

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета радиотехники и электроники


Небольсин В.А.

«17» января 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Гидравлика»

Направление подготовки 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика

Профиль Технологические системы жизнеобеспечения АЭС и
промышленных предприятий

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2025

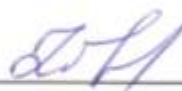
Автор программы



И.В. Журавлева

Заведующий кафедрой

Жилищно-коммунального
хозяйства



Н.А. Драпалюк

Руководитель ОПОП



О.В. Калядин

Воронеж 2025

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

- формирование у студентов методов применения основных закономерностей равновесия и движения жидкостей и газов для решения практических задач в области проектирования, строительства и эксплуатации систем жизнеобеспечения АЭС и ПП.

1.2. Задачи освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины студент должен:

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;
- методикой проверки основных гидравлических параметров и характеристик потоков в инженерных системах жизнеобеспечения АЭС и ПП;
- навыками умения работать с современной научно-технической и нормативной литературой по гидравлике.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Гидравлика» относится к дисциплинам обязательной части блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Гидравлика» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-1 - Способен использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-1	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; методикой прогнозирования поведения основных гидравлических параметров и характеристик потоков в инженерных системах жизнеобеспечения АЭС и ПП; навыками работать с современной научно-технической и нормативной литературой по гидравлике

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Гидравлика» составляет 8 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		3	4
Аудиторные занятия (всего)	126	72	54
В том числе:			
Лекции	72	36	36
Практические занятия (ПЗ)	36	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	18	18	-
Самостоятельная работа	126	72	54
Курсовая работа	+		+
Часы на контроль	36	-	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен, зачет	+	+	+
Общая трудоемкость:			
академические часы	288	144	144
зач.ед.	8	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 и газов. Понятие идеальной жидкости. Гидростатическое давление и его свойства. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля. Дифференциальное	12	6	4	20	42

		уравнение равновесия и его интегрирование. Сила давления жидкости на стенки. Центр давления. Сила давления жидкости на цилиндрические поверхности. Закон Архимеда. Устойчивость плавающего тела. Равновесие газа в поле силы тяжести					
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. Пьезометрический и гидравлический уклоны	12	6	4	20	42
3	Гидравлические сопротивления	Физическая природа гидравлических сопротивлений. Основное уравнение равномерного движения жидкости. Режимы движения жидкости. Ламинарное движение жидкости в круглой трубе. Формул Стокса. Структура турбулентного потока. Пограничный слой. Потери напора при турбулентном движении. Местные гидравлические сопротивления. Потери напора при внезапном расширении потока. Формула Борда.	12	6	4	20	42
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	12	6	2	22	42
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.	12	6	2	22	42

		Истечение жидкости через отверстия и насадки при переменном напоре. Опорожнение жидкостных резервуаров.					
6	Основы аэродинамики	Основные законы равновесия и движения газов. Уравнение сохранения расхода и уравнение Бернулли для потока газа. Расчет трубопроводов для газов при малых и больших перепадах давления. Аэродинамический расчет всасывающих и нагнетательных воздухопроводов	4	3	1	10	18
7	Безнапорные трубы и каналы, принципы их гидравлического расчета	Движение жидкости в открытых каналах. Основное уравнение равномерного движения жидкости в открытом канале. Коэффициент Шези. Наивыгоднейшая форма живого сечения канала. Допустимые скорости движения жидкости в каналах. Основные типы задач по расчету каналов. Особенности гидравлического расчёта безнапорных труб. Неравномерное движение жидкости в открытых каналах. Основное уравнение совершенного гидравлического прыжка. Истечение воды через водосливы.	8	3	1	12	24
Итого			72	36	18	126	252

5.2 Перечень лабораторных работ

1. Измерение вязкости жидкости.
2. Измерение давления жидкостными приборами.
3. Исследование относительного покоя жидкости.
4. Геометрическая интерпретация уравнения Бернулли.
5. Изучение режимов течения жидкости в напорном трубопроводе.
6. Изучение законов гидравлического сопротивления в напорном трубопроводе.
7. Экспериментальное определение коэффициентов местных сопротивлений.
8. Истечение воды через малое отверстие в тонкой стенке и через цилиндрический насадок при постоянном напоре.

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

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсовой работы в 4 семестре для очной формы обучения.

Примерная тематика курсовой работы: «Гидравлические расчеты»

Задачи по темам, решаемые при выполнении курсовой работы по вариантам:

- 1 Давление на плоскую вертикальную или наклонную или, круглую
- 2 Расчет разветвленного трубопровода, определение пьезометрических высот .
- 3 Определение расхода воды, протекающего через насадок.
- 4 Расчет дюкера, трубы плотины, расход через водомер.
- 5 Гидравлические характеристики трубопроводов.

Курсовая работа включает в себя чертежи иллюстрирующие расчеты и расчетно-пояснительную записку.

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
ОПК-1	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.	Знает 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.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	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.	Умеет 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.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

Владеть терминологией, основными понятиями и законами гидравлики; методикой прогнозирования поведения основных гидравлических параметров и характеристик потоков в инженерных системах жизнеобеспечения АЭС и ПП; навыками работать с современной научно-технической и нормативной литературой по гидравлике	владеет терминологией, основными понятиями и законами гидравлики; методикой прогнозирования поведения основных гидравлических параметров и характеристик потоков в инженерных системах жизнеобеспечения АЭС и ПП; навыками работать с современной научно-технической и нормативной литературой по гидравлике	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 3, 4 семестре для очной формы обучения по двух/четырёхбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ОПК-1	Владеть терминологией, основными понятиями и законами гидравлики; методикой прогнозирования поведения основных гидравлических параметров и характеристик потоков в инженерных системах жизнеобеспечения АЭС и ПП; навыками работать с современной научно	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Владеть терминологией, основными понятиями и законами гидравлики; методикой прогнозирования поведения основных гидравлических параметров и характеристик потоков в инженерных системах жизнеобеспечения АЭС и ПП; навыками работать с современной научно	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть терминологией, основными понятиями и законами гидравлики; методикой прогнозирования поведения основных гидравлических параметров и характеристик потоков в инженерных системах жизнеобеспечения АЭС и ПП; навыками работать с современной научно	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

или

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ОПК-1	Владеть терминологией, основными понятиями и законами гидравлики; методикой прогнозирования поведения основных гидравлических параметров и характеристик потоков в инженерных системах жизнеобеспечения АЭС и ПП; навыками работать с современной научно	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов

Владеть терминологией, основными понятиями и законами гидравлики; методикой прогнозирования поведения основных гидравлических параметров и характеристик потоков в инженерных системах жизнеобеспечения АЭС и ПП; навыками работать с современной научно	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 <small>задачах</small>	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
Владеть терминологией, основными понятиями и законами гидравлики; методикой прогнозирования поведения основных гидравлических параметров и характеристик потоков в инженерных системах жизнеобеспечения АЭС и ПП; навыками работать с современной научно	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 <small>задачах</small>	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типичные 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. Как меняется удельный вес всех жидкостей кроме воды с ростом температуры?

- = уменьшается
- увеличивается
- меняется незначительно
- сначала растет потом уменьшается

2. Как меняется плотность воды с ростом температуры?

- уменьшается
- увеличивается
- меняется незначительно
- = сначала растет потом уменьшается

3. Как меняется плотность воды с ростом температуры?

- уменьшается
- увеличивается
- меняется незначительно
- = сначала растет потом уменьшается

4. Как меняется плотность жидкостей при увеличении давления?

- = увеличивается незначительно
- увеличивается
- уменьшается
- уменьшается незначительно

5. Какие силы относятся к поверхностным?

- сила тяжести

силы инерции
= силы давления
= силы трения

6. Какие силы относятся к массовым?

= сила тяжести
= силы инерции
силы давления
силы трения.

7. Свойство жидкости изменять объем при изменении температуры характеризуется?

= температурным коэффициентом объемного расширения
температурным коэффициентом объемного сжатия
тепловым коэффициентом расширения жидкости
коэффициентом линейного расширения жидкости

8. Свойство жидкости изменять объем при изменении давления характеризуется?

= коэффициентом объемного сжатия
коэффициентом объемного расширения
коэффициентом сжатия жидкости
коэффициентом расширения жидкости

9. Чему равно давление в точке O при вращении сосуда с жидкостью?

= $p_0 + \rho g z_0$
 $p_0 + \rho g(z_0 - z + h')$
 $\rho g z_0$
 $p_0 + \rho g H$

10. Могут ли совпасть центр тяжести смоченной плоской поверхности и центр давления?

= да, но только если стенка горизонтальна
нет
да, всегда
да, но только если стенка вертикальна

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Чему равняется плотность воды в системе единиц СИ?

1) 1000 кг/м³; 2) 1 г/см³; 3) 1000 дина с²/см⁴; 4) 1 м³/с; 5) 105 Н/м².

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) По внутренней нормали к площадке;
- 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) **Объёмный расход;**
- 5) Расходная характеристика.

5. Какова единица измерения расхода в системе СИ?

- 1) м/с; 2) м²/с; 3) л/с; 4) м/с²; 5) **м³/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 объёмного 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.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных 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 сечения 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 смоченный периметр для полукруглого живого сечения в радиусом 0,4 м.
= 1,256 м
1,3 м
0,628 м
2,512 м

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

Варианты ответа:

- 1) 50кН;
- 2) 54,3кН;
- 3) 57,6кН;
- 4) 58,4кН;
- 5) 60кН.

7 Прямоугольный поплавок площадью 10x20 см плавает в воде.

Определить высоту погруженной в воду части поплавка, если его вес $G= 2,5\text{Н}$.

Варианты ответа:

- 1) 1,2см;
- 2) 1,25см;
- 3) 1,28см;
- 4) 1,3см;
- 5) 1,35см.

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

- 1) 0,04м;
- 2) 0,05м;
- 3) 0,06м;
- 4) 0,07м;
- 5) 0,08м.

9 Определить число Рейнольдса и режим движения воды в трубе диаметром $d=200\text{мм}$, если протекающий по ней расход $Q=50\text{ л/с}$, а температура воды $t=15\text{ }^{\circ}\text{C}$. Варианты ответа:

- 1) 30;

- 2) 300;
- 3) 3000;
- 4) 30000;
- 5) 300000

10. Определить расход воды, вытекающей из резервуара больших размеров глубиной $H=2\text{ м}$ через круглое отверстие в его дне диаметром 20 мм , температура воды равна $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Варианты ответа:

- 1) 1л/с;
- 2) 1,2л/с;
- 3) 1,3л/с;
- 4) 1,4л/с;
- 5) 1,5л/с.

11. Определить расход воды, протекающей по трубе диаметром $0,15\text{ м}$ со средней скоростью $0,85\text{ м/с}$. Варианты ответа:

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

12. 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 1 м/с . Варианты ответа:

- 1) 2м/с;
- 2) 2,15м/с;
- 3) 2,25м/с;
- 4) 2,5м/с;
- 5) 3м/с.

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

- 1) 10л/с;
- 2) 15л/с;
- 3) 15,2л/с;
- 4) 15,74л/с;
- 5) 20л/с.

14. 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 20 мм .

Варианты ответа:

- 1) 2м/с;
- 2) 2,15м/с;

- 3) 2,22м/с;
- 4) 2,5м/с;
- 5) 3м/с.

15. При опорожнении санитарно-технических приборов и движении воды с большими скоростями по вертикальным трубам, вместе с водой увлекается воздух и в трубах сети развивается вакуум $p_{\text{вак}}=500\text{Па}$. Какую высоту h должен иметь гидравлический затвор, чтобы исключить срыв струи?

- = $h > 0,52$ м;
- $h = 0,51$ м;
- $h = 0,52$ м;
- $h \leq 0,5$ м

16. По прямой трубе длиной $l = 1$ км и диаметром 100 мм протекает жидкость с объемным расходом 5 л/с, имеющая кинематическую вязкость равную 0,4 см²/с. Определить потери напора в трубе. Варианты ответа:

- 1) 8 м;
- 2) 8,25 м;
- 3) 8,39 м;
- 4) 8,45 м;
- 5) 8,5 м.

17. Определить потерю напора в новой стальной трубе диаметром 200 мм и длиной 2 км, если по ней транспортируется вода с расходом 20 л/с.

Температура воды равна 20⁰С. Варианты ответа:

- 1) 4,2 м;
- 2) 4,25 м;
- 3) 4,35 м;
- 4) 4,45 м;
- 5) 3,7 м.

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

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

19. Определить расход воды в чугунной водопроводной трубе диаметром 200 мм, длиной 1000 м при располагаемом напоре 10 м. Варианты ответа:

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

20. 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 Основные характеристики и свойства жидкости.
- 2 Силы, действующие в жидкости.
3. Силы, действующие в покоящейся или движущейся жидкости.
- 4 Температурное расширение
- 5 Абсолютное давление. Избыточное и вакуумметрическое давление. Эпюры давления. Сообщающиеся сосуды.
- 6 Закон Паскаля. Определение силы давления на дно сосуда.
- 7 Определение силы давления на стенки сосуда.
- 8 Относительный покой жидкости в сосуде, движущемся горизонтально и прямолинейно с постоянным ускорением. Форма поверхностей равного давления. Закон распределения давления.
- 9 Относительный покой жидкости в сосуде, равномерно вращающемся относительно вертикальной оси. Форма поверхностей равного давления. Закон распределения давления.
10. Кинематика и динамика жидкости.
- 11 Геометрические характеристики потока
- 12 Трубка тока и элементарная струйка
13. Характеристики и виды движения жидкости.
14. Скорости потока жидкости.
15. Расход жидкости. Уравнение сохранения расхода.
16. Дифференциальные уравнения движения идеальной жидкости.
17. Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости.
18. Геометрическое и энергетическое толкование членов уравнения Бернулли.
19. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости.
20. Ламинарное движение жидкости в круглой трубе.
21. Структура турбулентного потока. Процесс перемешивания. Пограничный слой.
22. Потери напора при турбулентном режиме движения жидкости в трубе. Опыты Никурадзе.
23. Местные гидравлические сопротивления, их классификация.
24. Потери напора при внезапном расширении потока. Формула Борда.

25. Гидравлический расчет простого трубопровода.
26. Два вида потерь напора. Понятие о местных сопротивлениях. Формулы Дарси–Вейсбаха и Вейсбаха.

+ решение задач.

7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену

1. Неустановившееся движение жидкости в трубе.
2. Гидравлический удар.
3. Истечение жидкости через отверстие в тонкой стенке при постоянном напоре.
4. Истечение жидкости через насадки.
5. Истечение жидкости через насадки при постоянном напоре.
6. Истечение жидкости через отверстия и насадки при переменном напоре. Опорожнение резервуаров.
7. Основные законы равновесия и движения газов.
8. Гидравлический расчет простого трубопровода постоянного сечения.
9. Гидравлический расчет параллельного и последовательного соединения трубопроводов.
10. Основные виды насадок. Для чего применяют насадки?
11. Типовые задачи на расчет простых трубопроводов.
12. Гидравлический расчет последовательного соединения простых трубопроводов.
13. Гидравлический расчет параллельного соединения простых трубопроводов.
14. Гидравлический расчет разветвленного трубопровода.
15. Гидравлический расчет кольцевого трубопровода.
16. Трубопроводы с насосной подачей жидкости. Построение совместной характеристики водовода и насосов.
17. Основные законы равновесия и движения газов.
18. Уравнение сохранения расхода и уравнение Бернулли для потока газа.
19. Расчет трубопроводов для газов при малых и больших перепадах давления.
20. Аэродинамический расчет всасывающих и нагнетательных воздухопроводов.
21. Движение жидкости в открытых каналах.
22. Основное уравнение равномерного движения жидкости в открытом канале.
23. Коэффициент Шези.
24. Наивыгоднейшая форма живого сечения канала. Допустимые скорости движения жидкости в каналах.
25. Основные типы задач по расчету каналов.
26. Особенности гидравлического расчёта безнапорных труб.
27. Неравномерное движение жидкости в открытых каналах.
28. Основное уравнение совершенного гидравлического прыжка.

29 Истечение воды через водосливы.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по тест-билетам, 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 «Неудовлетворительно» 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

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Гидростатика	ОПК-1	Тест, КР, защита лабораторных работ, решение стандартных и прикладных задач
2	Основы кинематики и динамики жидкости	ОПК-1	Тест, КР, защита лабораторных работ, решение стандартных и прикладных задач
3	Гидравлические сопротивления	ОПК-1	Тест, КР, защита лабораторных работ, решение стандартных и прикладных задач
4	Гидравлический расчет напорных трубопроводов	ОПК-1	Тест, КР, защита лабораторных работ, решение стандартных и прикладных задач
5	Истечение жидкости через отверстия и насадки	ОПК-1	Тест, КР, защита лабораторных работ, решение стандартных и прикладных задач
6	Основы аэродинамики	ОПК-1	Тест, КР, защита лабораторных работ, решение стандартных и прикладных задач
7	Безнапорные трубы и каналы, принципы их гидравлического расчета	ОПК-1	Тест, КР, защита лабораторных работ, решение стандартных и прикладных задач

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

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи

компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

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

Защита курсовой работы, курсового проекта или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. 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> — Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: <https://doi.org/10.23682/108695>

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

Лушин, К. И. Основы гидравлики и аэродинамики систем теплогазоснабжения и вентиляции: учебно-методическое пособие / К. И. Лушин, Н. Ю. Плющенко; К. И. Лушин, Н. Ю. Плющенко. - Основы гидравлики и аэродинамики систем теплогазоснабжения и вентиляции; 2025-09-23. - Москва: МИСИ-МГСУ, ЭБС АСВ, 2019. - 65 с. - Текст. - ISBN 978-5-7264-1964-0. URL: <http://www.iprbookshop.ru/95525.html>.

4. Техническая механика жидкости: метод. указания к выполнению лабораторных работ по гидравлике/ сост.: В.Ф. Бабкин, И.В. Журавлева., ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; - Воронеж, 2021.- 32С. (401-2021).

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/>

Каталог чертежей

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

Старая техническая литература

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

Корпорация Росатом Адрес ресурса: https://vk.com/academy_rosatom

<https://www.youtube.com/channel/UC63TKNKUkZoI-svs0E1OWXQM>

Телеграмм Корпорации Росатом Адрес ресурса:

<https://t.me/s/academyrosatom>

Виртуальное путешествие Росатом для студентов Адрес ресурса:

<https://rosatomtalents.team/students>

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Для осуществления образовательного процесса по всем видам занятий дисциплины «Гидравлика» необходимы и используются в учебном процессе лабораторные установки с контрольно-измерительными приборами, размещенные в аудиториях 6042 и 2118.

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используются мультимедийные средства в аудитории 6042 (Экран, проектор, ноутбук для проведения лекций и практических занятий).

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

По дисциплине «Гидравлика» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы, выполняется курсовая работа.

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 гидравлического расчета трубопроводов и . Занятия проводятся

путем решения конкретных задач в аудитории.

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

Методика выполнения курсовой работы изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсовой работы должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсовой работы, защитой курсовой работы.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать 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: <ul style="list-style-type: none">- 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 начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

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