

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**  
**(БГТУ им. В.Г. Шухова)**



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
дисциплины**

**Механика жидкости и газа**

направление подготовки:

15.03.01 Машиностроение

профиль подготовки:

Технологии, оборудование и автоматизация  
машиностроительных производств

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

заочная

**Институт: архитектурно-строительный**

**Кафедра: теплогазоснабжения и вентиляции**

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению 15.03.01 Машиностроение, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 09 августа 2021 г. № 727.
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2022 году.

Составитель:  к.т.н., доцент Ю.Г. Овсянников

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой  
«Технология машиностроения»

Заведующий кафедрой:  д.т.н., проф. Т.А. Дююн

« 22 » апреля 2022 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры  
«Теплогазоснабжения и вентиляции»

« 15 » апреля 2022 г., протокол № 11 

Заведующий кафедрой:  д.т.н., проф. В.А. Уваров

Рабочая программа одобрена методической комиссией института  
«Инженерно-строительного»

« 28 » апреля 2022 г., протокол № 9

Председатель  к.т.н., доцент А.Ю. Феоктистов

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-13. Способен применять стандартные методы расчета при проектировании деталей и узлов изделий машиностроения	ОПК-13.4. Применяет основы кинематики и динамики жидкостей и газов для выполнения гидравлических расчетов.	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p><b>Знать:</b> - основные законы статики, кинематики и динамики жидкости, а также особенности их применения для описания гидродинамических процессов;</p> <p><b>Уметь:</b> - определять давление в покоящейся и движущейся жидкости, рассчитывать силу гидростатического давления на плоские и криволинейные поверхности, производить гидравлический расчет трубопроводов, определять пропускную способность отверстий и насадков, энергетические показатели гидродинамических потоков.</p> <p><b>Владеть:</b> комплексом теоретических положений и навыками практических расчетов в области механики жидких сред, необходимых для последующей профессиональной деятельности</p>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**Компетенция** ОПК-13. Способен применять стандартные методы расчета при проектировании деталей и узлов изделий машиностроения

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Теоретическая механика
2	Теория механизмов и машин
3	Сопротивление материалов
4	Детали машин и основы конструирования
5	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зач. единиц, 108 часов.

Форма промежуточной аттестации – зачет.

Вид учебной работы <sup>1</sup>	Всего часов	Семестр № 5	Семестр № 6
Общая трудоемкость дисциплины, час	108	3	108
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	8		8
лекции	4	2	2
лабораторные	2		2
практические	2		2
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации <sup>2</sup>			
<b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>	100		99
Курсовой проект			
Курсовая работа			
Расчетно-графическое задание			
Индивидуальное домашнее задание	9		9
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	83	1	82
Форма промежуточная аттестация	зачет		зачет

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 4.1 Наименование тем, их содержание и объем

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практич. занятия	Лаборатор. занятия	Самостоят. работа
	<b>Семестр 5 (установочная сессия)</b>	2			1
	<b>Семестр 6</b>				
1	Гидростатика				
	Гипотеза сплошной среды. Капельные и газообразные жидкости. Модель идеальной жидкости и газа. Гидравлика и аэродинамика. Масса, плотность, удельный вес жидкости и газов. Сжимаемость, температурное расширение. Вязкость, текучесть. Капиллярные явления, поверхностное натяжения. Ньютоновские и не-	0,5	0,5	0,5	12

	<p>ньютоновские.</p> <p>Силы, действующие на жидкость. Гидростатическое давление и его свойства. Дифференциальное уравнение покоящейся жидкости (уравнение Эйлера). Равновесие в поле сил тяжести. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля и его практическое приложение. Абсолютное, избыточное и вакуумметрическое давления. Пьезометрическая высота, пьезометрический напор. Сила давления на плоские и криволинейные поверхности. Закон Архимеда. Равновесие газа в поле сил тяжести. Изотермическое изменение состояния газа. Относительный покой жидкости.</p>				
2	<p>Основы кинематики и динамики жидких сред.</p>				
	<p>Основные понятия кинематики: установившееся и неустановившееся движение, линия тока, элементарная струйка, живое сечение, гидравлический радиус, средняя скорость потока жидкости. Уравнение расхода. Уравнение неразрывности потока. Дифференциальные уравнения движения потока невязкой и вязкой жидкости (уравнения Эйлера и Навье-Стокса). Динамическое давление. Уравнение Бернулли для идеальной жидкости, энергетический и геометрический смысл уравнения. Уравнение Бернулли для вязкой жидкости, коэффициент Кориолиса. Уравнение количества энергии. Теорема импульсов. Потенциал скорости. Связь потенциала скорости с функцией тока. Циркуляция скорости. Теорема Томсона. Функции тока для двухмерных течений несжимаемой жидкости. Вихревое и безвихревое движения. Уравнения компонентов вихря. Кинематика плоских потенциальных течений.</p> <p>Общие сведения о гидравлических потерях. Потери напора на трение, формула Дарси-Вейсбаха. Режимы движения жидкости. Критерий Рейнольдса. Особенности ламинарного движения жидкости, распределение скоростей по сечению трубы, потери на трение, формула Пуазейля-Гагена. Электродинамическая аналогия. Турбулентное движение, пульсации скоростей и давлений. Абсолютная и относительная шероховатость трубопроводов. Графики Никурадзе, Мурина. Гидравлически гладкие и шероховатые трубы, квадратичная область сопротивления. Местные гидравлические сопротивления, основные виды сопротивлений. Коэффициент местного сопротивления, эквивалентная длина трубопровода.</p> <p>Элементы газовой динамики. Одномерное течение газа, течение в сужающемся канале, сопло Лавалья. Связь между скоростями течения газа и скоростью звука. Число Маха.</p> <p>Моделирование гидроаэродинамических явлений. Гидродинамическое подобие, критерии подобия. Частичное моделирование по критериям Рейнольдса и Фруда. Метод анализа размерностей. Пи-теорема. Электродинамическая аналогия.</p>	0,5	0,5	0,5	32
3	<p>Гидравлический расчет трубопроводов</p>				
	<p>Классификация трубопроводов. Расчет простого трубопровода, три задачи, численные методы решения. Расчет длинных трубопроводов в области квадратичного сопротивления, удельное сопротивление трубопровода, модуль расхода. Последовательное и параллельное соединение трубопроводов, построение совместной характеристики. Расчет сложных трубопроводов.</p> <p>Неустановившееся движение потока в круглой трубе, инерционный напор. Гидравлический удар, скорость фронта ударной волны, фаза гидроудара. Прямой и не прямой гидроудар, формула Жуковского. Способы борьбы с гидроударом.</p>	0,5	0,5	0,5	20
4.	<p>Работа нагнетателя на сеть</p>				
	<p>Классификация нагнетателей, используемых для перемещения жидкостей и газов. Основные рабочие параметры. Характеристика сети. Давление нагнетателя, работающего в сети. Метод наложения характеристик, рабочая точка. Особенности</p>	0,5	0,5	0,5	20

	определения рабочей точки динамических и объемных нагнетателей. Регулировка подачи нагнетателей. Совместная работа нагнетателей. Выбор нагнетателей				
	ВСЕГО	4	2	2	83

#### 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 6				
1	Гидростатика	Дифференциальное уравнение покоящейся жидкости (уравнение Эйлера), его интегрирование. Закон Паскаля. Гидростатические парадоксы (примеры).	0,5	0,5
2	Основы кинематики и динамики жидких сред.	Уравнение расхода. Уравнение неразрывности потока применительно к жидкостям и газам, практическое использование. Динамическое давление. Гидродинамические парадоксы (втягивающее действие струи) Энергетический и геометрический смысл уравнения Бернулли, примеры практического использования. Уравнение количества энергии. Теорема импульсов, примеры практического использования. Электрогидродинамическая аналогия. Построение электрического аналога гидравлической сети.	0,5	0,5
3	Гидравлический расчет трубопроводов	Расчет простого трубопровода, три задачи, численные методы решения. Построение характеристики простого и сложного трубопроводов	0,5	0,5
4.	Работа нагнетателя на сеть	Определение рабочей точки и эксплуатационных характеристик нагнетателя при его работе на сеть.	0,5	0,5
ИТОГО:			2	2
ВСЕГО:				4

#### 4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 6				
1	Гидростатика	Измерение статического, динамического и полного давлений. Распределение гидростатического напора в разнородных жидкостях	0,5	0,5
2	Основы кинематики и динамики жидких сред.	Исследование режимов движения жидкости. Определение коэффициента трения (коэффициента Дарси). Определение коэффициента местного сопротивления. Истечение через отверстия и насадки. Построение электрического аналога гидравлической сети.	0,5	0,5
3	Гидравлический расчет трубопроводов	Построение расходной характеристики простого и сложного трубопроводов. Исследование характеристик параллельного и последовательного соединенных трубопроводов.	0,5	0,5

4.	Работа нагнетателя на сеть	Определение рабочей точки и эксплуатационных характеристик нагнетателя при его работе на сеть.	0,5	0,5
ИТОГО:			2	2
ВСЕГО:				4

#### 4.4. Содержание курсовой работы

Не предусмотрена учебным планом

#### 4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Предусматривается выполнение индивидуального домашнего задания по одному из вариантов.

1. Гидравлический расчет системы водоснабжения.
2. Гидравлический расчет системы объемного привода
3. Аэродинамический расчет местной системы вентиляции.

### 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

#### 5.1. Реализация компетенций

**Компетенция ПК-13** Способен применять стандартные методы расчета при проектировании деталей и узлов изделий машиностроения.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-13.4 – Применяет основы кинематики и динамики жидкостей и газов для выполнения гидравлических расчетов.	Защита лабораторных работ, устный опрос на практических занятиях, зачет.

#### 5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

(перечень контрольных вопросов для зачета)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Гидростатика	<p>Основные физические свойства жидкостей и газов: плотность, удельный вес, вязкость, сжимаемость.</p> <p>Понятие идеальной жидкости, ее свойства</p> <p>Физический смысл гидростатического давления. Его свойства</p> <p>Основное уравнение гидростатики</p> <p>Закон Паскаля</p> <p>Абсолютное, избыточное и вакуумметрическое давления.</p> <p>Сила давления на плоские поверхности.</p> <p>Сила давления на криволинейные поверхности.</p> <p>Пьезометрическая высота, пьезометрический напор. Его связь с давлением</p> <p>Закон Архимеда.</p> <p>Относительный покой жидкости. Примеры</p>
2	Основы кинематики	Основные понятия кинематики: установившееся и неустановив-

	ки и динамики жидких сред.	<p>шее движение, линия тока, элементарная струйка, живое сечение, гидравлический радиус, средняя скорость потока жидкости.</p> <p>Уравнение расхода. Уравнение средней скорости.</p> <p>Уравнение Бернулли для идеальной жидкости, энергетический и геометрический смысл уравнения.</p> <p>Динамическое давление. Приборы для определения динамического давления.</p> <p>Уравнения изменения количества движения, частные случаи использования уравнения.</p> <p>Связь между скоростями течения газа и скоростью звука. Число Маха.</p> <p>Общие сведения о гидравлических потерях.</p> <p>Потери напора на трение, формула Дарси- Вейсбаха.</p> <p>Режимы движения жидкости. Критерий Рейнольдса.</p> <p>Турбулентное движение, пульсации скоростей и давлений.</p> <p>Гидравлически гладкие и шероховатые трубы, Абсолютная и относительная шероховатость трубопроводов. Графики Никурадзе, Мурина, квадратичная область сопротивления.</p> <p>Местные гидравлические сопротивления, основные виды сопротивлений. Коэффициент местного сопротивления. Взаимное влияние местных сопротивлений.</p> <p>Потери напора при изменении сечения трубопровода, теорема Борда-Карно.</p> <p>Построение расходной характеристики простого трубопровода.</p> <p>Гидродинамическое подобие, критерии подобия. Частичное моделирование по критериям Рейнольдса и Фруда</p> <p>Электрогидродинамическая аналогия.</p>
3	Гидравлический расчет трубопроводов	<p>Классификация трубопроводов. Расчет простого трубопровода, три задачи, численные методы решения.</p> <p>Последовательное и параллельное соединение трубопроводов, построение совместной характеристики. Расчет сложных трубопроводов.</p> <p>Гидравлический удар, скорость фронта ударной волны, фаза гидроудара.</p> <p>Прямой и не прямой гидроудар, формула Жуковского. Способы борьбы с гидроударом</p> <p>Определение расхода при истечении из отверстий в тонкой стенке.</p> <p>Истечение газов из емкостей под давлением, критическая скорость.</p>
4.	Работа нагнетателя на сеть	<p>Динамические и объемные нагнетатели. Основные рабочие параметры нагнетателей.</p> <p>Давление нагнетателя, работающего в сети. Метод наложения характеристик, рабочая точка.</p> <p>Особенности определения рабочей точки для отопительно-вентиляционных систем и систем аспирации и пневмотранспорта.</p> <p>Работа нагнетателя на сеть с постоянным давлением или разряжением.</p> <p>Регулировка подачи нагнетателей.</p> <p>Совместная работа нагнетателей. Параллельное, последовательное и смешанное включение нагнетателей.</p>

### 5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

**Текущий контроль** осуществляется в течение семестра в форме выполнения и защиты лабораторных работ, решения задач на практических занятиях, выполнения ИДЗ.

**Лабораторные работы.** Допуск к выполнению лабораторных работ проводится в форме собеседования преподавателя со студентом по теме работы после оформления работы в тетради. Выполнение работ проходит на лабораторных установках в специализированной аудитории. Защита лабораторных работ производится после проверки правильности выполнения задания и оформления отчета. Защита проводится в форме собеседования по теме лабораторной работы. Примерный перечень контрольных вопросов для допуска и защиты лабораторных работ представлен в таблице.

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
1	<p>Измерение статического, динамического и полного давлений.</p> <p>Распределение гидростатического напора в разнородных жидкостях</p>	<p>Что принято за ноль при отсчете абсолютного давления? Можно ли мановакумометром измерить абсолютное давление? Какая связь существует между плотностью и удельным весом жидкости?</p> <p>Как пересчитать давление в напор? Поясните принцип действия трубки Пито-Прандля. Как перевести показания микроманометра ММ-250 в Па? Почему микроманометра ММ-250 заправляется спиртом? Каково максимальное значение вакуумметрического напора? Поясните эффект фонтана Герона. Почему глубинные насосы опускают в скважину, а не располагают наверху, что более удобно? Перечислите свойства гидростатического давления. Как изменяется гидростатическое давление с увеличением глубины погружения? Изобразите эпюру абсолютного и избыточного гидростатического давления, действующего на вертикальную стенку и горизонтальное дно открытого сосуда с жидкостью. Объясните устройство и принцип действия жидкостных приборов: пьезометра, манометра, вакуумметра, дифференциального манометра. Объясните принцип действия механических приборов для измерения давления. Как влияет высота установки механического манометра на его показания?</p>
2	<p>Исследование режимов движения жидкости.</p>	<p>Дайте определение вязкости жидкости. Назовите характеристики вязкости, их размерность и связь между ними. Как изменяется вязкость капельных жидкостей и газов при изменении температуры и давления? Сформулируйте закон жидкостного трения Ньютона. Что называется идеальной жидкостью? В каких случаях используется эта модель жидкости? Дайте определение траектории жидкой частицы, линии тока, трубки тока, струи, живого сечения потока, элементарной струйки. Что называется расходом жидкости, и каковы единицы его измерения? Дайте определение средней скорости потока. По какой формуле она определяется? Что называется уравнением неразрывности потока жидкости? Как изменится средняя скорость в живом сечении потока, если площадь сечения уменьшить (увеличить) в два раза?</p>

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
		<p>Какое различие между установившимся и неустановившимся, равномерным и неравномерным движением жидкости?</p> <p>В чем состоит отличие ламинарного режима движения жидкости от турбулентного?</p> <p>Перечислите факторы, от которых зависит режим движения жидкости. Назовите критерий, определяющий режим движения жидкости, напишите его формулу, укажите его размерность.</p> <p>В чем физический смысл числа Рейнольдса?</p> <p>Что называется, критическим числом Рейнольдса? Чему равно его значение для потока жидкости в круглой трубе?</p> <p>Зачем нужно знать режим движения жидкости?</p>
3	<p>Определение коэффициента трения (коэффициента Дарси).</p>	<p>Напишите формулу для определения потерь напора на трение по длине.</p> <p>От чего зависит коэффициент гидравлического трения в общем случае?</p> <p>Дайте определение эквивалентной шероховатости.</p> <p>Какие существуют зоны сопротивления при движении жидкости в трубах?</p> <p>От чего зависит коэффициент трения в каждой зоне?</p> <p>Какой степени скорости пропорциональна потеря напора по длине для различных зон сопротивления?</p> <p>Чем объясняется возрастание гидравлического сопротивления при переходе от ламинарного режима к турбулентному?</p> <p>От чего зависит степень влияния шероховатости труб на гидравлическое сопротивление при турбулентном режиме?</p> <p>Почему формула Альтшуля называется универсальной? Для каких зон сопротивления она применима?</p>
4	<p>Определение коэффициента местного сопротивления.</p>	<p>Что называется, потерей напора на преодоление гидравлических сопротивлений?</p> <p>Назовите два вида потерь напора.</p> <p>Напишите формулу для определения местных потерь напора.</p> <p>От чего зависит коэффициент местного сопротивления при ламинарном и турбулентном режиме?</p> <p>Дайте определение эквивалентной длины местного сопротивления.</p> <p>Как определяются потери напора опытным путем?</p> <p>Что способствует снижению величины кмс?</p>
5	<p>Истечение через отверстия и насадки при постоянном напоре.</p>	<p>В каком случае отверстие в стенке бака, из которого происходит истечение, называется малым?</p> <p>Как определяются коэффициенты истечения (сжатия струи, скорости, расхода) ?</p> <p>Как найти среднюю скорость в сжатом сечении струи и расход при истечении жидкости через малое отверстие при постоянном напоре?</p> <p>Как определяется расход жидкости при истечении через затопленное отверстие?</p> <p>Что называется насадками?</p> <p>Каковы простейшие типы насадков и их характеристики?</p> <p>Какое давление возникает внутри цилиндрического насадка при истечении в атмосферу? Каково условие нормальной работы насадка?</p> <p>Как найти время полного опорожнения вертикального цилиндрического резервуара?</p>
6	<p>Построение электрического</p>	<p>Назовите методы аналогий, их назначение, достоинства и недостатки. Электрогидродинамическая аналогия. Область применения. Достоин-</p>

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
	аналога гидравлической сети	ства и недостатки. Назовите особенности циркуляционного обтекания. Объясните, в чем заключается условие Чаплыгина – Жуковского. Дайте определение понятия прямая (обратная) задача гидродинамики. Объясните, в каком случае правомерно решать задачи обтекания суперпозиции отдельных решений.
7	Построение расходной характеристики простого трубопровода. Исследование характеристик параллельного и последовательного соединений трубопроводов.	Что называют простым трубопроводом? Какой функцией описывается характеристика сети? Как изменяется характеристика сети при увеличении гидравлического сопротивления? Как осуществляют построение характеристики сети трубопроводов соединённых последовательно? В каких случаях используют последовательное соединение трубопроводов? Как построить характеристику сети трубопроводов соединённых параллельно? В каких случаях используют параллельное соединение трубопроводов
8	Определение рабочей точки и эксплуатационных характеристик нагнетателя при его работе на сеть	Можно ли мановакумометром измерить абсолютное давление? Как пересчитать давление, развиваемое насосом в напор? Как зная ток протекающий по обмотке электродвигателя определить потребляемую мощность? Поясните смысл выражения «правило двух манометров». Поясните принцип действия трубки Пито-Прандля. Как перевести показания микроманометра ММ-250 в Па. Почему микроманометра ММ-250 заправляется спиртом? Почему при пуске центробежного насоса его предварительно заливают водой и перекрывают выходной вентиль? Почему глубинные насосы опускают в скважину, а не располагают наверху что более удобно? Основные параметры насосов: подача, напор, полезная мощность, потребляемая мощность и КПД. Что такое напор центробежного насоса, как его измерить?

#### Критерии оценивания лабораторной работы.

Оценка	Критерии оценивания
5	Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом, отсутствуют ошибки при описании теории, формулирует собственные, самостоятельные, обоснованные, аргументированные суждения, представляет полные и развернутые ответы на дополнительные вопросы.
4	Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом, отсутствуют ошибки при описании теории, формулирует собственные, самостоятельные, обоснованные, аргументированные суждения, допуская незначительные ошибки на дополнительные вопросы.
3	Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом на минимально допустимом уровне, присутствуют незначительные ошибки при описании теории, испытывает затруднения в формулировке собственных обоснованных и аргументированных суждений, допуская незначительные ошибки на дополнительные вопросы.
2	Работа выполнена не полностью. Студент практически не владеет теоретическим материалом, допуская ошибки по существу рассматриваемых (обсуждаемых) вопросов, испытывает затруднения в формулировке собственных обоснованных и аргументированных суждений, допускает ошибки при ответе на дополнительные вопросы.

### Практические занятия.

Практические занятия посвящены решению разноуровневых задач и заданий, образцы которых представлены ниже.

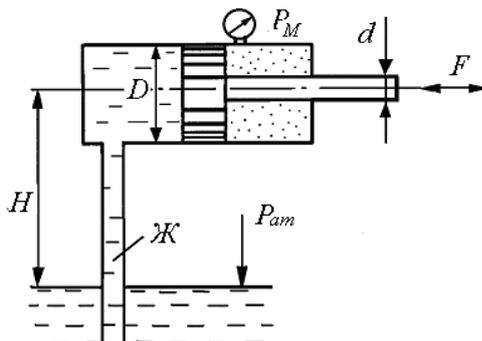
Определить диаметр трубопровода, по которому подается жидкость Ж (вода пресная) с расходом  $Q = 0,003 \text{ м}^3/\text{с}$  из условия получения в нем максимально возможной скорости при сохранении ламинарного режима. Температура жидкости  $t = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ .

При ламинарном режиме движения жидкости по горизонтальному трубопроводу диаметром  $d = 30 \text{ см}$  расход равнялся  $Q = 0,003 \text{ м}^3/\text{с}$ , а падение пьезометрической высоты на участке данной  $l = 2 \text{ м}$  составило  $H = 0,3 \text{ м}$ . Определить кинематический и динамический коэффициенты вязкости перекачиваемой жидкости.

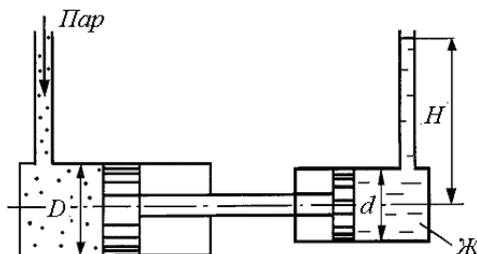
Определить время закрытия задвижки, установленной на свободном конце стального водопровода диаметром  $d = 250 \text{ мм}$ , длиной  $l = 1200 \text{ м}$ , с толщиной стенки  $\delta = 3,5 \text{ мм}$ , при условии, чтобы максимальное повышение давления в водопроводе было в три раза меньше, чем при мгновенном закрытии задвижки. Через сколько времени после мгновенного закрытия задвижки повышение давления распространится до сечения, находящегося на расстоянии  $0,7 \cdot l$  от задвижки?

Определить величину и направление силы  $F$ , приложенной к штоку поршня для удержания его на месте. Справа от поршня находится воздух, слева от поршня и в резервуаре, куда опущен открытый конец трубы, – жидкость Ж (масло касторовое).

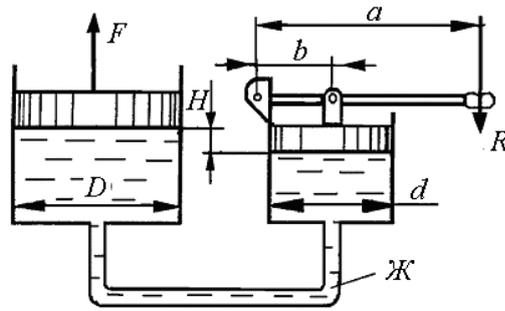
Показания пружинного манометра  $P_M = 0,05 \text{ МПа}$ ,  $H = 2 \text{ м}$ ,  $d = 50 \text{ мм}$ ,  $D = 200 \text{ мм}$ .



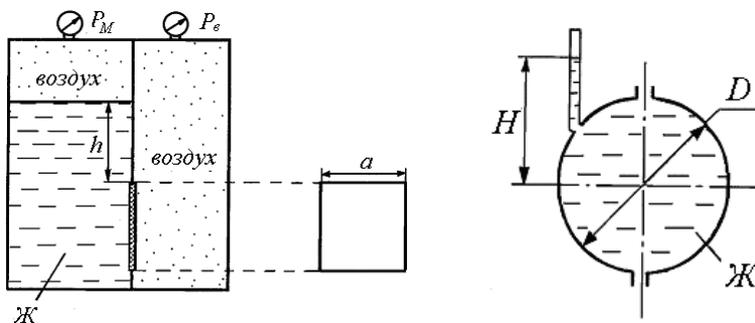
Паровой прямодействующий насос подает жидкость Ж (вода пресная) на высоту  $H = 22 \text{ м}$ . Каково абсолютное давление пара, если диаметр парового цилиндра  $D = 500 \text{ мм}$ , а насосного цилиндра  $d = 100 \text{ мм}$ ? Потерями на трение пренебречь.



Определить силу прессования  $F$ , развиваемую гидравлическим прессом, у которого диаметр большого плунжера  $D = 200 \text{ мм}$ , диаметр меньшего плунжера  $d = 30 \text{ мм}$ . Большой плунжер расположен выше меньшего на величину  $H = 4 \text{ м}$ , рабочая жидкость Ж (масло минеральное), усилие, приложенное к рукоятке,  $R = 5 \text{ кгс}$ , плечи рычага  $a = 1 \text{ м}$ ,  $b = 15 \text{ мм}$ .



Замкнутый резервуар разделен на две части плоской перегородкой, имеющей квадратное отверстие со стороной  $a = 0,4$  м, закрытое крышкой. Давление над жидкостью Ж (масло трансформаторное), в левой части резервуара определяется показаниями манометра  $P_M = 50$  КПа, давление воздуха в правой части – показаниями вакуумметра  $P_v = -30$  КПа. Определить величину и точку приложения результирующей силы давления на крышку, если  $h = 1,5$  м.



Шар диаметром  $D=1$  м наполнен жидкостью Ж (масло турбинное). Уровень жидкости в пьезометре, присоединенном к шару, установился на высоте  $H=12$  м от оси шара. Определить силу давления на боковую половину внутренней поверхности шара. Показать на чертеже вертикальную и горизонтальную составляющие, а также полную силу давления.

Критерии оценивания решения задач:

Оценка	Критерии оценивания
Отлично	Задача решена в полном объеме без ошибок.
Хорошо	Задача решена в полном объеме с незначительными ошибками, которые студент самостоятельно способен устранить.
Удовл.	Задача решена с ошибками, которые студент способен устранить используя помощь преподавателя.
Неуд.	Задача решена частично, допущены принципиальные ошибки.

**Тестирование.** По основным темам лекционного и практического курсов предусмотрены тестовые вопросы, содержание некоторых из них, представлено ниже.

Сжимаемость- это свойство жидкости

- изменять свою форму под действием давления;
- изменять свой объем под действием давления;
- сопротивляться воздействию давления, не изменяя свою форму;
- изменять свой объем без воздействия давления.

Коэффициент объемного сжатия определяется по формуле

$$\text{а) } \beta_V = -\frac{1}{V} \frac{dV}{dP}; \quad \text{б) } \beta_V = -\frac{1}{V} \frac{dV}{dP};$$

$$\text{в) } \beta_V = \frac{1}{V} \frac{dP}{dV}; \quad \text{г) } \beta_V = -\frac{1}{P} \frac{dP}{dV}.$$

Кинематический коэффициент вязкости обозначается греческой буквой

- $\nu$ ;
- $\mu$ ;

- в)  $\eta$ ;
- г)  $\tau$ .

Как называются разделы, на которые делится гидравлика?

- а) гидростатика и гидромеханика;
- б) гидромеханика и гидродинамика;
- в) гидростатика и гидродинамика;
- г) гидрология и гидромеханика.

Гидростатическое давление - это давление присутствующее

- а) в движущейся жидкости;
- б) в покоящейся жидкости;
- в) в жидкости, находящейся под избыточным давлением;
- г) в жидкости, помещенной в резервуар.

Свойство гидростатического давления гласит

- а) в любой точке жидкости гидростатическое давление перпендикулярно площадке касательной к выделенному объему и действует от рассматриваемого объема;
- б) в любой точке жидкости гидростатическое давление перпендикулярно площадке касательной к выделенному объему и действует внутрь рассматриваемого объема;
- в) в каждой точке жидкости гидростатическое давление действует параллельно площадке касательной к выделенному объему и направлено произвольно;
- г) гидростатическое давление неизменно во всех направлениях и всегда перпендикулярно в точке его приложения к выделенному объему.

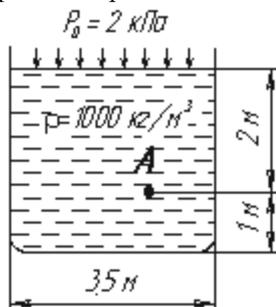
Уравнение, позволяющее найти гидростатическое давление в любой точке рассматриваемого объема называется

- а) основным уравнением гидростатики;
- б) основным уравнением гидродинамики;
- в) основным уравнением гидромеханики;
- г) основным уравнением гидродинамической теории.

Основное уравнение гидростатического давления записывается в виде

- а)  $P = P_{атм} + \rho gh$ ;
- б)  $P = P_0 - \rho gh$ ;
- в)  $P = P_0 + \rho gh$ ;
- г)  $P = P_0 + \rho \gamma h$ .

Чему равно гидростатическое давление в точке А ?



- а) 19,62 кПа;
- б) 31,43 кПа;
- в) 21,62 кПа;
- г) 103 кПа.

Площадь поперечного сечения потока, перпендикулярная направлению движения называется

- а) открытым сечением;
- б) живым сечением;
- в) полным сечением;
- г) площадь расхода.

Отношение живого сечения к смоченному периметру называется

- а) гидравлическая скорость потока;
- б) гидродинамический расход потока;
- в) расход потока;
- г) гидравлический радиус потока.

Движение, при котором скорость и давление изменяются не только от координат пространства, но и от времени называется

- а) ламинарным;
- б) стационарным;
- в) неустановившимся;
- г) турбулентным.

Течение жидкости со свободной поверхностью называется

- а) установившееся;
- б) напорное;
- в) безнапорное;
- г) свободное.

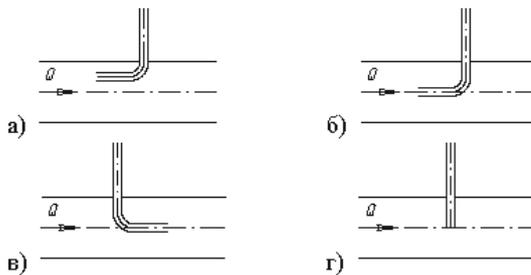
Уравнение неразрывности течений имеет вид

- а)  $s_1 v_2 = s_2 v_1 = \text{const}$ ;
- б)  $s_1 v_1 = s_2 v_2 = \text{const}$ ;
- в)  $s_1 s_2 = v_1 v_2 = \text{const}$ ;
- г)  $s_1 / v_1 = s_2 / v_2 = \text{const}$ .

Уравнение Бернулли для идеальной жидкости имеет вид

- а)  $z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g}$
- б)  $z_1 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} + \sum h$ ;
- в)  $z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g}$ ;
- г)  $z_1 + \frac{v_1}{\rho g} + \alpha_1 \frac{P_1^2}{2g} = z_2 + \frac{v_2}{\rho g} + \alpha_2 \frac{P_2^2}{2g}$ .

На каком рисунке трубка Пито установлена правильно



Линейные потери вызваны

- а) силой трения между слоями жидкости;
- б) местными сопротивлениями;
- в) длиной трубопровода;
- г) вязкостью жидкости.

Местные потери энергии вызваны

- а) наличием линейных сопротивлений;
- б) наличием местных сопротивлений;
- в) массой движущейся жидкости;
- г) инерцией движущейся жидкости.

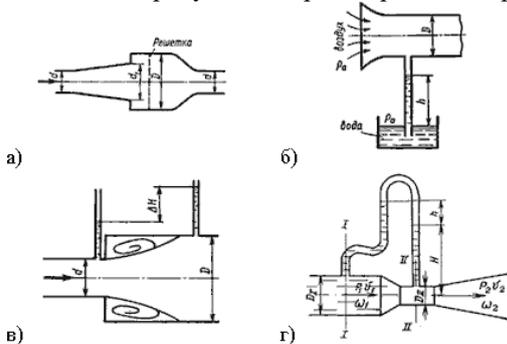
Для измерения скорости потока используется

- а) трубка Пито;
- б) пьезометр;
- в) вискозиметр;
- г) трубка Вентури.

Уровень жидкости в трубке Пито поднялся на высоту  $H = 15$  см. Чему равна скорость жидкости в трубопроводе

- а) 2,94 м/с;
- б) 17,2 м/с;
- в) 1,72 м/с;
- г) 8,64 м/с.

Укажите, на каком рисунке изображен расходомер Вентури



Критерии оценивания тестового опроса: 70% правильных ответов – удовлетворительно, 80% - хорошо, 90% - отлично.

## 5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме зачета используется следующая шкала оценивания: зачтено, не зачтено.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знать	Основные законы статики, кинематики и динамики жидкости, а также особенности их применения для описания гидродинамических процессов
Уметь	Определять давление в покоящейся и движущейся жидкости, рассчитывать силу гидростатического давления на плоские и криволинейные поверхности, производить гидравлический расчет трубопроводов, определять пропускную способность отверстий и насадков, энергетические показатели гидродинамических потоков.
Владеть навыками	Комплексом теоретических положений и навыками практических расчетов в области механики жидких сред, необходимых для последующей профессиональной деятельности

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенции по показателю **Знания**

Критерий	Критерий	
	Не зачтено	зачтено
Знание основных законов статики, кинематики и динамики жидкости, а также особенности их применения для описания гидродинамических процессов	Не знает основные законы статики, кинематики и динамики жидкости, а также особенности их применения для описания гидродинамических процессов	Знает основные законы статики, кинематики и динамики жидкости, а также особенности их применения для описания гидродинамических процессов

Оценка сформированности компетенций по показателю **Умения**

Критерий	Критерий	
	Не зачтено	зачтено
Умение определять давление в покоящейся и движущейся жидкости, рассчитывать силу гидростатического давления на плоские и криволинейные поверхности, производить гидравлический расчет трубопроводов, определять пропускную способность отверстий и насадков, энергетические показатели гидродинамических потоков.	Не умеет определять давление в покоящейся и движущейся жидкости, рассчитывать силу гидростатического давления на плоские и криволинейные поверхности, производить гидравлический расчет трубопроводов, определять пропускную способность отверстий и насадков, энергетические показатели гидродинамических потоков.	Умеет определять давление в покоящейся и движущейся жидкости, рассчитывать силу гидростатического давления на плоские и криволинейные поверхности, производить гидравлический расчет трубопроводов, определять пропускную способность отверстий и насадков, энергетические показатели гидродинамических потоков.

Оценка сформированности компетенций по показателю **Владеть навыками**

Критерий	Не зачтено	зачтено
	Владение комплексом теоретических положений и навыками практических расчетов в области механики жидких сред, необходимых для последующей профессиональной деятельности.	Не владеет комплексом теоретических положений и навыками практических расчетов в области механики жидких сред, необходимых для последующей профессиональной деятельности.

**Промежуточная аттестация** осуществляется в конце семестра в форме **зачета с оценкой**.

Если студент по всем формам текущего контроля демонстрирует результаты обучения (знать, уметь, владеть) соответствующие:

высокому уровню (отлично) – зачет проставляется автоматически,

базовому уровню (хорошо) – собеседование по 1 вопросу из теоретического курса;

пороговому уровню (удовлетворительно) - собеседование по 2,3 вопросам из теоретического курса.

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Аудитория для проведения лекционных занятий (ГУК 312)	Презентационная техника, комплект электронных презентаций.
2	Лаборатория гидравлики и гидравлических машин (ГУК 003), предназначена для проведения лабораторных и практических занятий.	Оснащена лабораторными установками: - измерения статического, динамического и полного давлений. - распределения гидростатического напора в разнородных жидкостях - исследования режимов движения жидкости. - построения расходной характеристики простого и сложного трубопроводов. - исследования характеристик гидравлического удара. - определения рабочего объема насоса, - снятия напорной характеристики насоса, - регулируемого привода поступательного движения/
3	Методический кабинет (ГУК 312а), компьютерный зал (ГУК 313) предназначены для самостоятельной работы студентов	Наглядные пособиями, методическая литература, презентационная техника, комплект электронных презентаций.

## 6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
Microsoft Windows 10 Корпоративная	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017
Microsoft Office Professional Plus 2016	СоглашениеMicrosoftOpenValueSubscriptionV6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 19.08.2020 Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) KasperskyEndpointSecurity от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2022г.
GoogleChrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
MozillaFirefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

## 6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

### Перечень основной литературы:

1. Овсянников Ю. Г. Гидравлика: учебное пособие. – Белгород: Изд-во БГТУ им В.Г. Шухова, 2018. - 118 с. - Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2018032213124946100000656551>
2. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы: учеб. для студентов высш. техн. учеб. заведений / Т. М. Башта [и др.]. - 2-е изд., перераб., репринт. изд. - Москва : Альянс, 2013. - 416 с.
3. Гидравлика: метод. указания к выполнению лаб. работ / сост.: Т. Н. Ильина, Ю. Г. Овсянников, А. Ю. Феокистов, С. В. Староверов. - Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2012. - 43 с. Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/?searchType=User&BasicSearchString=%D0%B8%D0%BB%D1%8C%D0%B8%D0%BD%D0%B0&ViewMode=false&PackId=0&page=1>
- 4 Крестин, Е. А. Задачник по гидравлике с примерами расчетов [Электронный ресурс] / Е. А. Крестин. - Москва: Лань", 2014. Режим доступа:<https://e.lanbook.com/book/50160>
5. Наумова, О. В. Основы гидравлики, механики жидкости и газа : учебно-методическое пособие / О. В. Наумова, Д. С. Катков. — Саратов : Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2020. — 160 с. — ISBN 978-5-7433-3334-9. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/108695.html> (дата обращения: 19.11.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: <https://doi.org/10.23682/108695>

### Перечень дополнительной литературы:

6. Малашкина, В. А. Гидравлика: учеб. пособие для проведения практ. занятий и самост. работы студентов / В. А. Малашкина. – 2-е изд., стер. – М.: Горная книга, 2009.
7. Савиновских, А. Г. Гидравлика : учебное пособие / А. Г. Савиновских, И. Ю. Коробейникова, Д. А. Новикова. — 2-е изд. — Челябинск, Саратов : Южно-Уральский институт управления и экономики, Ай Пи Эр Медиа, 2019. — 168 с. — ISBN 978-5-4486-0677-9. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/81474.html> (дата обращения: 19.11.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: <https://doi.org/10.23682/81474>
8. Беленков, Ю. А. Гидравлика и гидропневмопривод: учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальности 190201 - Автомобиле - и тракторостроение / Ю. А. Беленков, А. В. Лепешкин, А. А. Михайлин. - М: БАСТЕТ, 2013. - 405 с

9. Лепешкин, А. В. , Михайлин А.А. Гидравлические и пневматические системы: учебник / А. В. Лепешкин, А. А. Михайлин. - М: Академия, 2004. - 331 с.

10. Лепешкин, А. В. , Михайлин А.А. Гидравлические и пневматические системы: учебник / А. В. Лепешкин, А. А. Михайлин ; ред. Ю. А. Беленкова. - 5-е изд., стер. - М: Академия, 2008. - 332 с.

#### **6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем**

1. <http://allcalc.ru/node/498>
2. <http://www.studmed.ru>
3. [http://pump-tech.ru/poleznaya\\_informaciya/voprosy\\_i\\_otvety/voprosy\\_po\\_nasosam/](http://pump-tech.ru/poleznaya_informaciya/voprosy_i_otvety/voprosy_po_nasosam/)
4. <http://www.tehnavigator.ru>
5. <http://www.hydro-pnevmo.ru/topic.php?ID=5>
6. <https://wpcalc.com/gidravlichesкое-soprotivlenie-treniya-trub/>
7. <http://mirgidravliki.ru/inzhenerno-proektny-tsentr/techinfo/kalykulyator.htm>
8. <http://www.astronet.ru/db/msg/1173645>

## 7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ<sup>3</sup>

Рабочая программа утверждена на 20\_\_\_\_ /20\_\_\_\_ учебный год  
без изменений / с изменениями, дополнениями<sup>4</sup>

Протокол № \_\_\_\_\_ заседания кафедры от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_  
подпись, ФИО

---

<sup>3</sup> Заполняется каждый учебный год на отдельных листах

<sup>4</sup> Нужно подчеркнуть