

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЛП

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

29.02.2024 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, 6

**Распределение учебного времени**

Трудоемкость по учебному плану	180 / 5	часов/зачетных единиц
Лекции	8	часов
Лабораторные работы	4	часов
Практические занятия	4	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	16	часов
Контактная работа по экзамену	6	часов
Курсовой проект (работа)	-	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	128	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	30	часов
Экзамен	6	семестр
Зачет	5	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)	
29.01.2024	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 11.03.2024 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	<b>знания:</b> основных законов дисциплин инженерно-механического модуля <b>умения:</b> использования основных законов дисциплин инженерно-механического модуля <b>навыки:</b> использования основных законов дисциплин инженерно-механического модуля для решения профессиональных задач
	ОПК-1.2. - использует основные законы естественнонаучных дисциплин, правила построения технических схем и чертежей	<b>знания:</b> основных законов дисциплин инженерно-механического модуля <b>умения:</b> использовать основные законы естественнонаучных дисциплин <b>навыки:</b> использования основных законов дисциплин естественнонаучных дисциплин для решения профессиональных задач
	ОПК-1.4. - знает принципиальные особенности моделирования математических, физических и химических процессов, предназначенные для конкретных технологических процессов	<b>знания:</b> принципиальные особенности моделирования математических, физических и химических процессов, предназначенные для конкретных технологических процессов <b>умения:</b> <b>навыки:</b>
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	<b>знания:</b> методов анализа информации по технологическим процессам и работе технических устройств в нефтегазовой отрасли <b>умения:</b> <b>навыки:</b>

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	<b>знания:</b> <b>умения:</b> планировать и проводить необходимые эксперименты, обрабатывать, в том числе с использованием прикладных программных продуктов, интерпретировать результаты и делать соответствующие выводы <b>навыки:</b>
	ПК-4.3. Владеет: - способностью использовать физико-математический аппарат для решения расчетно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности	<b>знания:</b> <b>умения:</b> <b>навыки:</b> 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); 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
<b>Гидростатика и гидродинамика</b>	<b>36</b>	ОПК-1, ПК-4
Лекция. Свойства жидкости. Давление в жидкости. Силы давления жидкости на стенки сосудов.	2	
Лекция. Основные законы движущейся жидкости	2	
Лабораторная работа. Основной закон гидростатики	2	
Лабораторная работа. Диаграмма уравнения Бернулли	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР	28	
Проработка лекционного материала по конспекту. Изучение литературы. Подготовка к практическим и лабораторным занятиям. Решение задач из раздела Гидростатика		
Иная контактная работа:		
	0	

#### 5 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
<b>Напорное движение жидкости</b>	<b>36</b>	ОПК-1, ПК-4
Лекция. Гидравлические сопротивления. Расчет трубопроводов	2	
Практическое занятие. Расчеты трубопроводов	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР	32	
Проработка лекционного материала по конспекту. Изучение литературы. Подготовка к практическим занятиям.Решение задач из раздела Гидродинамика		
Иная контактная работа:		

#### 6 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
<b>Безнапорное и фильтрационное движение жидкости</b>	<b>72</b>	ОПК-1, ПК-4
Лекция. Безнапорное и фильтрационное движение жидкости. Моделирование гидравлических явлений.	2	
Практическое занятие. Расчет безнапорных и фильтрационных потоков	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР	68	
Проработка лекционного материала по конспекту. Изучение литературы. Подготовка к практическим занятиям. Расчет параметров модели гидравлического устройства		
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 контрольной работы, лабораторной работы. 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, имеющих в библиотеке, или электронный адрес издания (ресурса) в сети Интернет
<b>УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ</b>		
1.	Гидродинамика [Текст] : метод. указания к выполнению контрол. и расчетно-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 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/Kuznecova_gidrodinamika.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Kuznecova_gidrodinamika.pdf</a>
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 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/Pozdeev_gidravlika_gidrogazodinamika.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Pozdeev_gidravlika_gidrogazodinamika.pdf</a>
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.	15 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/Pozdeev_gidrostatika_2">https://portal.volgatech.net/books/Pozdeev_gidrostatika_2</a>

	ФГБОУ ВО "Поволж. гос. технол. ун-т". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2018. - 62 с. ISBN 978-5-8158-1980-1. Экземпляры: всего 15.	018.pdf
5.	Шевелев, Фирс Александрович. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб [Текст] : справ. пособие / Ф. А. Шевелев, А. Ф. Шевелев. 8-е изд., доп. и перераб. Тверь: БАСТЕТ, 2008. - 349 с. ISBN 978-5-903178-06-3. Экземпляры: всего 5.	5
6.	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.	<a href="https://e.lanbook.com/book/212051">https://e.lanbook.com/book/212051</a>
7.	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.	<a href="https://e.lanbook.com/book/332123">https://e.lanbook.com/book/332123</a>
8.	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.	<a href="https://e.lanbook.com/book/277058">https://e.lanbook.com/book/277058</a>
ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ		
1.	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>
2.	Научная электронная библиотека «Киберленинка»	<a href="http://cyberleninka.ru">http://cyberleninka.ru</a>
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ		
1.	Профессиональные справочные системы Техэксперт	<a href="http://www.cntd.ru">http://www.cntd.ru</a>

## 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),	Справочная правовая система "Консультант Плюс", 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 затруднения в выполнении практических заданий.	удовлетворительно
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. 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 ( $=$ ). Коэффициент сопротивления трения  $= 0,01$ .

#### Задача 2

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

#### 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  $\text{м}$ , если с другой стороны щита

сохраняется постоянный уровень  $m$ .

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

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

**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  $H_1$ ,  $H_2$ . Трубопровод снабжен задвижкой (рис. 4). Потерями напора в коленах и на выход из трубы пренебречь. Коэффициент сопротивления трения  $\lambda=0,01$ .

#### 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  $H_1$ . Трубопровод имеет задвижку (рис. 3). Потери на поворотах не учитывать. Коэффициент сопротивления трения  $\lambda=0,01$ . 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  $Q$  м<sup>3</sup>/с, вакуум во всасывающей патрубке  $P_{\text{вак}}$ , длина всасывающей трубы  $L$ , диаметр  $d$ . Всасывающая труба имеет одно сварное колено (рис. 1). Коэффициент сопротивления трения  $\lambda$ .

#### Задача 10

Вода подается из нижнего закрытого бака в верхний открытый бак по вертикальной трубе за счет избыточного давления в нижнем баке  $P_{\text{изб}}$ . Определить расход воды  $Q$  при следующих данных:  $H_1$ ,  $H_2$ . Коэффициент сопротивления трения  $\lambda$ . Коэффициент местного сопротивления вентиля  $\zeta$ .

#### Задача 11

Из нижнего бака с избыточным давлением  $P_{\text{изб}}$  по трубе подается вода в верхний бак, на поверхности которого поддерживается вакуум  $P_{\text{вак}}$ . Разность уровней в баках  $H$ , длина трубы  $L$ , диаметр  $d$ . Определить расход  $Q$ . Коэффициент местного сопротивления вентиля  $\zeta$ . Коэффициент сопротивления трения  $\lambda$ . Объемный вес бензина  $\gamma=750\text{ кг/м}^3$ .

#### Задача 12

В бак, разделенный тонкой перегородкой на два отсека, поступает расход воды  $Q$  м<sup>3</sup>/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  $h_1$  и  $h_2$ .

**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  $d_1$ ,  $d_2$ ,  $d_3$ ,  $d_4$ . Длины труб  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$ ,  $L_4$ .

**Задача 14.** Определить, при каком напоре по системе труб будет протекать расход воды  $Q$ . Диаметры труб  $d_1$ ,  $d_2$ . Длины труб  $L_1$ ,  $L_2$ . 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  $h = 0,15$  м и  $h = 0,2$  м.

**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:  $Q_1 = 2$  л/с, и  $Q_2 = 1$  л/с. Длины участков в метрах указаны на схеме сети. Местность горизонтальная. В конечных пунктах сети должен быть обеспечен свободный напор  $h_{св} = 0,5$  м. При расчете воспользоваться значениями предельных расходов и расходных характеристик для новых водопроводных труб

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

Перечень вопросов для промежуточной аттестации в 5 семестре:

1. Определение жидкости. Силы, действующие в жидкости
2. Поверхностные и массовые силы
3. Основные физические свойства жидкостей и газов
4. Капиллярные свойства жидкостей
5. Определение герметичности трубопроводов на основании сжимаемости жидкостей.
6. Гидростатическое давление и его свойства
7. Определение гидростатического давления в жидкости
8. Определение гидростатического давления в сообщающихся сосудах с различными жидкостями
9. Дифференциальное уравнение гидростатики Эйлера.
10. Вывод дифференциального уравнения гидростатики Эйлера.
11. Использование дифференциального уравнения гидростатики Эйлера для решения задач с произвольным набором массовых сил
12. Основное уравнение гидростатики. Его физический смысл
13. Равновесие жидкости в движущейся емкости
14. Равновесие жидкости во вращающемся сосуде
15. Измерение давления. Жидкостные приборы давления
16. Дифференциальные манометры
17. Давление жидкости на плоскую поверхность. Сила давления. Центр давления
18. Давление жидкости на плоскую поверхность сложной формы.
19. Определение сил давления жидкости на плоские элементы инженерных конструкций.
20. Давление жидкости на криволинейные поверхности. Тело давления
21. Определения сил давления жидкости на криволинейные поверхности инженерных конструкций
22. Давление жидкости на стенки трубопроводов.

23. Закон Архимеда. Плавание тел.
24. Определение водоизмещения плавающего тела
25. Определение остойчивости плавающего тела.
26. Основы кинематики жидкостей.
27. Виды движения жидкости. Траектории, скорости, ускорения. Местная скорость. Поле скоростей
28. Турбулентность и её основные статистические характеристики
29. Методы описания движения сред. Метод Эйлера для описания потока жидкости
30. Методы описания движения сред. Метод Лагранжа для описания потока жидкости.
31. Элементарная струйка. Линия тока. Свойства элементарной струйки.
32. Интегрирование элементов элементарной струйки для потока жидкости.
33. Уравнение неразрывности для элементарной струйки и потока жидкости в дифференциальной форме.
34. Уравнение неразрывности для потока газа
35. Вывод уравнения Бернулли на основе закона сохранения энергии.
36. Вывод уравнения Бернулли для потока вязкой жидкости на основе дифференциальных уравнений Эйлера.
37. Уравнение неразрывности для одномерных потоков жидкости в гидравлической форме.
38. Определение энергии потока жидкости.
39. Уравнение Бернулли для потока газа
40. Уравнение Бернулли для потока вязкой жидкости.
41. Конечно-разностные формы уравнений Навье-Стокса и Рейнольдса.
42. Геометрическая и энергетическая интерпретация уравнения Бернулли.
43. Практическое применение уравнения Бернулли: водоструйный насос
44. Дифференциальное уравнение гидродинамики Эйлера.
45. Уравнение количества движения в гидравлической форме.
46. Практическое применение уравнения Бернулли: трубка Пито-Прандтля, расходомер Вентури
47. Основное уравнение равномерного движения жидкости
48. Общая интегральная форма уравнений количества движения и момента количества движения
49. Режимы движения жидкости. Опыты Рейнольдса.

Перечень вопросов для промежуточной аттестации в 6 семестре:

1. Закон гидравлического сопротивления Дарси-Вейсбаха.
2. Вывод закона гидравлического сопротивления Дарси-Вейсбаха.

3. Определение коэффициента гидравлического сопротивления
4. Определение коэффициента гидравлического сопротивления при ламинарном режиме
5. Определение коэффициента гидравлического сопротивления для турбулентного режима движения.
6. Потери напора при внезапном расширении. Теорема Борда.
7. Движение двухфазных жидкостей
8. Гидравлический расчет простого трубопровода.
9. Гидравлический расчет параллельного и последовательного трубопровода.
10. Истечение из малого отверстия в тонкой стенке и насадка.
11. Истечение жидкости через насадки
12. Коэффициенты сжатия, скорости, расхода. Влияние на них числа Рейнольдса.
13. Истечение из малого отверстия в тонкой стенке при переменном напоре
14. Истечение через водослив
15. Истечение из большого отверстия в тонкой стенке
16. Истечение газа из сопла.
17. Гидравлические струи
18. Воздействие струи на преграду
19. Прямой и не прямой гидравлический удар. Формула Жуковского.
20. Способы ослабления гидравлического удара.
21. Равномерное движение жидкости в открытых руслах.
22. Практические методы расчета каналов
23. Каналы со сложным очертанием замкнутого поперечного сечения. Естественные русла. Безнапорные трубы. Критический уклон
24. Основные расчетные зависимости и задачи расчета канала
25. Основной закон фильтрации. Коэффициент фильтрации
26. Равномерное и неравномерное движение фильтрационного потока
27. Дифференциальное уравнение неравномерного движения фильтрационного потока. Формы кривых депрессий. Интегрирование дифференциального уравнения
28. Фильтрация через земляные перемычки.
29. Примеры решения задач движения грунтовых вод в гидродинамической постановке.
30. Приток воды к водосборным колодцам и галереям
31. Строительное водопонижение.
32. Понятие о физическом и математическом моделировании гидравлических явлений. Геометрическое, кинематическое и динамическое подобие гидравлических явлений.

#### Критерии подобия

33. Применение критерия Рейнольдса при решении задач гидромеханического моделирования
34. Применение критерия Фруда при решении задач гидромеханического моделирования