

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

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета ИСиС



С.А. Яременко/

25 ноября 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Гидравлика систем водоснабжения и водоотведения»

Направление подготовки 08.04.01 Строительство

Профиль Инженерные системы водоснабжения и водоотведения

Квалификация выпускника магистр

Нормативный период обучения 2 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2023

Автор программы

В.Н. Яценко

И.о. заведующего кафедрой

Гидравлики,
водоснабжения и
водоотведения

И.В. Журавлева

Руководитель ОПОП

В.В. Помогаева

Воронеж 2022

1. 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

- 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.
- овладеть методикой и выработать навыки применения теории к решению конкретных задач, и следовательно, освоить методику гидравлических расчетов различных систем и сооружений водоснабжения и водоотведения.

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-2 - Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки при исследовании самостоятельных тем

ПК-3 - Способен подготавливать проектную документацию по сооружениям водоподготовки и водозаборным сооружениям

ПК-6 - Способен выполнять компоновочные решения и специальные расчеты сооружений очистки сточных вод

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-2	Знать: международные и отечественные достижения в области гидравлики систем ВВ
	Уметь применять нормативную документацию, использовать и внедрять научные достижения по гидравлике в СВВ
	Владеть навыками анализа новых направлений исследований в области гидравлики и возможных областей их применения в СВВ
ПК-3	Знать принципы гидравлического расчета и проектирования сетей, станций и сооружений СВВ
	Уметь подготавливать технические задания на разработку проектных решений, проверять соответствие техдокументации нормативным документам, осуществлять технический анализ проектных работ в области СВВ
	Владеть навыком организации и координации работы при подготовке заданий и проведении гидравлических расчетов при проектировании СВВ
ПК-6	Знать нормативную документацию в области гидравлики, связанную с проектированием и строительством насосных станций СВВ

	Уметь: проверять соответствие гидравлических расчетов и технической документации нормативным требованиям
	Владеть навыками контроля качества гидравлических расчетов на различных этапах проектирования насосных станций СВВ

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
		2
Аудиторные занятия (всего)	38	38
В том числе:		
Лекции	12	12
Практические занятия (ПЗ)	26	26
Самостоятельная работа	115	115
Курсовая работа	+	+
Часы на контроль	27	27
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	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Основы гидравлического расчета трубопроводов систем водоснабжения и водоотведения раздела	Расчет самотечно-напорных трубопроводов. Дюкеры и сифоны. Всасывающие трубопроводы. Гидравлический расчет перфорированных трубопроводов. Расчет потерь напоров сети с распределенным по ее длине расходом. Гидравлическое сопротивление движению структурных жидкостей. Гидравлический удар в водопроводных трубах и методы борьбы с ним.	2	4	18	24
2	Безнапорное равномерное движение жидкости в трубах и каналах систем	Равномерное движение жидкости в открытых каналах. Формула Шези. Допускаемые скорости движения воды в каналах. Наиболее выгодное сечение канала. Основные задачи по расчету	2	4	18	24

	водоотведения.	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.				
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.	2	4	20	26
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.	2	4	20	26
5	Движение грунтовых вод.	Основной закон фильтрации. Коэффициент фильтрации. Равномерное и неравномерное движение грунтового потока. Формы кривых депрессии. Построение свободной поверхности грунтового потока.	2	4	20	26
6	Основы гидравлического моделирования потоков.	Геометрическое, кинематическое и динамическое подобия потоков. Метод анализа размерности. Критерии гидродинамического подобия потоков. Основные правила гидравлического моделирования потоков.	2	6	19	27
Итого			12	26	115	153

5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

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

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсовой работы в 2 семестре для очной формы обучения.

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

Курсовая работа включает в себя 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-2	Знать: международные и отечественные достижения в области гидравлики систем ВВ	Знает: международные и отечественные достижения в области гидравлики систем ВВ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь применять нормативную документацию, использовать и внедрять научные достижения по гидравлике в СВВ	Умеет применять нормативную документацию, использовать и внедрять научные достижения по гидравлике в СВВ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть навыками анализа новых направлений исследований в области гидравлики и возможных областей их применения в СВВ	Владеет навыками анализа новых направлений исследований в области гидравлики и возможных областей их применения в СВВ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-3	Знать принципы гидравлического расчета и проектирования сетей, станций и сооружений СВВ	Знает принципы гидравлического расчета и проектирования сетей, станций и сооружений СВВ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь подготавливать технические задания на разработку проектных решений, проверять соответствие документации нормативным документам, осуществлять	Умеет подготавливать технические задания на разработку проектных решений, проверять соответствие документации нормативным документам, осуществлять технический анализ проектных работ в	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	технический анализ проектных работ в области СВВ	области СВВ		
	Владеть навыком организации и координации работы при подготовки заданий и проведении гидравлических расчетов при проектировании СВВ	Владеет навыком организации и координации работы при подготовки заданий и проведении гидравлических расчетов при проектировании СВВ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-6	Знать нормативную документацию в области гидравлики, связанную с проектированием и строительством насосных станций СВВ	Знать нормативную документацию в области гидравлики, связанную с проектированием и строительством насосных станций СВВ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь: проверять соответствие гидравлических расчетов и технической документации нормативным требованиям	Уметь: проверять соответствие гидравлических расчетов и технической документации нормативным требованиям	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть навыками контроля качества гидравлических расчетов на различных этапах проектирования насосных станций СВВ	Владеть навыками контроля качества гидравлических расчетов на различных этапах проектирования насосных станций СВВ	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 2 семестре для очной формы обучения по четырехбалльной системе:

- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;
- «неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-2	Знать: международные и отечественные достижения в области гидравлики систем ВВ	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80- 90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь применять нормативную документацию, использовать и внедрять	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	научные достижения по гидравлике в СВВ			ответ во всех задачах		
	Владеть навыками анализа новых направлений исследований в области гидравлики и возможных областей их применения в СВВ	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-3	Знать принципы гидравлического расчета и проектирования сетей, станций и сооружений СВВ	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80- 90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь подготавливать технические задания на разработку проектных решений, проверять соответствие техдокументации нормативным документам, осуществлять технический анализ проектных работ в области СВВ	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 навыком организации и координации работы при подготовке заданий и проведении гидравлических расчетов при проектировании и СВВ	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-6	Знать	Тест	Выполнен	Выполнен	Выполнение	В тесте менее

	нормативную документацию в области гидравлики, связанную с проектированием и строительством насосных станций СВВ		ие теста на 90- 100%	е теста на 80- 90%	теста на 70- 80%	70% правильных ответов
	Уметь: проверять соответствие гидравлических расчетов и технической документации нормативным требованиям	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 навыками контроля качества гидравлических расчетов на различных этапах проектирования насосных станций СВВ	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 (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 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) $i_0 > ik$; 2) $dh/dl = 0$; 3) $h_0 = h_k$;
 - 4) $h_0 > h_k$; 5) $dh/dl < 0$
- 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) Водопускная 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) $i_0 > ik$; 2) $dh/dl = 0$; 3) $h_0 = h_k$; 4) $h_0 > h_k$; 5) $dh/dl < 0$.
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 водопускную 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) $C = 1 n \times R 0.2$;
- 5) $K0 = Q \sqrt{i0}$.

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.

17. 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) Водопускная труба.
- 3) Подводящий канал.
- 4) Отводящий канал.
- 5) Струенаправляющая 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 $b=40$ см при равномерном движении протекает расход воды $Q = 40$ л/с со средней скоростью 1 м/с. Определить уклон лотка, если напряжение трения на его стенках $\tau=1,2$ 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 $Q=50$ л/с через стальной трубопровод диаметром $d=200$ мм и длиной $l=1200$ м. Варианты ответа: 1) 4 м; 2) 6 м; 3) 8 м; 4) 10 м; 5) 12 м.

5. Определить ударное повышение давления в стальной трубе диаметром $d=200$ мм и толщиной стенок равной 5 мм, если расход воды $Q = 60$ л/с, модули упругости стенок трубы $E= 2 \times 10^{11}$ Па и воды $E_0= 2 \times 10^9$ 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 $d=500$ мм при прохождении через нее расхода воды $Q=350$ 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 $b=5$ м, заложением откосов $m=1,5$, коэффициентом шероховатости стенок $n=0,02$, уклоном дна канала $i=0,0004$, пропускающим расход воды $Q=16$ м³/с. Варианты ответа: 1) 1м; 2) 2м; 3) 3м ; 4) 4м; 5) 5м.

8. Определить критическую глубину в трапецеидальном канале шириной по дну $b=5$ м, заложением откосов $m=1,5$, коэффициентом шероховатости стенок $n=0,02$, пропускающим расход воды $Q=16$ м³/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 $b=3$ м. Глубина воды перед щитом $H=3$ м, высота поднятия щита $a=0,3$ м, глубина воды в нижнем бьефе канала $h=1,8$ м.

10. Определить скорость движения грунтовых вод в песчаном грунте с коэффициентом фильтрации $K=0,04$ мм/с, если уклон подстилающего водонепроницаемого слоя $i=0,02$. Варианты ответа: 1) 0,008м/с; 2) 0,08м/с; 3) 0,8м/с ; 4) 8м/с; 5) 80м/с.

11. Стальной новый трубопровод диаметром $d=200$ мм, по которому будет транспортироваться вода, для определения сопротивлений продувается воздухом в аэродинамической лаборатории. Определить необходимую скорость воздуха при продувке, если скорость воды $v=1$ м/с; температура $t=20^{\circ}$ С. 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 $d=200$ мм, длиной $l=1000$ м при располагаемом напоре $H=10$ 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 $Q=100$ л/с, напор $H=15$ м, длина $l=1500$ 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 $d=200$ 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 $d=400$ мм, определить уклон i , если расход воды $Q=80$ 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 $Q=30$ 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 $d=200$ мм, расходом $Q=20$ 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 $Q=0,5$ м

3 / 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 м³ / с.; 2) 2 м³ / с.; 3) 3 м³ / с.; 4) 4 м³ / с.; 5) 5 м³ / 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

Не предусмотрено учебным планом

7.2.5 Примерный перечень заданий 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 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	Основы гидравлического расчета трубопроводов систем водоснабжения и водоотведения	ПК-2, ПК-3, ПК-6	Тест, требования к курсовому проекту, устный опрос
2	Безнапорное равномерное движение жидкости в трубах и каналах систем	ПК-2, ПК-3, ПК-6	Тест, требования к курсовому проекту, устный опрос

	водоотведения.		
3	Неравномерное безнапорное движение жидкости в водоотводящих трубах и каналах.	ПК-2, ПК-3, ПК-6	Тест, требования к курсовому проекту, устный опрос
4	Гидравлический прыжок и сопряжение бьефов	ПК-2, ПК-3, ПК-6	Тест, требования к курсовому проекту, устный опрос
5	Движение грунтовых вод.	ПК-2, ПК-3, ПК-6	Тест, требования к курсовому проекту, устный опрос
6	Основы гидравлического моделирования потоков.	ПК-2, ПК-3, ПК-6	Тест, требования к курсовому проекту, устный опрос

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 методики 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 методики 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 методики 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. Гиргидов А Д Механика жидкости и газа (гидравлика) [Электронный ресурс] : учебник / А. Д. Гиргидов. - Москва : ИНФРА-М, 2014. - 704 с.: ил. - ISBN 978-5-16-009473-1. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=443613>.

2. Семенов В. П. Основы механики жидкости [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.П. Семенов. - Москва : ФЛИНТА, 2013. - 375 с. - ISBN 978-5-9765-0870-5. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=462982>.

3. Чугаев Р.Р. Гидравлика (Техническая механика жидкости). Учебник

для вузов. – М.: ООО «ИД БАСТЕТ», 2013.- 672с. ISBN: 978-5-903178-35-3

4. Калицун В.И., Дроздов Е.В. Основы гидравлики и аэродинамики. Учебник. - М.: Стройиздат, 2002.- 247с. ISBN 5-274-00456-3 : 137-00.

5. Гидравлика открытых потоков и примеры их расчета: учебное пособие для вузов : рекомендовано УМО РФ / Воронеж. гос. архит.-строит. ун-т. – Воронеж, 2005. - 125 с. - ISBN 5-89040-132-7 : 28-50.

6. Бабаев М.А. Гидравлика : учебное пособие / Бабаев М.А.. - Саратов : Научная книга, 2019. - 191 с. - ISBN 978-5-9758-1721-1. // IPR SMART : [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/81004.html>

7. Иваненко И.И. Гидравлика : учебное пособие / Иваненко И.И.. - Санкт-Петербург: ЭБС АСВ, 2012. - 150 с. - ISBN 978-5-9227-0412-6. - Текст: электронный//IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/18992.html>

8. Крестин Е.А. Гидравлика : учебное пособие / Крестин Е.А.. — Самара : Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2010. — 230 с. — ISBN 978-9585-0389-6. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/20458.html>

Дополнительная литература

1. Бабкин В.Ф., Дроздов Е.В., Журавлева И.В. Техническая механика жидкости. Методические указания.- Воронеж: ВГТУ, 2021.-32с.

2. Метревели В.Н. Сборник задач по курсу гидравлики с решениями. – М.: НИЦ ИНФРА, 2008. -192с.

3. Романков П. Г., Фролов В.Ф., Флисюк О.М. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи). Учебное пособие.- СПб.: Химиздат, 2010.- 544с.

4. Шевелев Ф.А., Шевелев А.Ф. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб / Справочное пособие. – М.: НИЦ ИНФРА, 2008.- 350с.

5. 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 программное обеспечение LibreOffice

Ресурс информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» <http://www.edu.ru/>

Образовательный портал ВГТУ.

Информационная справочная система <http://window.edu.ru>

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

Технический форум

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

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

Сообщество строителей РФ

Адрес ресурса: <http://www.stroitel.club/>
 Стройпортал.ру Адрес ресурса: <https://www.stroyportal.ru/> /
 РемТраст Адрес ресурса: <https://www.remtrust.ru/>
 Строительный портал — социальная сеть для строителей.
 «Мы Строители» Адрес ресурса: <http://stroitelnii-portal.ru/>
 Информационные справочные системы
 Адрес ресурса: <http://docs.>
 Современные профессиональные базы данных <http://www.gostrf.com/>
 типовые проекты
<http://www.findpatent.ru/> - фонд патентов.

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.

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

По дисциплине «Гидравлика систем водоснабжения и водоотведения» читаются лекции, проводятся практические занятия, 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 расчета равновесия и движения жидкости и газа в системах и сооружениях водоснабжения и водоотведения. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

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

	<p>рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.</p>
<p>Практическое занятие</p>	<p>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.</p>
<p>Самостоятельная работа</p>	<p>Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие:</p> <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.
<p>Подготовка к промежуточной аттестации</p>	<p>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 экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.</p>

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

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