_{\text{вак}} = 0,5$ ат. Диаметр резервуара А $D = 5$ м, диаметр резервуара В $- d = 0,3$ м. Потери напора по всей системе $h_{\text{А-В}} = 12$ м.
4. Определить потери напора на трение по длине водопровода диаметром $d = 15$ см и длиной $l = 10$ км, если расход воды $Q = 35$ л/с.
5. Истечение воды из закрытого вертикального сосуда в атмосферу происходит при постоянном геометрическом напоре $h = 3$ м через внешний цилиндрический насадок диаметром $d = 8$ см. Определить давление, необходимое на свободной поверхности воды в сосуде, чтобы расход при истечении был равен 50 л/с.
6. Местные сопротивления. Внезапное расширение потока, формула Борда.
7. Центробежные насосы. Классификация центробежных насосов.
8. Параллельное и последовательное соединение насосов.
9. Местные сопротивления.
10. Работа центробежных насосов в сети.

11. Расчет длинных трубопроводов.
12. Расчет коротких трубопроводов.
13. Гидравлический удар в трубопроводах.
14. Расчет газопроводов низкого давления.
15. Расчет газопроводов высокого давления.

5.2. Промежуточная аттестация

1. Физические свойства жидкости.
2. Силы, действующие на жидкость.
3. Свойства гидростатического давления.
4. Основное уравнение гидростатики.
5. Относительный покой жидкости.
6. Сила давления жидкости на плоскую стенку.
7. Сила давления жидкости на криволинейную поверхность.
8. Виды движения жидкости.
9. Линия тока. Трубка тока. Элементарная струйка. Живое сечение. Расход жидкости. Средняя скорость. Смоченный периметр. Гидравлический радиус.
10. Уравнение движения идеальной жидкости.
11. Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости.
12. Уравнение Бернулли для элементарной струйки реальной жидкости.
13. Уравнение Бернулли для потока жидкости.
14. Геометрическая и энергетическая сущность уравнения Бернулли.
15. Гидравлический и пьезометрический уклон.
16. Режимы течения жидкости.
17. Закон распределения скоростей при ламинарном режиме.
18. Турбулентный режим течения жидкости. Гидравлически гладкие и шероховатые трубы. Осредненная скорость.
19. Потери напора по длине. Формула Дарси-Вейсбаха.
20. Потери напора в местных сопротивлениях. Формула Вейсбаха.
21. Классификация потерь напора.
22. Расчет гидравлически длинного трубопровода.
23. Расчет всасывающей трубы центробежного насоса.
24. Расчет сифонного трубопровода.
25. Расчет трубопровода из последовательно соединенных труб.
26. Расчет трубопровода из параллельно соединенных труб.
27. Классификация центробежных насосов.
28. Принцип действия центробежного насоса.
29. Характеристики центробежного насоса.
30. Последовательное соединение центробежных насосов.
31. Параллельное соединение центробежных насосов.

5.3. Самостоятельная работа обучающегося

1. Поверхностное натяжение.
2. Растворимость газов в капельных жидкостях.
3. Адсорбция.
4. Многокомпонентные жидкости.
5. Неньютоновские жидкости.
6. Линия тока.
7. Элементы кинематики вихревого движения.
8. Виды местных сопротивлений.
9. Кавитационные режимы движения жидкости.
10. Истечение жидкости через широкое отверстие в боковой стенке.
11. Трубопроводы со стенками из упругого материала.
12. Методы предотвращения негативных явлений гидравлического удара.
13. Движение жидкости в безнапорных трубопроводах.

14. Движение неньютоновских жидкостей.
 15. Движение вязкопластичных жидкостей в трубах.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ	
		Количество экземпляров изданий в библиотеке ВлГУ в соответствии с ФГОС ВО	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
1	2	3	4
Основная литература			
1. Гиргидов А.Д. Механика жидкости и газа (гидравлика): учебник. – М.: Инфра-М. – 704 с. 978-5-16-013367-6.	2018	–	http://znanium.com/catalog/product/926430
2. Штеренлихт Д.В. Гидравлика: учебник. – М.: Лань. – 656 с. 978-5-8114-1892-3.	2015	1 (2005)	https://e.lanbook.com/book/64346
3. Крестин Е.А., Крестин И.Е. Задачник по гидравлике с примерами расчетов: учеб. пособие. – СПб: Лань. – 320 с. 978-5-8114-1655-4.	2018	–	https://e.lanbook.com/book/98240
4. Зуйков А.Л. Гидравлика: в 2 т. Т. 1: Основы механики жидкости: учебник. – М.: МИСИ-МГСУ. – 519 с. 978-5-7264-1664-9.	2017	–	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785726416649.html
Дополнительная литература			
1. Шейпак А.А. Гидравлика и гидропневмопривод. Основы механики жидкости и газа: учебник. – М.: Инфра-М. – 272 с. 978-5-16-011848-2.	2019	–	http://znanium.com/catalog/product/1000106
2. Юдаев В.Ф. Гидравлика: учеб. пособие. – М.: Инфра-М. – 301 с. 978-5-16-012476-6.	2018	–	http://znanium.com/catalog/product/967866
3. Исаев А.П., Кожевникова Н.Г., Ещин А.В. Гидравлика: учеб. пособие. – М.: Инфра-М. – 420 с. 978-5-16-009983-5.	2018	–	http://znanium.com/catalog/product/937454
4. Сазанов И.И., Схиртладзе А.Г., Иванов В.И. Гидравлика: учебник. – М.: Инфра-М. – 320 с. 978-5-906818-77-5.	2017	–	http://znanium.com/catalog/product/601869
5. Ухин Б.В. Гидравлические машины. Насосы, вентиляторы, компрессоры и гидропривод: учеб. пособие. – М.: Инфра-М. – 320 с. 978-5-8199-0436-7.	2017	–	http://znanium.com/catalog/product/780644
6. Викулин П.Д., Викулина В.Б. Гидравлика и аэродинамика систем водоснабжения и водоотведения: учебник. – М.: МИСИ-МГСУ. – 396 с. 978-5-7264-1873-5.	2018	4 (2008)	http://www.iprbookshop.ru/86292.html
7. Самарин О.Д. Гидравлические расчеты инженерных систем: справ. пособие. – М.: АСВ. – 136 с. 978-5-4323-0014-0.	2016	–	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432300140.html
8. Методические указания к лабораторным работам по общей гидравлике / В.И. Тарасенко [и др.]. – Владимир: ВлГУ. – 44 с.	2011	1	http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/3003/1/00598.pdf

6.2. Периодические издания

1. АВОК.

2. Гидравлика и пневматика.
3. Гидравлика–Пневматика–Приводы.

6.3. Интернет-ресурсы

1. АВОК – Некоммерческое Партнерство инженеров по отоплению, вентиляции, кондиционированию воздуха, теплоснабжению и строительной теплофизике // <http://www.abok.ru>.
2. Сологаев В.И. Учебный сайт по гидравлике // <http://sologaev2010.narod.ru>.

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для проведения лекционных занятий необходима аудитория, оснащенная мультимедийным оборудованием и компьютером.

Для проведения лабораторных работ имеется лаборатория общей гидравлики, оснащенная следующим оборудованием:

- приборы для измерения давления;
- стенд «Режимы течения жидкости»;
- стенд гидравлический универсальный ТМЖ2М.

Рабочую программу составил к.т.н., доцент кафедры ТГВ и Г Угорова С.В.  _____

Рецензент: к.т.н.,
начальник ПСО ООО «Климат-сервис» Сущинин А.А.  _____


Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТГВ и Г.

Протокол № 8 от 19 апреля 2022 года.

Зав. кафедрой ТГВ и Г Угорова С.В.  _____

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии
направления 08.03.01 «Строительство».

Протокол № 8 от 25 апреля 2022 года.

Председатель комиссии директор ИАСЭ Авдеев С.Н.  _____

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 2022/2023 учебный год

Протокол заседания кафедры № 9 от 17 мая 2022 года

Заведующий кафедрой _____

