

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЛП

УТВЕРЖДАЮ /М.Н. Волдаев/
(Ф.И.О. декана (директора института))

13.02.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б.1.1.21 Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика

(код и наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки
(специальность)

21.03.01 Нефтегазовое дело

Квалификация выпускника

Бакалавр

(бакалавр/магистр/специалист)

Направленность

Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и
хранения нефти, газа и продуктов переработки

Курс 2, 3

Семестр 4, 5

Распределение учебного времени

Трудоемкость по учебному плану	180 / 5	часов/зачетных единиц
Лекции	36	часов
Лабораторные работы	18	часов
Практические занятия	18	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	72	часов
Контактная работа по экзамену	6	часов
Курсовой проект (работа)	-	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	72	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	30	часов
Экзамен	5	семестр
Зачет	4	семестр
БРК, ДЗ	-	семестр

(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 21.03.01 Нефтегазовое дело

Программу составили:

доцент с ученой степенью кандидата наук	СКиВС	СОГЛАСОВАНО	Ю.А. Кузнецова
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании кафедры, за которой закреплена дисциплина
Кафедра строительных конструкций и водоснабжения

		(наименование кафедры)	
20.01.2025	протокол №	6	
(дата)			
Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	В.М. Поздеев	
		(И.О. Фамилия)	

Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с факультетом (институтом), выпускающей(ими)
кафедрой(ами).
СООТВЕТСТВУЕТ действующей ОП.

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	Ю.А. Ширнин
		(И.О. Фамилия)

Председатель методической комиссии факультета (института), в который входит
выпускающая кафедра

СОГЛАСОВАНО	Д.И. Мухортов
	(И.О. Фамилия)

Эксперт(ы): Шатилов Анатолий Авенирович, инженер 1 категории ООО "Газпром
газораспределение Йошкар-Ола"

Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 17.02.2025 г.

Специалист учебно-методического центра СОГЛАСОВАНО /Т.А. Смирнова/

Раздел 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является достижение планируемых результатов обучения, соответствующих установленным в ОПОП индикаторам достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
1. ОПК-1 Способен решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания	ОПК-1.1. - использует основные законы дисциплин инженерно-механического модуля	знания: основных законов дисциплин инженерно-механического модуля умения: использовать основные законы дисциплин инженерно-механического модуля навыки: моделирования математических и физических процессов, предназначенные для конкретных технологических процессов
	ОПК-1.2. - использует основные законы естественнонаучных дисциплин, правила построения технических схем и чертежей	знания: основных законов естественнонаучных дисциплин умения: использовать основные законы естественнонаучных дисциплин навыки: моделирования математических и физических процессов, предназначенные для конкретных технологических процессов
	ОПК-1.4. - знает принципиальные особенности моделирования математических, физических и химических процессов, предназначенные для конкретных технологических процессов	знания: принципиальных особенностей моделирования математических, физических и химических процессов, предназначенные для конкретных технологических процессов умения: навыки:
	ОПК-1.6. - владеет навыками делового взаимодействия с сервисной службой и оценивать их рекомендации с учетом экспериментальной работы технологического отдела предприятия	знания: умения: навыки: моделирования математических и физических процессов, предназначенные для конкретных технологических процессов
2. ПК-4 Способность проводить прикладные научные исследования по проблемам	ПК-4.1. Знает: - методы анализа информации по технологическим процессам и работе технических устройств в нефтегазовой отрасли	знания: методов анализа информации по технологическим процессам и работе технических устройств в нефтегазовой отрасли умения: навыки:

нефтегазовой отрасли в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности	ПК-4.2. Умеет: - планировать и проводить необходимые эксперименты, обрабатывать, в том числе с использованием прикладных программных продуктов, интерпретировать результаты и делать соответствующие выводы	знания: умения: планировать и проводить необходимые эксперименты, обрабатывать, в том числе с использованием прикладных программных продуктов, интерпретировать результаты и делать соответствующие выводы навыки:
	ПК-4.3. Владеет: - способностью использовать физико-математический аппарат для решения расчетно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности	знания: умения: навыки: использования физико-математического аппарата для решения расчетно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности

Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к обязательной части ОПОП.

Дисциплина является обязательной

Для продолжения формирования заявленных компетенций необходимы знания предшествующих дисциплин: Математика (ОПК-1), Химия (ОПК-1), Физика (ОПК-1), Механика (ПК-4)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих дисциплинах: Моделирование технологических процессов и систем (ОПК-1), Моделирование технологических процессов и систем (ПК-4); практиках: Производственная практика. Научно-исследовательская работа (ПК-4), Производственная практика. Научно-исследовательская работа (рассредоточенная) (ПК-4); государственной итоговой аттестации в форме: Выполнение и защита выпускной квалификационной работы (ОПК-1), Выполнение и защита выпускной квалификационной работы (ПК-4)

Раздел 3. ОПИСАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Для формирования заявленных компетенций используются методологические технологии, реализующие деятельностный, личностно-ориентированный, практико-ориентированный подходы.

Основными стратегическими технологиями являются: исследовательские, лекционные занятия, практические и лабораторные занятия, процедуры самообучения

На достижение конкретных целей обучения направлены применяемые тактические технологии: задания, классическая лекция, проблемная лекция

Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
Свойства жидкостей. Гидростатика	20	ОПК-1, ПК-4
Лекция. Свойства жидкости. Давление в жидкости.	2	
Лекция. Силы давления жидкости на стенки	2	
Лабораторная работа. Определение давления в жидкости	2	
Лабораторная работа. Относительный покой жидкости	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение РГР		
Проработка лекционного материала по конспекту. Подготовка к лабораторным работам. Решение задач РГР.	12	ОПК-1, ПК-4
Гидродинамика	40	
Лекция. Гидродинамика. Основные понятия	2	
Лекция. Уравнение неразрывности потока. Уравнение Бернулли	2	
Лекция. Режимы движения жидкости	2	
Лекция. Сопротивления движению жидкости по длине трубопровода	2	
Лекция. Местные сопротивления движению жидкости	2	
Лабораторная работа. Диаграмма уравнения Бернулли	2	
Лабораторная работа. Режимы движения жидкости	2	
Лабораторная работа. Исследования работы водомера Вентури	2	
Лабораторная работа. Исследования потерь напора по длине	2	
Лабораторная работа. Исследования местных потерь напора	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение РГР		
Проработка лекционного материала по конспекту. Подготовка к лабораторным работам. Решение задач РГР.	20	
Истечение жидкости из отверстий и насадков	12	ОПК-1, ПК-4
Лекция. Истечение жидкости из отверстий и насадков	2	
Лекция. Истечение жидкости из отверстий и насадков при переменном напоре	2	
Лабораторная работа. Истечение жидкости из отверстий и насадков	2	
Лабораторная работа. Истечение газа из сопла	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение РГР		
Проработка лекционного материала по конспекту. Подготовка к лабораторным работам. Решение задач РГР.	4	
Иная контактная работа:	0	

5 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
Расчет трубопроводов	31	ОПК-1, ПК-4
Лекция. Расчет коротких трубопроводов	2	
Лекция. Расчет длинных трубопроводов	2	
Лекция. Последовательное и параллельное соединение	2	

трубопроводов		
Лекция. Разветвленные и закольцованные трубопроводы	2	
Практическое занятие. Расчет короткого трубопровода	2	
Практическое занятие. Расчет длинного трубопровода	2	
Практическое занятие. Расчет трубопровода с путевым расходом и закольцованного трубопровода	2	
Практическое занятие. Расчет последовательного и параллельного соединения трубопровода	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение РГР		
Проработка лекционного материала по конспекту. Подготовка к практическим занятиям. Решение задач РГР	15	
Безнапорное и фильтрационное движение жидкости	27	ОПК-1, ПК-4
Лекция. Безнапорное движение жидкости	4	
Лекция. Фильтрационное движение жидкости	2	
Практическое занятие. Расчет потока в канале	2	
Практическое занятие. Расчет безнапорного потока в трубопроводе	2	
Практическое занятие. Расчет притока жидкости к галерее	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение РГР		
Проработка лекционного материала по конспекту. Подготовка к практическим занятиям. Решение задач РГР	15	
Моделирование гидравлических явлений	14	ОПК-1, ПК-4
Лекция. Моделирование гидравлических явлений	4	
Практическое занятие. Расчет критериев моделирования гидравлических явлений и масштабных коэффициентов моделей	4	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение РГР		
Проработка лекционного материала по конспекту. Подготовка к практическим занятиям. Решение задач РГР	6	
Иная контактная работа:	0	
Подготовка к экзамену	30	
Проведение экзамена	6	

Раздел 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой, ее структурой и содержанием разделов. Учебный материал структурирован, изучение дисциплины осуществляется в тематической последовательности. **Занятия лекционного типа** дают систематизированные знания по дисциплине, концентрируют внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Во время лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала; обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть проблемы, явления или процесса; зафиксировать выводы и практические рекомендации. Подготовка к **занятиям семинарского типа** включает ознакомление с планом практического (лабораторного) занятия; работу с конспектом лекций, выполнение домашнего задания, работу с учебной и учебно-методической литературой, научными изданиями и электронными образовательными ресурсами, рекомендованными рабочей

программой дисциплины. Содержание **самостоятельной работы** определяется рабочей программой дисциплины, оценочными и методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя. Самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах. Эффективным средством осуществления самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к образовательной программе, рабочей программе дисциплины, к электронным библиотечным системам, профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

Изучение дисциплины включает выполнение расчётно-графической работы, лабораторных работ, решение тестовых заданий на электронном курсе. Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания хода освоения дисциплин представлены в рабочей программе. Условия аттестации приведены в технологической карте, входящей в состав рабочей программы дисциплины.

Раздел 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебно-методическое обеспечение

№№ п/п	Список используемой литературы	Количество экземпляров печатных изданий, имеющихся в библиотеке, или электронный адрес издания (ресурса) в сети Интернет
УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ		
1.	Гидродинамика [Текст] : метод. указания к выполнению контрол. и расчётно-граф. работ для студентов техн. специальностей очной и заоч. форм обучения / ГОУ ВПО "Мар. гос. техн. ун-т"; [сост.: Ю. А. Кузнецова, А. Г. Поздеев, В. В. Ускова]. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2011. - 40 с. Экземпляры: всего 193.	193 / https://portal.volgatech.net/books/Kuznecova_gidrodinamika.pdf
2.	Поздеев, Анатолий Геннадиевич. Гидравлика. Газодинамика [Текст] : лабораторный практикум / А. Г. Поздеев, Ю. А. Кузнецова; М-во образования и науки Рос. Федерации, ФГБОУ ВПО "Поволж. гос. технол. ун-т". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2012. - 86, [1] с. ISBN 978-5-8158-1072-3. Экземпляры: всего 48.	48 / https://portal.volgatech.net/books/Pozdeev_gidravlika_gidrogazodinamika.pdf
3.	Поздеев, Анатолий Геннадиевич. Газодинамика [Текст] : конспект лекций / А. Г. Поздеев, Ю. А. Кузнецова; М-во образования и науки Рос. Федерации, ФГБОУ ВПО "Поволж. гос. технол. ун-т". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2015. - 166 с. ISBN 978-5-8158-1469-1. Экземпляры: всего 18.	18
4.	Поздеев, Анатолий Геннадиевич. Гидростатика. Гидродинамика [Текст] : сборник задач / А. Г. Поздеев, Ю. А. Кузнецова; М-во образования и науки Рос. Федерации, ФГБОУ ВО "Поволж. гос. технол. ун-т". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2018. - 62 с. ISBN 978-5-8158-1980-1. Экземпляры: всего 15.	15 / https://portal.volgatech.net/books/Pozdeev_gidrostatika_2018.pdf
5.	Штеренлихт, Д. В. Гидравлика [Электронный ресурс] / Штеренлихт Д. В. 5-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 656 с. ISBN 978-5-8114-1892-3.	https://e.lanbook.com/book/212051

6.	Моргунов, К. П. Механика жидкости и газа [Электронный ресурс] / Моргунов К. П. 4-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 208 с. ISBN 978-5-507-47902-3.	https://e.lanbook.com/book/332123
7.	Доманский, И. В. Механика жидкости и газа [Электронный ресурс] / Доманский И. В., Некрасов В. А. Санкт-Петербург: Лань, 2023. - 140 с. ISBN 978-5-507-45645-1.	https://e.lanbook.com/book/277058
ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ		
1.	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	http://elibrary.ru
2.	Научная электронная библиотека «Киберленинка»	http://cyberleninka.ru
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ		
1.	Профессиональные справочные системы Техэксперт	http://www.cntd.ru

6.2. Материально-техническая база и программное обеспечение

№№ п/п	Аудитории для проведения учебных занятий, самостоятельной работы и проведения государственной итоговой аттестации	Перечень основного оборудования	Программное обеспечение
1.	250 (III)	Автоматизированный лабораторный комплекс (1), Блок измерит. цифровой для изм. величины потока жидк. (1), Измеритель цифровой коэф.прозрачности (1), Навигатор : GPSMAP 76 (1), Стенд "Гидродинамика ГД" (1), Стенд информационный 1700*1300*90 Кафедра водных ресурсов (1),	Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач

Раздел 7. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ/ ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Критерии оценивания индикаторов достижения компетенций направлены на:

- усвоение теоретического материала (объем знаний, глубина усвоения), предусмотренного рабочей программой;
- умение излагать материал (четкость, грамотность изложения материала, точность и полнота воспроизведения учебного материала);
- умение применять теоретические знания при решении практических заданий.

Шкала оценивания представлена ниже.

Уровень сформированности элементов компетенции	Критерии оценивания	Шкала оценивания
Пороговый уровень	Обучающийся имеет знания основного материала, проявляет умение логично его излагать, но может допускать неточности в изложении материала, недостаточно правильные формулировки, испытывает	удовлетворительно

	затруднения в выполнении практических заданий.	
Продвинутый уровень	Обучающийся твердо знает программный материал, излагает его грамотно и по существу, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения	хорошо
Высокий уровень	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, грамотно и логически стройно его излагает, дает исчерпывающие ответы на поставленные вопросы. В ответе тесно увязывается теория с практикой, при этом обучающийся не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, показывает знакомство с монографической литературой, периодическими изданиями, правильно обосновывает принятые решения, свободно владеет разносторонними навыками, приемами выполнения практических работ	отлично

7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины (модуля) и производится с применением технологии рейтингового контроля в соответствии с технологической картой дисциплины. Порядок составления технологической карты и алгоритм проведения процедуры оценивания видов деятельности обучающихся, направленных на освоение знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности, по накопительной системе в баллах устанавливается положением о системе РИТМ в ФГБОУ ВО «ПГТУ»

7.2. Промежуточная аттестация обучающихся

Промежуточная аттестация обучающихся направлена на оценивание результатов обучения по дисциплине (модулю) и проводится с использованием фондов оценочных средств.

Примеры типовых контрольных заданий из базы фонда оценочных средств по образовательной программе.

Задача 1. Определить время наполнения бассейна объемом $= 10 \text{ м}^3$ из магистрали с заданным давлением $= 10^5 \text{ Па}$ по горизонтальной трубе длиной $= 100 \text{ м}$ и диаметром $= 0,1 \text{ м}$, снабженной вентилем ($=2$) и отводом (\cdot). Коэффициент сопротивления трения $= 0,01$.

Задача 2. Определить реакции верхнего и нижнего опорных брусев, на которые опирается щит, перекрывающий прямоугольное отверстие шириной 1 м при м , м , $= 0,5 \text{ м}$, \cdot .

Задача 3. В перегородке, разделяющей резервуар на две части, устроен вырез, который закрывается прямоугольным щитом. Определить, на каком расстоянии должна быть расположена ось поворота щита, чтобы он автоматически открывался при уровне воды в правой камере м , если с другой стороны щита сохраняется постоянно-янный уровень м .

Задача 4 В прямоугольном окне вертикальной стенки резервуара установлен на цапфах цилиндрический затвор диаметром $= 1 \text{ м}$ и шириной \cdot . Определить суммарное усилие на цапфы и момент от воздействия воды на затвор при напоре \cdot .

Задача 5. Определить растягивающее и срезающее усилия, действующие на болты, которыми прикреплена полусферическая крышка, закрывающая круглое отверстие в наклонной стенке резервуара при следующих данных: \cdot , \cdot , \cdot .

Задача 6. В цилиндрический сосуд диаметром d и высотой H с отверстием в верхней крышке диаметром d_1 налит объем жидкости V . Определить, с каким наибольшим числом оборотов можно вращать сосуд, чтобы жидкость не выливалась на него?

Задача 7. Из одного резервуара в другой вода поступает по сифонному трубопроводу длиной L и диаметром d . Определить расход воды при разности уровней в резервуарах h , m . Трубопровод снабжен задвижкой ($\lambda = 0,04$). Потерями напора в коленах и на выход из трубы пренебречь. Коэффициент сопротивления трения $0,01$.

Задача 8. По сифонному трубопроводу длиной L и диаметром d нужно обеспечить расход бензина Q . Определить необходимую разность уровней в резервуарах, если ее возвышение трубы над уровнем в верхнем резервуаре h . Трубопровод имеет задвижку ($\lambda = 0,04$). Потери на поворотах не учитывать. Коэффициент сопротивления трения $0,01$. Объемный вес бензина $\gamma = 700 \text{ кг/м}^3$.

Задача 9. Определить максимально допустимую высоту установки насоса над уровнем воды в бассейне при следующих данных: производительность насоса Q м³/с, вакуум во всасывающей трубке P_v , длина всасывающей трубы L , диаметр d . Всасывающая труба имеет одно сварное колено ($\lambda = 0,04$). Коэффициент сопротивления трения $0,01$.

Задача 10. Вода подается из нижнего закрытого бака в верхний открытый бак по вертикальной трубе за счет избыточного давления в нижнем баке P_v . Определить расход воды Q при следующих данных: h , m , d . Коэффициент сопротивления трения λ . Коэффициент местного сопротивления вентиля ξ .

Задача 11. Из нижнего бака с избыточным давлением P_v по трубе подается вода в верхний бак, на поверхности которого поддерживается вакуум P_v . Разность уровней в баках h , длина трубы L , диаметр d . Определить расход Q . Коэффициент местного сопротивления вентиля ξ . Коэффициент сопротивления трения λ . Объемный вес бензина 750 кг/м^3 .

Задача 12. В бак, разделенный тонкой перегородкой на два отсека, поступает расход воды Q м³/с. В перегородке имеется отверстие диаметром d . Из второго отсека вода выливается наружу через отверстие диаметром d_1 . Определить глубину воды в отсеках над центром отверстий h и h_1 .

Задача 13. Определить расход воды, протекающий из верхнего в нижний резервуар по системе труб, показанной на схеме. Разность уровней воды в баках h . Диаметр труб d , d_1 , d_2 , d_3 , d_4 . Длины труб L , L_1 , L_2 , L_3 , L_4 .

Задача 14. Определить, при каком напоре по системе труб будет протекать расход воды Q . Диаметры труб d , d_1 , d_2 . Длины труб L , L_1 , L_2 . Воспользоваться значениями расходных характеристик для новых водопроводных труб.

Задача 15. Определить расход воды в горизонтальном трубопроводе переменного сечения, скорость на каждом из его участков и построить пьезометрическую линию, если h , h_1 , h_2 , h_3 , h_4 , h_5 , h_6 , h_7 , h_8 , h_9 , h_{10} , h_{11} , h_{12} , h_{13} , h_{14} , h_{15} , h_{16} , h_{17} , h_{18} , h_{19} , h_{20} , h_{21} , h_{22} , h_{23} , h_{24} , h_{25} , h_{26} , h_{27} , h_{28} , h_{29} , h_{30} , h_{31} , h_{32} , h_{33} , h_{34} , h_{35} , h_{36} , h_{37} , h_{38} , h_{39} , h_{40} , h_{41} , h_{42} , h_{43} , h_{44} , h_{45} , h_{46} , h_{47} , h_{48} , h_{49} , h_{50} , h_{51} , h_{52} , h_{53} , h_{54} , h_{55} , h_{56} , h_{57} , h_{58} , h_{59} , h_{60} , h_{61} , h_{62} , h_{63} , h_{64} , h_{65} , h_{66} , h_{67} , h_{68} , h_{69} , h_{70} , h_{71} , h_{72} , h_{73} , h_{74} , h_{75} , h_{76} , h_{77} , h_{78} , h_{79} , h_{80} , h_{81} , h_{82} , h_{83} , h_{84} , h_{85} , h_{86} , h_{87} , h_{88} , h_{89} , h_{90} , h_{91} , h_{92} , h_{93} , h_{94} , h_{95} , h_{96} , h_{97} , h_{98} , h_{99} , h_{100} .

Задача 16. Определить диаметры труб для участков тупиковой водопроводной сети и установить требуемую высоту водонапорной башни в точке 1 для подачи следующих расходов в конечные пункты сети: Q_1 , Q_2 , Q_3 , Q_4 , Q_5 , Q_6 , Q_7 , Q_8 , Q_9 , Q_{10} , Q_{11} , Q_{12} , Q_{13} , Q_{14} , Q_{15} , Q_{16} , Q_{17} , Q_{18} , Q_{19} , Q_{20} , Q_{21} , Q_{22} , Q_{23} , Q_{24} , Q_{25} , Q_{26} , Q_{27} , Q_{28} , Q_{29} , Q_{30} , Q_{31} , Q_{32} , Q_{33} , Q_{34} , Q_{35} , Q_{36} , Q_{37} , Q_{38} , Q_{39} , Q_{40} , Q_{41} , Q_{42} , Q_{43} , Q_{44} , Q_{45} , Q_{46} , Q_{47} , Q_{48} , Q_{49} , Q_{50} , Q_{51} , Q_{52} , Q_{53} , Q_{54} , Q_{55} , Q_{56} , Q_{57} , Q_{58} , Q_{59} , Q_{60} , Q_{61} , Q_{62} , Q_{63} , Q_{64} , Q_{65} , Q_{66} , Q_{67} , Q_{68} , Q_{69} , Q_{70} , Q_{71} , Q_{72} , Q_{73} , Q_{74} , Q_{75} , Q_{76} , Q_{77} , Q_{78} , Q_{79} , Q_{80} , Q_{81} , Q_{82} , Q_{83} , Q_{84} , Q_{85} , Q_{86} , Q_{87} , Q_{88} , Q_{89} , Q_{90} , Q_{91} , Q_{92} , Q_{93} , Q_{94} , Q_{95} , Q_{96} , Q_{97} , Q_{98} , Q_{99} , Q_{100} . Длины участков в метрах указаны на схеме сети. Местность горизонтальная. В конечных пунктах сети должен быть обеспечен свободный напор h . При расчете воспользоваться значениями предельных расходов и расходных характеристик для новых водопроводных труб.

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

Перечень вопросов для промежуточной аттестации для оценки порогового уровня:

1. Основные физические свойства жидкостей и газов

2. Гидростатическое давление и его свойства
3. Дифференциальное уравнение гидростатики Эйлера.
4. Основное уравнение гидростатики. Его физический смысл
5. Измерение давления. Жидкостные приборы давления
6. Давление жидкости на плоскую поверхность. Сила давления. Центр давления
7. Давление жидкости на криволинейные поверхности. Тело давления
8. Закон Архимеда. Плавание тел.
9. Основы кинематики жидкостей.
10. Методы описания движения сред. Метод Эйлера для описания потока жидкости
11. Элементарная струйка. Линия тока. Свойства элементарной струйки.
12. Уравнение неразрывности для элементарной струйки и потока жидкости в дифференциальной форме.
13. Уравнение неразрывности для одномерных потоков жидкости в гидравлической форме.
14. Уравнение Бернулли для потока вязкой жидкости.
15. Геометрическая и энергетическая интерпретация уравнения Бернулли.
16. Дифференциальное уравнение гидродинамики Эйлера.
17. Практическое применение уравнения Бернулли: трубка Пито-Прандтля, расходомер Вентури
18. Общая интегральная форма уравнений количества движения и момента количества движения
19. Режимы движения жидкости. Опыты Рейнольдса.
20. Закон гидравлического сопротивления Дарси-Вейсбаха.
21. Определение коэффициента гидравлического сопротивления
22. Гидравлический расчет простого трубопровода.
23. Истечение из малого отверстия в тонкой стенке и насадка.
24. Коэффициенты сжатия, скорости, расхода. Влияние на них числа Рейнольдса.
25. Прямой и не прямой гидравлический удар. Формула Жуковского.
26. Равномерное движение жидкости в открытых руслах.
27. Основные расчетные зависимости и задачи расчета канала
28. Основной закон фильтрации. Коэффициент фильтрации
29. Строительное водопонижение.
30. Понятие о физическом и математическом моделировании гидравлических явлений. Геометрическое, кинематическое и динамическое подобие гидравлических явлений. Критерии подобия
31. Классификация гидромашин. Основные рабочие параметры насоса. Объемные и

динамические гидронасосы и гидромашины.

32. Устройство и принцип действия поршневых гидронасосов. Характеристики подачи поршневых насосов.
33. Динамические насосы. Классификация, устройство, принцип действия.
34. Рабочие характеристики центробежного насоса.
35. Параллельное и последовательное соединение насосов

Перечень вопросов для промежуточной аттестации для оценки продвинутого уровня:

1. Понятие единичных сил, действующих в жидкости
2. Капиллярные свойства жидкостей
3. Определение гидростатического давления в жидкости
4. Вывод дифференциального уравнения гидростатики Эйлера.
5. Равновесие жидкости в движущейся емкости
6. Дифференциальные манометры
7. Давление жидкости на плоскую поверхность сложной формы.
8. Давление жидкости на стенки трубопроводов.
9. Определение водоизмещения плавающего тела
10. Виды движения жидкости. Траектории, скорости, ускорения. Местная скорость. Поле скоростей
11. Методы описания движения сред. Метод Лагранжа для описания потока жидкости.
12. Интегрирование элементов элементарной струйки для потока жидкости.
13. Вывод уравнения Бернулли на основе закона сохранения энергии.
14. Определение энергии потока жидкости.
15. Конечно-разностные формы уравнений Навье-Стокса и Рейнольдса.
16. Практическое применение уравнения Бернулли: водоструйный насос
17. Уравнение количества движения в гидравлической форме.
18. Основное уравнение равномерного движения жидкости
19. Вывод закона гидравлического сопротивления Дарси-Вейсбаха.
20. Определение коэффициента гидравлического сопротивления при ламинарном режиме
21. Потери напора при внезапном расширении. Теорема Борда.
22. Гидравлический расчет параллельного и последовательного трубопроводатрубопровода.
23. Истечение жидкости через насадки
24. Истечение из малого отверстия в тонкой стенке при переменном напоре
25. Истечение через водослив

26. Способы ослабления гидравлического удара.
27. Практические методы расчета каналов
28. Равномерное и неравномерное движение фильтрационного потока
29. Фильтрация через земляные перемычки.
30. Метод последовательного отображения шпунтов.
31. Применение критерия Рейнольдса при решении задач гидромеханического моделирования
32. Основные рабочие параметры объемного насоса.
33. Индикаторная диаграмма работы поршневого насоса
34. Основное уравнение рабочего колеса центробежного насоса.
35. Коэффициент быстроходности насосов

Перечень вопросов для промежуточной аттестации для оценки высокого уровня:

1. Поверхностные и массовые силы
2. Определение герметичности трубопроводов на основании сжимаемости жидкостей.
3. Определение гидростатического давления в сообщающихся сосудах с различными жидкостями
4. Использование дифференциального уравнения гидростатики Эйлера для решения задач с произвольным набором массовых сил
5. Равновесие жидкости во вращающемся сосуде
6. Определение сил давления жидкости на плоские элементы инженерных конструкций.
7. Определения сил давления жидкости на криволинейные поверхности инженерных конструкций.
8. Определение остойчивости плавающего тела.
9. Турбулентность и её основные статистические характеристики
10. Уравнение неразрывности для потока газа
11. Общее уравнение энергии в интегральной и дифференциальной формах
12. Вывод уравнения Бернулли для потока вязкой жидкости на основе дифференциальных уравнений Эйлера.
13. Уравнение Бернулли для потока газа
14. Определение энергетического потенциала водного объекта.
15. Общая схема применения численных методов и их реализация на ЭВМ.
16. Движение двухфазных жидкостей
17. Расчет водоструйного насоса на основе уравнения количества движения
18. Определение коэффициента гидравлического сопротивления для турбулентного режима движения.
19. Графоаналитическое определение расхода при параллельном и последовательном

соединении трубопроводов

20. Истечение из большого отверстия в тонкой стенке
21. Гидравлические струи
22. Истечение газа из сопла.
23. Воздействие струи на преграду
24. Каналы со сложным очертанием замкнутого поперечного сечения. Естественные русла. Безнапорные трубы. Критический уклон
25. Одномерное неустановившееся движение несжимаемой жидкости
26. Дифференциальное уравнение неравномерного движения фильтрационного потока. Формы кривых депрессий. Интегрирование дифференциального уравнения
27. Примеры решения задач движения грунтовых вод в гидродинамической постановке. Метод фрагментов.
28. Приток воды к водосбросным колодцам и галереям.
29. Применение критерия Фруда при решении задач гидромеханического моделирования
30. Пересчет параметров динамического насоса при изменении скорости вращения
31. Расчет параметров динамического насоса по модельному колесу
32. Явление кавитации.