

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

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



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины**

«Гидравлика систем водоснабжения и водоотведения»

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

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины формирование навыков 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

- усвоить теоретические основы механики жидкости и газа,
- знать основные расчетные формулы и методы их применения к решению задач инженерной практики,
- уметь самостоятельно построить расчетную схему и найти правильное решение поставленной задачи; применить теорию к решению конкретных задач
- владеть методикой гидравлических расчетов различных систем и сооружений водоснабжения и водоотведения;
- методикой постановки гидравлического эксперимента, обработки и анализа полученных опытных данных.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Гидравлика систем водоснабжения и водоотведения» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Гидравлика систем водоснабжения и водоотведения» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-7 - Организация технического и материального обеспечения эксплуатации систем водоснабжения и водоотведения

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-7	Знать: перспективы технической и технологической деятельности, связанной с эксплуатацией систем водоснабжения и водоотведения, и новейшие разработки в области гидравлики для разработки предложений по совершенствованию оборудования и средств автоматизации
	Уметь: оптимизировать гидравлические процессы и режим работы сооружений водоснабжения и водоотведения с целью доведения качества транспортирования и очистки воды до нормативных требований
	Владеть: способностью составлять отчетную и техническую документацию по гидравлическим и конструктивно-технологическим процессам, в соответствии с действующими нормами, правилами и стандартами систем и сооружений водоснабжения и водоотведения

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Гидравлика систем водоснабжения и водоотведения» составляет 5 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		6
Аудиторные занятия (всего)	90	90
В том числе:		
Лекции	36	36
Практические занятия (ПЗ)	36	36
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
Самостоятельная работа	63	63
Курсовая работа	+	+
Часы на контроль	27	27
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	180	180
зач.ед.	5	5

заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		10
Аудиторные занятия (всего)	18	18
В том числе:		
Лекции	6	6
Практические занятия (ПЗ)	6	6
Лабораторные работы (ЛР)	6	6
Самостоятельная работа	153	153
Курсовая работа	+	+
Часы на контроль	9	9
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	180	180
зач.ед.	5	5

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1. Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/ п	Наименование темы	Содержание раздела	Лек	Пр зан .	Лаб. зан.	СР С	Всего, час	
1	Основы гидравлического расчета трубопроводов систем водоснабжения и водоотведения.	Расчет самотечно-напорных трубопроводов. Дюкеры и сифоны. Всасывающие трубопроводы. Гидравлический расчет перфорированных трубопроводов. Расчет потерь напора в сети с распределенным по ее длине расходом. Гидравлическое сопротивление движению структурных жидкостей. Гидравлический удар в водопроводных трубах и методы борьбы с ним.	8	8	-	10	26	
2	Безнапорное равномерное движение жидкости в трубах и каналах систем водоотведения.	Равномерное движение жидкости в открытых каналах. Формула Шези. Допускаемые скорости движения воды в каналах. Наиболее выгодное сечение канала. Основные задачи по расчету каналов. Скоростные задачи по расчету каналов. Особенности гидравлического расчета безнапорных труб и канализационных коллекторов. Основы гидравлического расчета дождеприемников. Гидравлический расчет водостоков зданий и канализационных стояков.	8	10	2	13	33	
3	Неравномерное безнапорное движение жидкости в водоотводящих трубах и каналах.	Неравномерное безнапорное движение жидкости. Удельная энергия сечения. Критическая глубина. Способы нахождения критической глубины. Критический уклон. Бурное и спокойное состояния потоков. Дифференциальное уравнение неравномерного движения жидкости в открытом канале. Исследование форм кривой свободной поверхности неравномерного потока. Построение кривой свободной	6	4	6	12	28	

		поверхности неравномерного потока. Истечение жидкости через водосливы.						
4	Гидравлический прыжок и сопряжение бьефов	Гидравлический прыжок. Основное уравнение гидравлического прыжка. Прыжковая функция и ее график. Потери энергии в прыжке. Длина прыжка. Особенности и виды сопряжения бьефов. Критерий положения прыжка в нижнем бьефе. Гашение энергии потока. Расчет водобойного колодца и водобойной стенки. Многоступенчатые перепады.	4	4	6	8	22	
5	Движение грунтовых вод.	Основной закон фильтрации. Коэффициент фильтрации. Равномерное и неравномерное движение грунтового потока. Формы кривых депрессии. Построение свободной поверхности грунтового потока.	6	6	4	12	28	
6	Основы гидравлического моделирования потоков.	Геометрическое, кинематическое и динамическое подобия потоков. Метод анализа размерности. Критерии гидродинамического подобия потоков. Основные правила гидравлического моделирования потоков.	4	4	-	8	16	
Итого			36	36	18	63	153	

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лек	Пр зан	Лаб. зан.	СР С	Всего, час
				.			

1	Основы гидравлического расчета трубопроводов систем водоснабжения и водоотведения.	Расчет самотечно-напорных трубопроводов. Дюкеры и сифоны. Всасывающие трубопроводы. Гидравлический расчет перфорированных трубопроводов. Расчет потерь напора в сети с распределенным по ее длине расходом. Гидравлическое сопротивление движению структурных жидкостей. Гидравлический удар в водопроводных трубах и методы борьбы с ним.	1	1	-	30	32	
2	Безнапорное равномерное движение жидкости в трубах и каналах систем водоотведения.	Равномерное движение жидкости в открытых каналах. Формула Шези. Допускаемые скорости движения воды в каналах. Наиболее выгодное сечение канала. Основные задачи по расчету каналов. Скоростные задачи по расчету каналов. Особенности гидравлического расчета безнапорных труб и канализационных коллекторов. Основы гидравлического расчета дождеприемников. Гидравлический расчет водостоков зданий и канализационных стояков.	1	1	1	29	32	
3	Неравномерное безнапорное движение жидкости в водоотводящих трубах и каналах.	Неравномерное безнапорное движение жидкости. Удельная энергия сечения. Критическая глубина. Способы нахождения критической глубины. Критический уклон. Бурное и спокойное состояния потоков. Дифференциальное уравнение неравномерного движения жидкости в открытом канале. Исследование форм кривой свободной поверхности неравномерного потока. Построение кривой свободной поверхности неравномерного потока. Истечение жидкости через водосливы.	1	1	2	28	32	
4	Гидравлический прыжок и сопряжение бьефов	Гидравлический прыжок. Основное уравнение гидравлического прыжка. Прыжковая функция и ее график. Потери энергии в прыжке. Длина прыжка. Особенности и виды сопряжения бьефов. Критерий положения прыжка в нижнем бьефе. Гашение энергии	1	1	1	22	25	

		потока. Расчет водобойного колодца и водобойной стенки. Многоступенчатые перепады.					
5	Движение грунтовых вод.	Основной закон фильтрации. Коэффициент фильтрации. Равномерное и неравномерное движение грунтового потока. Формы кривых депрессии. Построение свободной поверхности грунтового потока.	1	1	2	28	32
6	Основы гидравлического моделирования потоков.	Геометрическое, кинематическое и динамическое подобия потоков. Метод анализа размерности. Критерии гидродинамического подобия потоков. Основные правила гидравлического моделирования потоков.	1	1	-	16	18
Итого			6	6	6	153	171

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.	2	Измерение скорости движения жидкости в открытом канале гидрометрической вертушкой и поверхностными поплавками
2.	3	Исследование истечения через водослив с тонкой стенкой
3.	3	Исследование истечения через водослив практического профиля
4.	3	Исследование истечения через водослив с широким порогом
5.	4	Исследование гидравлического прыжка
6.	4	Исследование истечения воды из-под плоского затвора
7.	4	Исследование сопряжения бьефов и гашения энергии потока
8.	5	Экспериментальное исследование коэффициента фильтрации грунта

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

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсовой работы в 6 семестре для очной формы обучения и в 7 семестре для заочной.

Примерная тематика курсовой работы: «Гидравлический расчет водоотводящих каналов»

Задачи, решаемые при выполнении курсовой работы

- произвести расчет канала, отводящий очищенную воду от очистных сооружений в открытый водоток;

- установить характер сопряжения бьефов в канале;
- выполнить гидравлический расчет гасителя энергии потока.

Курсовой проект содержит графическую часть 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
ПК-7	Знать: : перспективы технической и технологической деятельности, связанной с эксплуатацией систем водоснабжения и водоотведения, и новейшие разработки в области гидравлики для разработки предложений по совершенствованию оборудованию и средств автоматизации	Тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь: оптимизировать гидравлические процессы и режим работы сооружений водоснабжения и водоотведения с целью доведения качества транспортирования и очистки воды до нормативных требований	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть; способностью составлять отчетную и техническую документацию по гидравлическим и конструктивно-технологическим процессам, в соответствии с действующими нормами, правилами и стандартами систем и сооружений 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

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»;

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-7	Знать: перспективы технической и технологической деятельности, связанной с эксплуатацией систем водоснабжения и водоотведения, и новейшие разработки в области гидравлики для разработки предложений по совершенствованию оборудовании и средств автоматизации	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь: оптимизировать гидравлические процессы и режим работы сооружений водоснабжения и водоотведения с целью доведения качества транспортирования и очистки воды до нормативных требований	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продemonстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продemonстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть: способностью составлять отчетную и техническую документацию по гидравлическим и конструктивно-технологическим процессам, в соответствии с действующими нормами, правилами и стандартами систем и сооружений водоснабжения и водоотведения	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продemonстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продemonстрирован 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. Как называется величина, характеризующая количество жидкости, проходящее через живое сечение в единицу времени?
 - 1) Скорость; 2) Гидравлический радиус; 3) Коэффициент расхода;
 - 4) Расход; 5) Расходная характеристика.
2. 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.
3. 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.
4. Какая глубина считается нормальной глубиной в открытом русле h_0 ?
 - 1) Глубина равная напору;
 - 2) Глубина на пороге водослива;
 - 3) Глубина, которая формируется при равномерном движении;
 - 4) Глубина, которая формируется в верхнем бьефе;
 - 5) Глубина, которая соответствует минимальному значению удельной энергии сечения.
5. Какая глубина считается критической h_k в открытом русле?
 - 1) Глубина, которая соответствует минимальному значению удельной энергии сечения;
 - 2) Глубина, которая формируется при равномерном движении;
 - 3) Глубина, которая формируется в верхнем бьефе;
 - 4) Глубина равной нормальной глубине;
 - 5) Глубина, которая меньше нормальной глубины;
6. Какое из приведённых условий указывает на то, что в русле формируется кривая спада?
 - 1) $i_0 > i_k$; 2) $\frac{dh}{dl} = 0$; 3) $h_0 = h_k$; 4) $h_0 > h_k$; 5) $\frac{dh}{dl} < 0$

7. Что происходит с потоком жидкости, если уклон увеличивается?

- 1) Поток становится спокойным;
- 2) Глубина потока уменьшается;
- 3) Глубина потока становится критической;
- 4) Глубина потока возрастает;
- 5) Глубина потока не изменяется.

8. Какое из перечисленных сооружений относится к водосливам?

- 1) Струенаправляющая дамба; 2) Быстроток; 3) Водопропускная труба;
- 4) Подводящий канал; 5) Отводящий канал.

9. При каком условии возникает гидравлический прыжок?

- 1) При увеличении уклона;
- 2) При уменьшении уклона;
- 3) При переходе потока из спокойного состояния в бурное;
- 4) При переходе потока из бурного состояния в спокойное;
- 5) Перед водосливом с широким порогом.

10. Какое из приведённых условий указывает на то, что в русле формируется кривая подпора?

- 1) $i_0 > i_k$; 2) $\frac{dh}{dl} = 0$; 3) $h_0 = h_k$; 4) $h_0 > h_k$; 5) $\frac{dh}{dl} < 0$.

11. 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.

12. Как изменится скорость в трубе постоянного диаметра, если трубопровод по длине то поднимается вверх, то опускается вниз?

- 1) Скорость уменьшится. 2) Скорость не изменится.
- 3) Скорость увеличится.
- 4) Сначала скорость уменьшится, а затем увеличится.
- 5) Сначала скорость увеличится, а затем уменьшится.

13. От каких величин определяется нормальная глубина методом подбора (графоаналитическим методом)?

- 1) $K = \omega \times C \times \sqrt{R}$; 2) $v = S/t$; 3) $Q = \omega \cdot v$; 4) $C = \frac{1}{n} \times R^{0.2}$;
- 5) $K_0 = \frac{Q}{\sqrt{i_0}}$.

14. Что происходит с удельной энергией сечения при бурном состоянии потока, если глубина уменьшается?

- 1) Энергия уменьшается. 2) Энергия возрастает.
- 4) Энергия то увеличивается, то уменьшается.
- 5) Энергия равна нулю.

15. Как формируется кривая свободной поверхности потока относительно линии нормальных глубин $N - N$?

- 1) Формируется параллельно $N - N$
- 2) Приближается резко к $N - N$.
- 3) Приближается под углом 30° к $N - N$.
- 4) Приближается асимптотически к $N - N$.
- 5) Никогда не приближается к $N - N$.

16. При каком условии рекомендуется сооружать гаситель энергии (водобойный колодец)?

- 1) Если удельная энергия сечения возрастает.
- 2) Если при сопряжении бьефов возникает отогнанный гидравлический прыжок.
- 3) Если при сопряжении бьефов возникает затопленный гидравлический прыжок.
- 4) Если в нижнем бьефе устанавливается критическая глубина.
- 5) Если удельная энергия сечения уменьшается.

7. Как уменьшить потери напора по длине трубопровода?

- 1) Увеличить расход.
- 2) Увеличить скорость.
- 3) Увеличить диаметр.
- 4) Увеличить напор.
- 5) Уменьшить площадь живого сечения.

18. Как изменится нормальная глубина, если уклон увеличится в 2 раза?

- 1) не изменится.
- 2) увеличится.
- 3) уменьшится
- 4) увеличится в 2 раза
- 5) уменьшится в 2 раза.

19. Какое движение считается равномерным?

- 1) Движение, при котором расход постоянный;
- 2) Если форма поперечного сечения постоянна по длине потока;
- 3) Движение с постоянной скоростью по длине потока;
- 4) Движение в одном направлении;
- 5) Движение, параметры которого постоянны во времени;

20. Что происходит с потоком жидкости, если уклон увеличивается?

- 1) Глубина потока уменьшается.
- 2) Глубина потока становится критической.
- 3) Глубина потока возрастает.
- 4) Глубина потока не изменяется.
- 5) Поток становится спокойным.

21. Какое из перечисленных сооружений относится к водосливам?

- 1) Быстроток.
- 2) Водопропускная труба.
- 3) Подводящий канал.
- 4) Отводящий канал.
- 5) Струнаправляющая дамба.

22. Гаситель энергии (водобойный колодец) рекомендуется сооружать при условии

- 1) Если при сопряжении бьефов возникает отогнанный гидравлический прыжок.
- 2) Если при сопряжении бьефов возникает затопленный гидравлический прыжок.
- 3) Если в нижнем бьефе устанавливается критическая глубина.
- 4) Если удельная энергия сечения уменьшается.
- 5) Если удельная энергия сечения возрастает.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Как изменится нормальная глубина, если уклон увеличится в 2 раза?

Варианты ответа:

- 1) не изменится; 2) увеличится; 3) увеличится в два раза;
- 4) уменьшится; 5) уменьшится в два раза.

2. Что происходит с потоком жидкости, если уклон увеличивается?

Варианты ответа: 1) глубина потока уменьшается; 2) глубина потока становится критической; 3) глубина потока возрастает; 4) глубина потока не изменяется; 5) поток становится спокойным.

3. По лотку прямоугольного сечения шириной $b=40\text{ см}$ при равномерном движении протекает расход воды $Q = 40\text{ л/с}$ со средней скоростью 1 м/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.

4. Определить напор, необходимый для пропуска расхода воды $Q=50\text{ л/с}$ через стальной трубопровод диаметром $d=200\text{ мм}$ и длиной $l=1200\text{ м}$.

Варианты ответа: 1) 4м; 2) 6м; 3) 8м; 4) 10м; 5) 12м.

5. Определить ударное повышение давления в стальной трубе диаметром $d=200\text{ мм}$ и толщиной стенок равной 5мм, если расход воды $Q = 60\text{ л/с}$, модули упругости стенок трубы $E= 2 \times 10^{11}\text{ Па}$ и воды $E_0= 2 \times 10^9\text{ Па}$.

Варианты ответа: 1) 1 МПа; 2) 2 МПа; 3) 3 МПа; 4) 4 МПа; 5) 5 МПа.

6. Определить глубину потока воды в стальной трубе круглого сечения диаметром $d=500\text{ мм}$ при прохождении через нее расхода воды $Q=350\text{ л/с}$, и уклоне заложения трубы, равным 0,008.

Варианты ответа: 1) 0,2м; 2) 0,25м; 3) 0,3м; 4) 0,35м; 5) 0,4м.

7. Определить глубину воды в земляном канале трапецеидального сечения, с шириной по дну $b= 5\text{ м}$, заложением откосов $m=1,5$, коэффициентом шероховатости стенок $n=0,02$, уклоном дна канала $i=0,0004$, пропускающим расход воды $Q=16\text{ м}^3/\text{с}$.

Варианты ответа: 1) 1м; 2) 2м; 3) 3м; 4) 4м; 5) 5м.

8. Определить критическую глубину в трапецеидальном канале шириной по дну $b= 5\text{ м}$, заложением откосов $m=1,5$, коэффициентом шероховатости стенок $n=0,02$, пропускающим расход воды $Q=16\text{ м}^3/\text{с}$.

Варианты ответа: 1) 0,5м; 2) 1м; 3) 2м; 4) 3м; 5) 5м.

9. Определить расход воды, вытекающей из-под плоского вертикального щита, установленного в канале прямоугольной формы шириной $b= 3\text{ м}$.

Глубина воды перед щитом $H=3\text{м}$, высота поднятия щита $a=0,3\text{м}$, глубина воды в нижнем бьефе канала $h=1,8\text{м}$.

10. Определить скорость движения грунтовых вод в песчаном грунте с коэффициентом фильтрации $K=0,04\text{ мм/с}$, если уклон подстилающего водонепроницаемого слоя $i=0,02$.

Варианты ответа: 1) $0,008\text{м/с}$; 2) $0,08\text{м/с}$; 3) $0,8\text{м/с}$; 4) 8м/с ; 5) 80м/с .

11. Стальной новый трубопровод диаметром $d=200\text{мм}$, по которому будет транспортироваться вода, для определения сопротивлений продувается воздухом в аэродинамической лаборатории. Определить необходимую скорость воздуха при продувке, если скорость воды $v=1\text{м/с}$; температура $t=20^\circ\text{C}$.

Варианты ответа: 1) 10 м/с ; 2) 14 м/с ; 3) 16 м/с ; 4) 18м/с ; 5) 20м/с .

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Определить расход воды в горизонтальной, стальной водопроводной трубе диаметром $d=200\text{мм}$, длиной $l=1000\text{м}$ при располагаемом напоре $H=10\text{м}$.

Варианты ответа: 1) 13л/с ; 2) 23л/с ; 3) 33л/с ; 4) 43л/с ; 5) 53л/с .

2. Определить диаметр стального трубопровода при следующих данных: расход $Q=100\text{ л/с}$, напор $H=15\text{м}$, длина $l=1500\text{м}$.

Варианты ответа: 1) 200мм ; 2) 250мм ; 3) 300мм ; 4) 350мм ; 5) 400мм .

3. Определить расход воды в круглой, стальной, водоотводящей трубе, если ее диаметр $d=200\text{мм}$, степень наполнения $h/d=0,75$, уклон $i=0,0036$.

Варианты ответа: 1) 10л/с ; 2) 20л/с ; 3) 30л/с ; 4) 40л/с ; 5) 50л/с .

4. Для круглой стальной трубы диаметром $d=400\text{мм}$, определить уклон i , если расход воды $Q=80\text{ л/с}$, а степень наполнения $h/d=0,8$.

Варианты ответа: 1) $0,000003$; 2) $0,00003$; 3) $0,0003$; 4) $0,003$; 5) $0,03$

5. Подобрать диаметр круглой стальной трубы, если расход воды $Q=30\text{ л/с}$; уклон $i=0,0064$, степень наполнения $h/d=0,8$.

Варианты ответа: 1) 100мм ; 2) 200мм ; 3) 300мм ; 4) 400мм ; 5) 500мм .

6. Определить степень наполнения круглой стальной трубы диаметром $d=200\text{мм}$, расходом $Q=20\text{ л/с}$ при уклоне $i=0,0016$.

Варианты ответа: 1) 0,1; 2) 0,2; 3) 0,3; 4) 0,4; 5) 0,5.

7. Определить диаметр железобетонной трубы при расходе воды $Q=0,5\text{м}^3/\text{с}$, степени наполнения $h/d=0,75$, уклоне заложения трубы $i=0,002$.

Варианты ответа: 1) 500мм; 2) 600мм; 3) 700мм; 4) 800мм; 5) 900мм

8. На подводящем прямоугольном канале канализационной станции шириной $b=2\text{м}$ установлен водослив с тонкой стенкой высотой $P=1\text{м}$. Определить расход воды в канале, если напор на водосливе $H=0,65\text{м}$, а глубина воды в нижнем бьефе $h=1,2\text{м}$.

Варианты ответа: 1) $1\text{ м}^3/\text{с}$; 2) $2\text{ м}^3/\text{с}$; 3) $3\text{ м}^3/\text{с}$; 4) $4\text{ м}^3/\text{с}$; 5) $5\text{ м}^3/\text{с}$.

9. Колодец диаметром $d=0,5\text{м}$ доведен до водоупорного грунта. Мощность водоносного пласта $H=20\text{м}$, а коэффициент фильтрации $K=0,015\text{мм/с}$. Радиус влияния $R=200\text{ м}$, а понижение уровня в колодце $S=8\text{м}$. Определить дебит колодца.

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

10. Артезианская скважина диаметром $d=0,4\text{м}$ доведена до водоупорного нижнего пласта. Напорный водоносный пласт имеет мощность $H=10\text{м}$, радиус влияния $R=340\text{ м}$, коэффициент фильтрации $K=0,03\text{мм/с}$, а глубина воды в скважине $h=12\text{м}$. Определить дебит скважины.

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

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Зачет не предусмотрен учебным планом

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Гидравлический расчет простого трубопровода.
2. Гидравлический расчет последовательного и параллельного соединения трубопроводов.
3. Гидравлический расчет трубопроводов с непрерывной и равномерной раздачей расхода вдоль пути.
4. Гидравлический расчет кольцевой сети.
5. Гидравлический расчет тупиковой сети.
6. Гидравлический расчет дюкеров и сифонов.

-
7. Гидравлический расчет трубопроводов пневмотранспорта.
 8. Гидравлический расчет илопроводов.
 9. Гидравлический удар в водопроводных трубах.
 10. Равномерное движение жидкости в открытых каналах. Формула Шези.
 11. Допускаемые скорости движения воды в каналах. Выгодное сечение канала.
 12. Основные задачи по расчету каналов.
 13. Скоростные задачи по расчету каналов.
 14. Особенности гидравлического расчета безнапорных труб и канализационных коллекторов.
 15. Гидравлический расчет дождеприемников, водостоков и канализационных стояков.
 16. Неравномерное безнапорное движение жидкости. Удельная энергия сечения. Критическая глубина.
 17. Способы нахождения критической глубины.
 18. Критический уклон. Бурное и спокойное состояния потоков.
 19. Дифференциальное уравнение неравномерного движения жидкости в канале.
 20. Исследование форм кривой свободной поверхности в открытом канале.
 21. Построение кривой свободной поверхности в открытом канале.
 22. Истечение жидкости через водосливы.
 23. Гидравлический прыжок. Прыжковая функция.
 24. Сопряжение бьефов. Критерий положения прыжка в нижнем бьефе.
 25. Гашение энергии прыжка. Расчет водобойного колодца и водобойной стенки.
 26. Основной закон фильтрации. Формула Дарси.
 27. Дифференциальные уравнения неравномерного движения грунтового потока.
 28. Исследование форм кривой свободной поверхности грунтового потока.
 29. Построение кривой свободной поверхности грунтового потока.
 30. Приток грунтовой воды к колодцам и водосборным галереям.
 31. Виды подобия потоков. Метод анализа размерности.
 32. Критерии гидромеханического подобия потоков.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен 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

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Основы гидравлического расчета трубопроводов систем водоснабжения и водоотведения.	ПК-7	Тест, защита лабораторных работ
2	Безнапорное равномерное движение жидкости в трубах и каналах систем водоотведения.	ПК-7	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ
3	Неравномерное безнапорное движение жидкости в водоотводящих трубах и каналах.	ПК-7	Тест, защита лабораторных работ
4	Гидравлический прыжок и сопряжение бьефов	ПК-7	Тест, защита лабораторных работ
5	Движение грунтовых вод.	ПК-7	Тест, защита лабораторных работ
6	Основы гидравлического моделирования потоков.	ПК-7	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 методике 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 методике 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 методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8. УЧЕБНО - МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

.Гиргидов А.Д. Техническая механика жидкости и газа. - М.: НИЦ ИНФРА, 2014.- 704 с. ISBN 5-7422-0075-7

2. **Чугаев, Р. Р.** Гидравлика: (Техническая механика жидкости): 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. **Гидравлика открытых потоков и примеры их расчета** : учебное пособие для вузов: рекомендовано УМО РФ / Воронеж. гос. архит.-строит. ун-т. - Воронеж: [б. и.], 2005 (Воронеж: отдел оперативной полиграфии ВГАСУ, 2005). - 125 с. - ISBN 5-89040-132-7

4. **Техническая механика жидкости**: метод. указания к выполнению лабораторных 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.

5. **Сайриддинов Сайридин Шахобович.** Гидравлика систем водоснабжения и водоотведения: учебное пособие: допущено МО РФ. - Москва: АСВ, 2004 (М.: Тип. "Наука", 2003). - 338 с. : ил. - Библиогр.: с. 335 (19 назв.). - ISBN 5-93093-247-6 , 2007 - 351 с. - Библиогр.: с. 349 (23 назв.). - ISBN 978-5-93093-247-8.

6. **Гидравлика открытых потоков** : методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов 2-4 курсов, обучающихся по направлению 270800 "Строительство" всех форм обучения / Воронеж. гос. архит.-строит. ун-т ; сост. : В. Ф. Бабкин, Е. В.

Дроздов, В. Н. Яценко, Е. А. Завалина. - Воронеж : [б. и.], 2014 (Воронеж : Отдел оперативной полиграфии ВГАСУ, 2014). - 33 с.

Викулин, П. Д. Гидравлика и аэродинамика систем водоснабжения и водоотведения [Электронный ресурс]: Учебник / П. Д. Викулин, В. Б. Викулина. - Гидравлика и аэродинамика систем водоснабжения и водоотведения ; 2024-07-01. - Москва : МИСИ-МГСУ, ЭБС АСВ, 2018. - 396 с. - Лицензия до 01.07.2024. - ISBN 978-5-7264-1873-5. URL: <http://www.iprbookshop.ru/86292.html>

дополнительная литература:

6. Метревели В.Н. Сборник задач по курсу гидравлики с решениями. – М.: НИЦ ИНФРА, 2008. -192с. - (Для высших учебных заведений. Общетеchnические дисциплины). - Библиогр. в конце кн. - ISBN 978-5-06-005544-3.

7. **Романков, П.Г.** Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи): учебное пособие для вузов / П. Г. Романков, В. Ф. Фролов, О. М. Флисюк. — 5-е изд. — Санкт-Петербург : ХИМИЗДАТ, 2020. — 544 с. — ISBN 078-5-93808-349-4. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/97815.html>.

8. Курганов А.М., Федоров Н.Ф. Гидравлические расчеты систем водоснабжения и водоотведения / Справочник. – Л.: Стройиздат, 1986. – 440с.

9. **Калицун, В. И.** Гидравлика, водоснабжение и канализация: Учеб. пособие для вузов. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Стройиздат , 2002. - 396 с. : ил. - ISBN 5-274-00833-X

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/>

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 «Гидравлика систем водоснабжения и водоотведения» необходимы и используются в учебном процессе лабораторные установки с контрольно- измерительными приборами, размещенные в аудиториях 6042 и 2118, а также 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 «Гидравлика систем водоснабжения и водоотведения» 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 начаться 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			