

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины
«Основы гидравлики и теплотехники»

Направление подготовки 08.03.01 Строительство

Профиль Водоснабжение и водоотведение

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года / 4 года и 11 м.

Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2018

Автор программы



/Гармонов К.В./

И.о. заведующего кафедрой
Гидравлики, водоснабжения
и водоотведения



/ Журавлева И.В./

Руководитель ОПОП



/ Бабкин В.Ф./

Воронеж 2021

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины формирование у студентов методов применения основных закономерностей равновесия и движения жидкостей для решения практических задач в области проектирования, строительства и эксплуатации систем водоснабжения и водоотведения.

1.2. Задачи освоения дисциплины

Знать:

- основные законы и расчетные формулы равновесия и движения жидкости;
- основные гидравлические величины и их размерности;
- гидравлические закономерности движения жидкости в напорных трубах и каналах и принципы их гидравлического расчета;
- закономерности истечения жидкости через отверстия и насадки.

Уметь:

- правильно использовать основные расчетные формулы гидравлики при постановке и решении конкретных технических задач;
- использовать разработанные методы и пакеты стандартных программ для нахождения оптимальных вариантов решения гидравлических задач;
- использовать знания по гидравлике в дальнейшем обучении и практической деятельности.

Владеть:

- терминологией, основными понятиями и законами гидравлики и теплотехники;
- методикой прогнозирования поведения основных гидравлических параметров и характеристик потоков в инженерных системах и сооружениях водоснабжения и водоотведения.
- навыками умения работать с современной научно-технической и нормативной литературой по гидравлике и теплотехнике.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Основы гидравлики и теплотехники» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (дисциплина по выбору) блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Основы гидравлики и теплотехники» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-8 - Управление процессом эксплуатации сооружений, технологического и вспомогательного оборудования систем водоснабжения и водоотведения

ПК-9 - Проведение текущих, капитальных ремонтов сетей

водоснабжения и водоотведения и аварийно-восстановительных работ на них

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-8	Знать: отечественные и зарубежные достижения науки гидравлики в области водоснабжения и водоотведения
	Уметь: оценивать новейшие разработки в области гидравлики для подготовки предложений по совершенствованию оборудования в системах водоснабжения и водоотведения
	Владеть: способностью оценки эффективности и надежности процессов эксплуатации систем водоснабжения и водоотведения
ПК-9	Знать: новейшие разработки и достижения в области гидравлики, связанные с работой сетей водоснабжения и водоотведения
	Уметь: пользоваться современным гидравлическим оборудованием для выявления дефектов сетей водоснабжения и водоотведения
	Владеть: способностью оценки пропускной способности сетей водоснабжения и водоотведения с учетом физического износа и технического состояния

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Основы гидравлики и теплотехники» составляет 4 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		5
Аудиторные занятия (всего)	54	54
В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
Самостоятельная работа	54	54
Часы на контроль	36	36
Виды промежуточной аттестации - зачет с оценкой	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	144	144
зач.ед.	4	4

заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		6
Аудиторные занятия (всего)	12	12
В том числе:		
Лекции	4	4
Практические занятия (ПЗ)	4	4
Лабораторные работы (ЛР)	4	4
Самостоятельная работа	128	128
Часы на контроль	4	4
Виды промежуточной аттестации - зачет с оценкой	+	+

Общая трудоемкость: академические часы	144	144
зач.ед.	4	4

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1. Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего час
1	Гидростатика	Введение. Определение гидравлики как науки и ее связь с другими дисциплинами. Краткая история развития науки. Основные физические свойства жидкостей. Понятие идеальной жидкости. Гидростатическое давление и его свойства. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля. Дифференциальное уравнение равновесия и его интегрирование. Сила давления жидкости на плоские стенки. Центр давления. Сила давления жидкости на цилиндрические поверхности. Закон Архимеда.	4	2	6	6	18
2	Основы кинематики и динамики жидкости	Виды движения жидкости. Потоки жидкости и их классификация. Линия тока и элементарная струйка. Геометрические характеристики потока. Расход жидкости. Уравнение сохранения расхода. Дифференциальные уравнения движения жидкости. Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости.	4	2	4	8	18
3	Гидравлические сопротивления	Физическая природа гидравлических сопротивлений. Основное уравнение равномерного движения жидкости. Режимы движения жидкости. Ламинарное движение жидкости в круглой трубе. Формул Стокса. Структураа турбулентного потока. Пограничный слой. Потери напора при турбулентном движении. Местные гидравлические сопротивления. Потери напора при внезапном расширении потока. Формула Борда.	4	2	4	8	18

4	Гидравлический расчет напорных трубопроводов	Простые и сложные трубопроводы. Основные задачи по расчету простых трубопроводов. Последовательно соединенные трубопроводы. Параллельное соединение трубопроводов. Графический метод расчета совместной работы насоса и трубопровода. Неустановившееся движение жидкости в трубе. Гидравлический удар.	2	4	-	12	18
5	Истечение жидкости через отверстия и насадки	Истечение жидкости через малое отверстие в тонкой стенке при постоянном напоре. Сжатие струи. Зависимость коэффициентов истечения от числа Рейнольдса. Истечение под уровнем жидкости. Истечение через большие отверстия. Истечение жидкости через насадки. Вакуум в насадках. Истечение жидкости через отверстия и насадки при переменном напоре. Опорожнение жидкостных резервуаров..	2	4	4	8	18
6	Основы теплотехники	Рабочее тело и основные законы идеального газа. Уравнение состояния газа. Первый закон термодинамики. Термодинамические процессы, энтальпия газа, изменение состояния газа. Второй закон термодинамики. Понятие об энтропии газа и T-S диаграмма.	2	4	-	12	18
Итого			18	18	18	54	108

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего час
1	Гидростатика	Введение. Определение гидравлики как науки и ее связь с другими дисциплинами. Краткая история развития науки. Основные физические свойства жидкостей. Понятие идеальной жидкости. Гидростатическое давление и его свойства. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля. Дифференциальное уравнение равновесия и его интегрирование. Сила давления жидкости на плоские стенки. Центр давления. Сила давления жидкости на цилиндрические поверхности. Закон	1	1	1	19	22

		Архимеда.					
2	Основы кинематики и динамики жидкости	Виды движения жидкости. Потоки жидкости и их классификация. Линия тока и элементарная струйка. Геометрические характеристики потока. Расход жидкости. Уравнение сохранения расхода. Дифференциальные уравнения движения жидкости. Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости.	1	1	1	19	22
3	Гидравлические сопротивления	Физическая природа гидравлических сопротивлений. Основное уравнение равномерного движения жидкости. Режимы движения жидкости. Ламинарное движение жидкости в круглой трубе. Формул Стокса. Структураа турбулентного потока. Пограничный слой. Потери напора при турбулентном движении. Местные гидравлические сопротивления. Потери напора при внезапном расширении потока. Формула Борда.	1	1	1	19	22
4	Гидравлический расчет напорных трубопроводов	Простые и сложные трубопроводы. Основные задачи по расчету простых трубопроводов. Последовательно соединенные трубопроводы. Параллельное соединение трубопроводов. Графический метод расчета совместной работы насоса и трубопровода. Неустановившееся движение жидкости в трубе. Гидравлический удар.	-	1	-	26	27
5	Истечение жидкости через отверстия и насадки	Истечение жидкости через малое отверстие в тонкой стенке при постоянном напоре. Сжатие струи. Зависимость коэффициентов истечения от числа Рельнольдса. Истечение под уровень жидкости. Истечение через большие отверстия. Истечение жидкости через насадки. Вакуум в насадках. Истечение жидкости через отверстия и насадки при переменном напоре. Опорожнение жидкостных резервуаров..	1	-	1	24	26

6	Основы теплотехники	Рабочее тело и основные законы идеального газа. Уравнение состояния газа. Первый закон термодинамики. Термодинамические процессы, энтальпия газа, изменение состояния газа. Второй закон термодинамики. Понятие об энтропии газа и T-S диаграмма.	-	-	-	21	21
		Итого	4	4	4	128	140

5.2. Перечень лабораторных работ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение следующих лабораторных работ

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ
1.	1	Определение вязкости жидкости.
2.	1	Измерение давления в жидкости.
3.	1	Исследование относительного покоя жидкости
4.	2	Исследование уравнения Д. Бернулли.
5.	3	Изучение режимов движения жидкости.
6.	3	Определение коэффициента гидравлического трения
7	3	Определение коэффициентов местных сопротивлений
8	5	Истечение жидкости через отверстия и насадки

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе: «аттестован»; «не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-8	Знать: отечественные и зарубежные достижения науки механики жидкости и газа в области водоснабжения и водоотведения	Тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь: оценивать новейшие разработки в области механики жидкости и газа для подготовки предложений по совершенствованию оборудования в системах водоснабжения и водоотведения	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть: способностью оценки эффективности и надежности процессов эксплуатации систем водоснабжения и водоотведения	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-9	Знать- новейшие разработки и достижения в области механики жидкости и газа, связанные с работой сетей водоснабжения и водоотведения	Тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь- пользоваться современным гидравлическим оборудованием для выявления дефектов сетей водоснабжения и водоотведения	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть - способностью оценки пропускной способности сетей водоснабжения и водоотведения с учетом физического износа и технического состояния	Решение прикладных задач в конкретной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 5 семестре для очной формы обучения, в 6 семестре для заочной формы обучения по четырех балльной системе: «отлично»; «хорошо»; «удовлетворительно»; «неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-8	Знать: отечественные и зарубежные достижения науки механики жидкости и газа в области водоснабжения и водоотведения	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов

	Уметь: оценивать новейшие разработки в области механики жидкости и газа для подготовки предложений по совершенствованию оборудования в системах водоснабжения и водоотведения	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть: способностью оценки эффективности и надежности процессов эксплуатации систем водоснабжения и водоотведения	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-9	Знать: новейшие разработки и достижения в области механики жидкости и газа, связанные с работой сетей водоснабжения и водоотведения	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	
	Уметь: пользоваться современным гидравлическим оборудованием для выявления дефектов сетей водоснабжения и водоотведения	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	
	Владеть: способностью оценки пропускной способности сетей водоснабжения и водоотведения с учетом физического износа и технического состояния	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Чему равняется плотность воды в системе единиц СИ?

- 1) 1000 кг/м^3 ; 2) 1 г/см^3 ; 3) 1000 дин/см^2 ; 4) $1 \text{ м}^3/\text{с}$; 5) 10^5 Н/м^2 .
2. Чему по закону Архимеда равняется выталкивающая сила, действующая на тело, погруженное в жидкость?
- 1) Объему вытесненной им жидкости; 2) Объему тела; 3) Весу вытесненной им жидкости; 4) Весу погружённой части тела; 5) Весу тела.
3. Как направлена сила гидростатического давления к площадке действия?
- 1) Под углом 60° ; 2) Вертикально вверх; 3) Перпендикулярно; 4) Вертикально в низ. 5) Слева направо.
4. Как называется величина, характеризующая количество жидкости, проходящее через живое сечение в единицу времени?
- 1) Скорость; 2) Гидравлический радиус; 3) Коэффициент Шези; 4) Расход; 5) Расходная характеристика.
5. Какова единица измерения расхода в системе СИ?
- 1) $\text{м}^3/\text{с}$; 2) $\text{м}^2/\text{с}$; 3) Н/с^2 ; 4) м/с^2 ; 5) $\text{м}^3/\text{с}$.
6. Как изменится энергия на участке подъема трубопровода постоянного диаметра?
- 1) Полная энергия увеличится; 2) Кинетическая энергия уменьшится; 3) Потенциальная энергия давления уменьшится; 4) Потенциальная энергия давления увеличится; 5) Кинетическая энергия увеличится.
7. Какое движение считается равномерным?
- 1) Движение, параметры которого постоянны во времени; 2) Движение, при котором расход постоянный; 3) Если форма поперечного сечения постоянна по длине потока; 4) Движение с постоянной скоростью по длине потока; 5) Движение в одном направлении.
8. Какую величину даёт произведение плотности и ускорения свободного падения?
- 1) Удельный вес; 2) Коэффициент объемного сжатия; 3) Динамический коэффициент вязкости; 4) Кинематический коэффициент вязкости; 5) Гидростатическое давление.
9. Какое давление показывает манометр?
- 1) Атмосферное; 2) Избыточное; 3) Абсолютное; 4) Весовое; 5) Поверхностное.
10. Какая точка считается центром давления?
- 1) Произвольная точка, в которой определяют давление; 2) Точка приложения силы тяжести; 3) Точка, совпадающая с центром тяжести; 4) Точка, показывающая центр тела давления; 5) Точка приложения равнодействующей силы давления.
11. Для чего нужно знать режим движения жидкости?
- 1) для определения расхода; 2) для определения скорости; 3) для определения коэффициента вязкости; 4) для определения путевых потерь напора; 5) для определения напора.
12. Какое отверстие считается малым?
- 1) Если расход через отверстие не превышает $1 \text{ м}^3/\text{с}$; 2) Если диаметр отверстия не больше $0,1 \text{ Н}$.

3) Если диаметр отверстия не больше $0,1$ толщины стенки. 4) Если напор над отверстием больше 10 м. 5) Если площадь отверстия не больше $0,1$ м².

13. Какова зависимость истечения жидкости из отверстия от напора?

1) Прямолинейная. 2) Параболическая. 3) Гиперболическая. 4) Нет закономерности. 5) Сложная криволинейная. .

14. Какое давление показывает манометр?

1) Атмосферное. 2) Избыточное. 3) Абсолютное. 4). Весовое. 5) Поверхностное.

15. Какая точка считается центром давления?

1) Произвольная точка, в которой определяют давление. 2) Точка приложения силы тяжести. 3) Точка, совпадающая с центром тяжести. 4) Точка, показывающая центр тела давления. 5) Точка приложения равнодействующей силы давления.

16. Для чего нужно знать режим движения жидкости?

1) для определения расхода. 2) для определения скорости. 3) для определения коэффициента вязкости. 4) для определения путевых потерь напора. 5) для определения напора.

17. Какое отверстие считается малым?

1) Если расход через отверстие не превышает 1 м³/с. 2) Если диаметр отверстия не больше $0,1H$. 3) Если диаметр отверстия не больше $0,1$ толщины стенки. 4) Если напор над отверстием больше 10 м. 5) Если площадь отверстия не больше $0,1$ м².

18. Какова зависимость истечения жидкости из отверстия от напора?

1) Линейная. 2) Параболическая. 3) Гиперболическая. 4) Нет закономерности. 5) Сложная криволинейная.

19. Какой поток считается напорным?

1) Поток со всех сторон ограниченный твёрдыми стенками. 2) Поток со свободной поверхностью. 3) Поток жидкости, движущейся с постоянной скоростью. 4) Поток, проходящий через водопропускную трубу. 5) Поток ограниченной длины.

20. Какая труба считается гидравлически гладкой?

1) Если диаметр больше шероховатости. 2) Если коэффициент шероховатости $\lambda < 0,002$. 3) Если число Рейнольдса $Re < 2320$. 4) Если местные потери $h_{\omega} = 0$. 5) Если толщина ламинарной плёнки больше абсолютной шероховатости

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Как изменится сила давления на дно цилиндрического резервуара, если его диаметр уменьшить в 2 раза, а высоту увеличить в 2 раза? Резервуар заполняется на весь объем.

1) Не изменится; 2) Увеличится в 2 раза; 3) Уменьшится в 2 раза;

4) Уменьшится в 4 раза; 5) Увеличится в 4 раза.

2. Как изменится вес погружённого в воду тела, если его поместить в бензин?

- 1) Уменьшится. 2) Увеличится. 3) Не изменится. 4) Уменьшится в 2 раза.
5) Увеличится в 2 раза.

3. Где находится точка приложения силы давления на вертикальный прямоугольный щит, погруженный в воду на всю свою высоту H ?

- 1) $1/2H$. 2) $1/3H$ от свободной поверхности. 3) $1/4H$ от свободной поверхности.
4) $2/3H$ от свободной поверхности. 5) $2/3H$ от нижнего основания щита.

4. Как изменится время истечения из отверстия от H_1 до H_2 если площадь поперечного резервуара уменьшить в два раза, а площадь отверстия увеличить в два раза.

- 1) Не изменится. 2) Увеличится в 4 раза. 3) Уменьшится в 2 раза.
4) Увеличится в 2 раза. 5) Уменьшится в 4 раза.

5. Определить абсолютное давление воды на глубине $h=0,5$ м от поршня, если на поршень диаметром $d=200$ мм действует сила $F=6,2$ кН, а атмосферное давление равно $0,1$ МПа.

Варианты ответа: 1) $0,3$ МПа; 2) $0,305$ МПа; 3) $0,31$ МПа; 4) $0,315$ МПа; 5) $0,32$ МПа.

6. Определить силу избыточного гидростатического давления, действующую на плоский прямоугольный вертикальный затвор шириной $b=3$ м, поддерживающий уровень воды в прямоугольном канале глубиной $H=2$ м.

Варианты ответа: 1) 50 кН; 2) $54,3$ кН; 3) $57,6$ кН; 4) $58,4$ кН; 5) 60 кН.

7. Прямоугольный поплавок площадью 10×20 см плавает в воде. Определить высоту погруженной в воду части поплавка, если его вес $G=2,5$ Н.

Варианты ответа: 1) $1,2$ см; 2) $1,25$ см; 3) $1,28$ см; 4) $1,3$ см; 5) $1,35$ см.

8. Определить эквивалентный диаметр живого сечения потока, движущегося между двумя концентрическими трубами, если внутренняя труба имеет наружный диаметр $d=0,1$ м, а наружная труба имеет внутренний диаметр $D=0,15$ м.

Варианты ответа: 1) $0,04$ м; 2) $0,05$ м; 3) $0,06$ м; 4) $0,07$ м; 5) $0,08$ м.

9. Определить число Рейнольдса и режим движения воды в трубе диаметром $d=200$ мм, если протекающий по ней расход $Q=50$ л/с, а температура воды $t=20^\circ\text{C}$.

Варианты ответа: 1) 30; 2) 300; 3) 3000; 4) 30000; 5) 300000

10. Определить расход воды, вытекающей из резервуара больших размеров через круглое отверстие диаметром 200 мм, если глубина $H=2$ м, а температура воды равна 20°C .

Варианты ответа: 1) 1 л/с; 2) $1,2$ л/с; 3) $1,3$ л/с; 4) $1,4$ л/с; 5) $1,5$ л/с.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Определить расход воды, протекающей по трубе диаметром 0,15м со средней скоростью 0,85м/с.

Варианты ответа: 1) 10л/с; 2) 15л/с; 3) 20л/с; 4) 25л/с; 5) 30л/с.

2. По трубопроводу переменного сечения протекает жидкость. Определить среднюю скорость в суженной части трубопровода, если диаметры трубопровода $D=75\text{мм}$, $d=50\text{мм}$, а средняя скорость в широкой части трубы равна 1м/с.

Варианты ответа: 1) 2м/с; 2) 2,15м/с; 3) 2,25м/с; 4) 2,5м/с; 5) 3м/с.

3. Определить расход воды в водопроводной трубе, расположенной горизонтально и снабженной водомером Вентури, если внутренний диаметр трубы равен 200мм, диаметр горловины водомера – 100мм. Показания пьезометров: до сужения 50см; в сужении 30см. Коэффициент расхода водомера $\mu=0,98$.

Варианты ответа: 1) 10л/с; 2) 15л/с; 3) 15,2л/с; 4) 15,8л/с; 5) 20л/с.°

4. На оси водопроводной трубы установлена трубка Пито с дифференциальным ртутным манометром. Определить скорость движения воды по оси трубы, если разность уровней ртути в манометре равна 20мм.

Варианты ответа: 1) 2м/с; 2) 2,15м/с; 3) 2,22м/с; 4) 2,5м/с; 5) 3м/с.

5. По лотку прямоугольного сечения шириной $b=40\text{см}$ при равномерном движении протекает расход воды $Q = 40\text{л/с}$ со средней скоростью 1м/с. Определить уклон лотка, если напряжение трения на его стенках $\tau=1,2\text{Па}$.

Варианты ответа: 1) 0,0015; 2) 0,0016; 3) 0,0017; 4) 0,0018; 5) 0,0018.

6. По прямой трубе длиной $l= 1\text{км}$ и диаметром 100мм протекает жидкость с объемным расходом 5л/с, имеющая кинематическую вязкость равную 0,4см²/с . Определить потери напора в трубе.

Варианты ответа: 1) 8м; 2) 8,25м; 3) 8,35м; 4) 8,45м; 5) 8,5м.

7. Определить потерю напора в новой стальной трубе диаметром 200мм и длиной 2км, если по ней транспортируется вода с расходом 20л/с. Температура воды равна 20°C.

Варианты ответа: 1) 4,2м; 2) 4,25м; 3) 4,35м; 4) 4,45м; 5) 4,5м.

8. Труба имеет внезапное расширение от диаметра 100мм до диаметра 200мм. Определить потерю напора, если расход протекающей жидкости цилиндрического равен 40л/с.

Варианты ответа: 1) 0,72м; 2) 0,74м; 3) 0,76м; 4) 0,78м; 5) 0,85м.

9. Определить расход воды в чугунной водопроводной трубе диаметром 200мм, длиной 1000м при располагаемом напоре 10м.

Варианты ответа: 1) 30л/с; 2) 33л/с; 3) 37л/с; 4) 40л/с; 5) 43л/с.

10. Определить продолжительность опорожнения вертикального цилиндрического резервуара, полностью заполненного водой, через отверстие в его дне, если диаметр резервуара $D=2\text{м}$, высота $H=2,5\text{м}$; диаметр отверстия $d=0,1\text{м}$, а коэффициент расхода $\mu=0,6$. Истечение происходит в атмосферу.

Варианты ответа: 1) 400с; 2) 425с; 3) 450с; 4) 475с; 5) 500с.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Жидкости и их физические свойства.
2. Силы, действующие на жидкость. Давление в жидкости.
3. Свойства гидростатического давления.
4. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля.
5. Дифференциальное уравнение равновесия и его интегрирование.
6. Сила давления жидкости на плоские стенки. Центр давления.
7. Сила давления жидкости на криволинейные поверхности.
8. Закон Архимеда. Условия плавания. Устойчивость плавающего тела.
9. Потоки жидкости и их классификация. Элементарная струйка жидкости.
10. Расход жидкости. Уравнение сохранения расхода.
11. Дифференциальные уравнения движения идеальной жидкости.
12. Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости.
13. Геометрическое и энергетическое толкование членов уравнения Бернулли.
14. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости.
15. Ламинарное движение жидкости в круглой трубе.
16. Структура турбулентного потока. Процесс перемешивания. Потери напора при турбулентном режиме движения жидкости в трубе. Опыты Никурадзе.
17. Местные гидравлические сопротивления.
18. Потери напора при внезапном расширении потока. Формула Борда.
19. Гидравлический расчет простого трубопровода.
20. Гидравлический расчет параллельного и последовательного соединения трубопроводов.
21. Неустановившееся движение жидкости в трубе. Гидравлический удар.
22. Истечение жидкости через отверстие в тонкой стенке при постоянном напоре.
23. Истечение жидкости через насадки.
24. Истечение жидкости через отверстия и насадки при переменном напоре.
25. Первый закон термодинамики.
26. Термодинамические процессы. Энтальпия газа.
27. Второй закон термодинамики.
28. Понятие об энтропии и T-S диаграмма.

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

Экзамен не предусмотрен учебным планом.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Зачет с оценкой проводится по тестам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте

оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «не удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. Оценка «хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

<i>№ n/n</i>	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Гидростатика	ПК-8, ПК-9	Тест, защита лабораторных работ
2	Основы кинематики и динамики жидкости	ПК-8, ПК-9	Тест, защита лабораторных работ
3	Гидравлические сопротивления	ПК-8, ПК-9	Тест, защита лабораторных работ
4	Гидравлический расчет напорных трубопроводов	ПК-8, ПК-9	Тест, защита лабораторных работ
5	Истечение жидкости через отверстия и насадки	ПК-8, ПК-9	Тест, защита лабораторных работ
6	Основы теплотехники	ПК-8, ПК-9	Тест, защита лабораторных работ

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется с использованием выданных тестовых заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8. УЧЕБНО - МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. **Гиргидов, А/ Д.** Техническая механика жидкости и газа : Учебник для вузов. - СПб. : Изд-во СПбГТУ, 1999. - 394 с. : ил. - Список лит.:с.388. - ISBN 5-7422-0075-7
2. **Чугаев, Роман Романович.** Гидравлика: (Техническая механика жидкости) [Текст]: учебник для вузов. - 4-е изд., доп. и перераб. - Л. : Энергоатомиздат. Ленинградское отделение, 1982 (Л.: Ленингр. произв.-техн. об-ние "Печатный Двор" им. А. М. Горького Союзполиграфпрома при Гос. ком. СССР по делам изд-в, полиграфии и кн. торговли, 1982). - 671 с.
3. **Калицун В.И., Дроздов Е.В.** Основы гидравлики и аэродинамики : Учебник. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Стройиздат, 2002. - 296 с. : ил. - Библиогр.: с.294. - ISBN 5-274-00456-3
4. **Техническая механика жидкости** : метод. указания к выполнению лаб. работ по гидравлике / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост.: В.Ф. Бабкин, И.В. Журавлева. - Воронеж, 2021. - 32 с. и 1 электрон. опт. диск.- 32 с.

Дополнительная литература:

5. **Метревели, Виктор Николаевич.** Сборник задач по курсу гидравлики с решениями [Текст]: учебное пособие для вузов : допущено МО РФ. - Москва: Высшая школа, 2007 (Иваново : ОАО "Ивановская обл. тип.", 2006). - 188 с.: ил. - (Для высших учебных заведений. Общетеchnические дисциплины). - Библиогр. в конце кн. - ISBN 978-5-06-005544-3.
6. **Шевелев Ф.А., Шевелев А.Ф.** Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб / Справочное пособие. – М.: НИЦ ИНФРА, 2008.- 350с.
7. **Курганов А.М., Федоров Н.Ф.** Гидравлические расчеты систем водоснабжения и водоотведения / Справочник. – Л.: Стройиздат, 1986. – 440с.

8.2. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Лицензионное ПО

LibreOffice

Ресурс информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

<http://www.edu.ru/>

Образовательный портал ВГТУ.

Информационная справочная система

<http://window.edu.ru>

<https://wiki.cchgeu.ru/>

Современные профессиональные базы данных

Tehnari.ru. Технический форум

Адрес ресурса: <https://www.tehnari.ru/>

Masteraero.ru Каталог чертежей

Адрес ресурса: <https://masteraero.ru>

Старая техническая литература

Адрес ресурса: http://retrolib.narod.ru/book_e1.html

Stroitel.club. Сообщество строителей РФ

Адрес ресурса: <http://www.stroitel.club/>

Стройпортал.ру

Адрес ресурса: <https://www.stroyportal.ru/>

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Для осуществления образовательного процесса по всем видам занятий дисциплины «Основы гидравлики и теплотехники» необходимы и используются в учебном процессе лабораторные установки с контрольно-измерительными приборами, размещенные в аудиториях 6042 и 2118, а также №1420- по каталогу; «Гидравлический удар в трубопроводе», ч/б, 16мм, 1980г выпуска, №324-по каталогу. Слайды «История развития гидравлики» (14 шт.) и плакаты (15 шт.), размещенные в ауд. 6042и 2118.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Основы гидравлики и теплотехники » читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета равновесия и движения жидкости и газа в системах и сооружениях водоснабжения и водоотведения. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.

Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начинаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные , необходимые для зачета с оценкой, рекомендуется повторить и систематизировать за три дня до проведения зачета.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1			
2			