

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИММ

УТВЕРЖДАЮ /Н.П. Сютлов/  
(Ф.И.О. декана (директора института))

11.03.2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б.1.1.14 Гидрогазодинамика

(код и наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки  
(специальность)

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Квалификация выпускника

Бакалавр

(бакалавр/магистр/специалист)

Направленность

Промышленная теплоэнергетика

Курс

2

Семестр

3, 4

**Распределение учебного времени**

Трудоемкость по учебному плану	144 / 4	часов/зачетных единиц
Лекции	4	часов
Лабораторные работы	6	часов
Практические занятия	6	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.)	92	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	30	часов
Экзамен	4	семестр
Зачет	-	семестр
БРК, ДЗ	-	семестр

(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

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)	
30.01.2024	протокол №	8	
(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	П.Н. Анисимов
		(И.О. Фамилия)

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

СОГЛАСОВАНО	А.А. Медяков
	(И.О. Фамилия)

Эксперт(ы): Фадеев Александр Алерьевич, Технический директор-главный инженер  
Йошкар-Олинской ТЭЦ-2 Филиала Марий Эл и Чувашия ПАО "Т Плюс"  
Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 12.03.2024 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-3 Способен применять соответствующих физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ОПК-3.2 Демонстрирует понимание физических явлений и применяет законы механики, термодинамики, электричества и магнетизма, оптики	<b>знания:</b> Знает теплофизические свойства жидкостей и газов для расчетов теплотехнических установок и систем. <b>умения:</b> Умеет использовать знания теплофизических свойств жидкостей и газов при расчетах теплотехнических установок и систем. <b>навыки:</b> Владеет навыками использования знаний теплофизических свойств жидкостей и газов при расчетах теплотехнических установок и систем.
2. ОПК-4 Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах	ОПК-4.1 Демонстрирует понимание основных законов движения жидкости и газа	<b>знания:</b> Знает основные законы движения жидкости и газа. <b>умения:</b> Умеет использовать основные законы движения жидкости и газа в теплотехнических установках и системах. <b>навыки:</b> Владеет навыками использования основных законов движения жидкости и газа в теплотехнических установках и системах.
	ОПК-4.2 Применяет знания основ гидрогазодинамики для расчетов теплотехнических установок и систем	<b>знания:</b> Знает основы гидрогазодинамики для проведения расчетов теплотехнических установок и систем. <b>умения:</b> Умеет применять знания основ гидрогазодинамики для расчетов теплотехнических установок и систем. <b>навыки:</b> Владеет навыками применения знаний основ гидрогазодинамики для расчетов теплотехнических установок и систем.

## 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: Физика (ОПК-3), Математика (ОПК-3); практик: Учебная практика. Ознакомительная практика (ОПК-3), Учебная практика. Ознакомительная

практика (ОПК-4)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих дисциплинах: Надежность технических систем (ОПК-3), Прикладная механика (ОПК-3), Теоретическая механика (ОПК-3), Техническая термодинамика (ОПК-3), Прикладная механика (ОПК-4); практиках: Учебная практика. Ознакомительная практика (ОПК-4); государственной итоговой аттестации в форме: Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ОПК-3), Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ОПК-4)

### Раздел 3. ОПИСАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

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

Основными стратегическими технологиями являются: 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

#### 3 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
<b>Гидрогазостатика</b>	<b>12</b>	ОПК-3, ОПК-4
Самостоятельная работа. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ МЕХАНИКИ ЖИДКОСТИ И ГАЗА	2	
Самостоятельная работа. ОСНОВЫ ГИДРОСТАТИКИ	2	
Самостоятельная работа. КИНЕМАТИКА ГАЗА И	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР Изучение приборов для измерения гидрогазостатического давления. Определение давления в жидкости и газе. Исследование закона Паскаля. Законы относительного покоя жидкости и газа. Расчет сил давлений жидкости и газа на плоские стенки. Расчет давлений жидкости и газа на криволинейную стенку. Выполнение прочностных расчетов конструкций для хранения жидкостей. ( <a href="https://portal.vlgatech.net/books/Pozdeev_gidrostatika_2018.pdf">https://portal.vlgatech.net/books/Pozdeev_gidrostatika_2018.pdf</a> )	6	
<b>Гидрогазодинамика</b>	<b>30</b>	ОПК-3, ОПК-4
Лекция. ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ ЭЙЛЕРА ДВИЖЕНИЯ НЕВЯЗКОЙ ЖИДКОСТИ	1	
Лекция. ВИХРЕВОЕ ДВИЖЕНИЕ ЖИДКОСТИ	1	
Лекция. ПОТЕНЦИАЛЬНОЕ ДВИЖЕНИЕ ИДЕАЛЬНОЙ НЕСЖИМАЕМОЙ ЖИДКОСТИ	1	
Практическое занятие. ГИДРОМЕХАНИКА ТРУБОПРОВОДОВ	2	
Практическое занятие. ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ	2	

Лекция. МОДЕЛИРОВАНИЕ ЯВЛЕНИЙ В ГИДРОГАЗОДИНАМИКЕ	1	
Лабораторная работа. Экспериментальное определение режима движения жидкости. Построение диаграммы уравнения Бернулли. ( <a href="https://portal.volgatech.net/books/Pozdeev_gidravlika_gidrogazodinamika.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Pozdeev_gidravlika_gidrogazodinamika.pdf</a> )	2	
Лабораторная работа. Экспериментальное определение коэффициента гидравлического сопротивления, шероховатости трубопровода, коэффициента местного сопротивления. ( <a href="https://portal.volgatech.net/books/Pozdeev_gidravlika_gidrogazodinamika.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Pozdeev_gidravlika_gidrogazodinamika.pdf</a> )	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР Определение Числа Рейнольдса. Энергетический и геометрический смысл уравнения Бернулли. Использование уравнения Бернулли в технике. Расчет истечения жидкости и газа из отверстий и насадков. Выполнение расчетов трубопроводов. Расчет коротких трубопроводов. Расчет длинных трубопроводов. Расчет параллельных трубопроводов. ( <a href="https://portal.volgatech.net/books/Pozdeev_gidrostatika_2018.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Pozdeev_gidrostatika_2018.pdf</a> )	18	
Иная контактная работа:	0	

#### 4 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
<b>Специальные разделы</b>	<b>140</b>	ОПК-3, ОПК-4
Самостоятельная работа. РЕЖИМЫ ТЕЧЕНИЯ ВЯЗКОЙ СРЕДЫ. ПОГРАНИЧНЫЙ СЛОЙ.	10	
Самостоятельная работа. ТЕПЛООБМЕН НА ПЛОСКОЙ ПЛАСТИНЕ	10	
Самостоятельная работа. ЭЛЕМЕНТЫ ГАЗОВОЙ	48	
Лабораторная работа. Движение газа в канале переменной площади живого сечения ( <a href="https://portal.volgatech.net/books/Pozdeev_gidravlika_gidrogazodinamika.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Pozdeev_gidravlika_gidrogazodinamika.pdf</a> )	1	
Практическое занятие. Определение аэродинамических характеристик профиля крыла	2	
Лабораторная работа. Испытание центробежного вентилятора ( <a href="https://portal.volgatech.net/books/Pozdeev_gidravlika_gidrogazodinamika.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Pozdeev_gidravlika_gidrogazodinamika.pdf</a> )	1	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР Расчет одномерных изоэнтропических течений газа в MathCad. Расчет течений газа с ударными волнами в MathCad. Расчет течений газа с учетом трения в MathCad. Течения газа при наличии энергообмена в MathCad. ( <a href="https://portal.volgatech.net/books/Pozdeev_gidrostatika_2018.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Pozdeev_gidrostatika_2018.pdf</a> )	68	
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, лабораторных работ. Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания хода освоения дисциплин представлены в рабочей программе.

## 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.	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>
2.	Гиргидов, А. Д. Механика жидкости и газа (гидравлика) [Текст] : учебник / А. Д. Гиргидов. Москва: ИНФРА-М, 2017. - 703, [1] с. ISBN 978-5-16-009473-1. Экземпляры: всего 10.	10
3.	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>
4.	Справочное пособие по гидравлике, гидромашинам и гидроприводам [Текст] /	16

	[Я.М.Вильнер, Я.Т.Ковалев, Б.Б.Некрасов и др.]; Под общ.ред.Б.Б.Некрасова. 2-е изд., перераб. и доп. Минск: Высшая школа, 1985. - 381 с. Экземпляры: всего 16.	
5.	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>
6.	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. техн. 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/Pozdееv_gidravlika_gidrogazodinamika.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Pozdееv_gidravlika_gidrogazodinamika.pdf</a>
7.	Поздеев, Анатолий Геннадиевич. Газодинамика [Текст] : конспект лекций / А. Г. Поздеев, Ю. А. Кузнецова; М-во образования и науки Рос. Федерации, ФГБОУ ВПО "Поволж. гос. техн. ун-т". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2015. - 166 с. ISBN 978-5-8158-1469-1. Экземпляры: всего 18.	18
8.	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. техн. ун-т". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2018. - 62 с. ISBN 978-5-8158-1980-1. Экземпляры: всего 15.	15 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/Pozdееv_gidrostatika_2018.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Pozdееv_gidrostatika_2018.pdf</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), Микровертушка гидрометрическая ГМЦМ-1м с выходом на ПК (1), Навигатор : GPSMAP 76 (1), Стенд "Гидродинамика ГД" (1), Стенд информационный 1700*1300*90	Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional,

		Комплект учебной мебели (1)	Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач
2.	330 (III)	Комплект учебной мебели (1)	Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, 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	отлично



	показывает знакомство с монографической литературой, периодическими изданиями, правильно обосновывает принятые решения, свободно владеет разносторонними навыками, приемами выполнения практических работ	
--	---	--

### 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.

#### Вариант № 0

##### 1. Каким соотношением связаны между собой плотность и удельный вес?

1

2

3

4

##### 2. Единица измерения динамической вязкости:

1/Па

м<sup>2</sup>/с

кгс/м<sup>2</sup>

4

##### 3. Из приведенных ниже сил поверхностными являются силы:

инерции

тяжести

центробежные силы

гидростатического давления

##### 4. Гидростатическим давлением в рассматриваемой точке называется:

предел отношения при

предел отношения при

предел отношения при

предел отношения при

##### 5. Единицей измерения давления в системе СИ является:

атмосфера

кгс/см<sup>2</sup>

ммрт.ст.

Па

##### 6. Каково максимальное значение вакуума?

1000 Па

1 атм

5,5 м вод.ст.

нет верного ответа

**7. Указать направление поворота точки А, находящейся на рабочем конце трубки Бурдона при избыточном давлении:**

по часовой стрелке

против часовой стрелки

точка неподвижна

ответы 1 и 2 верны

**8. Что называется вакуумом в данной точке жидкости?**

Разность между гидростатическим давлением: абсолютным и избыточным

Разность между атмосферным давлением и абсолютным гидростатическим давлением в точке

Разность между гидростатическим давлением в данной точке: абсолютным и весовым

Разность между атмосферным давлением и весовым давлением в данной точке

**9. Какое движение называется неустановившимся?**

Движение, при котором частицы жидкости не изменяют своей скорости как при перемещении вдоль всего потока, так и при перемещении от одной точки к другой, от одного сечения потока к другому

Движение, при котором для скорости и давления характерны функциональные зависимости

Движение, которое происходит только под действием сил тяжести

Движение, при котором для скорости и давления характерны функциональные зависимости

**10. Чему равен смоченный периметр круглого сечения (диаметр=1 м) при напорном режиме движения?**

0,785

6,28

3,14

0,25

**11. Какое движение называется неустановившимся?**

Движение, при котором частицы жидкости не изменяют своей скорости как при перемещении вдоль всего потока, так и при перемещении от одной точки к другой, от одного сечения потока к другому

Движение, при котором для скорости и давления характерны функциональные зависимости

Движение, которое происходит только под действием сил тяжести

Движение, при котором для скорости и давления характерны функциональные зависимости

**12. Чему равен смоченный периметр круглого сечения (диаметр=1 м) при напорном режиме движения?**

0,785

6,28

3,14

0,25

**13. Уравнение Бернулли для начального (1) и конечного сечения (2) элементарной струйки невязкой жидкости:**

$$Z_1 + p_1/\rho g + u_1^2/2g = Z_2 + p_2/\rho g + u_2^2/2g$$

$$Z_1 + p_1/\rho g + \alpha V_1^2/2g = Z_2 + p_2/\rho g + \alpha V_2^2/2g$$

$$Z_1 + p_1/\rho g + u_1^2/2g = Z_2 + p_2/\rho g + u_2^2/2g + h_{1-2}$$

$$Z_1 + p_1/\rho g + \alpha_1 V_1^2/2g = Z_2 + p_2/\rho g + \alpha_2 V_2^2/2g + h_{1-2}$$

**14. Условие применимости уравнения Бернулли:**

Жидкость – несжимаемая, между сечениями нет источников и стоков энергии

Жидкость - несжимаемая, между сечениями есть источники и стоки энергии

Жидкость – сжимаемая, между сечениями нет источников и стоков энергии

Жидкость – сжимаемая или несжимаемая, между сечениями есть источники и стоки энергии

**15. Выберите верное определение:**

В уравнении Бернулли  $Z+p/\rho g$  – полная удельная кинетическая энергия потока, динамический напор

В уравнении Бернулли  $Z+p/\rho g$  – полная удельная механическая энергия потока

В уравнении Бернулли  $Z+p/\rho g$  – удельная потенциальная энергия, гидростатический напор

В уравнении Бернулли  $Z+p/\rho g$  – удельная потенциальная энергия положения или геометрический напор, т.е. высота расположения центра тяжести сечения струйки над произвольной горизонтальной плоскостью (плоскостью сравнения)

**16. Какое движение жидкости называется ламинарным?**

Упорядоченное движение в виде отдельных слоев жидкости, происходящее без перемешивания частиц

Движение жидкости при малых скоростях, при котором наблюдается перемешивание частиц

Движение в виде отдельных слоев жидкости, которые могут перемешиваться между собой

Беспорядочное движение с пульсацией скорости, приводящей к перемешиванию частиц жидкости

**17. Коэффициент местного сопротивления показывает:**

Какую часть напора составляют потери на преодоление какого-либо местного сопротивления

Какую часть пьезометрического напора составляют потери на преодоление какого-либо местного сопротивления

Какую часть скоростного напора составляют потери на преодоление какого-либо местного сопротивления

Какую часть гидродинамического напора составляют потери на преодоление какого-либо местного сопротивления

**18. Коэффициент гидравлического сопротивления для гидравлически гладких труб определяется соотношением:**

$64/Re$

$0,3164/Re^{0,25}$

$0,11 * (\Delta/d)^{0,25}$

Нет верного ответа.

**19. Для разветвленного трубопровода верно соотношение:**

$Q=\text{const}$

$Q=Q_1+Q_2+Q_3\ldots$

$h=h_1+h_2+h_3=\ldots$

$d=d_1=d_2=d_3=\ldots$

**20. Какая из приведенных зависимостей правильно выражает расход при истечении через отверстие?**

1

2

3

4

**21. Коэффициент местных потерь на входе потока в трубу из бассейна или бака, равен ...**

1,0

0,5

2,0

5,0

**22. Формула Шези и производные от нее используется в области ...**

доквадратичного сопротивления

гладких русел

квадратичного сопротивления

кубического сопротивления

**23. Геометрический напор на треугольном водосливе 0,8 м, расход, проходящий через водослив по формуле Томсона, равен \_\_\_\_\_ м<sup>3</sup>/с.**

0,8

0,57

1,12

1,0

**24. При обтекании тела плоскопараллельным безграничным потоком идеальной сжимаемой жидкости если вектор скорости набегающего потока повернуть на \_\_\_\_\_ ° в сторону, противоположную направлению циркуляции, то он укажет направление действия подъемной силы.**

60

0

90

45

**25. На приведенной схеме изменения режима течения в пограничном слое цифре I соответствует \_\_\_\_\_.**

ламинарный слой

турбулентный слой

вязкий подслой

поверхностные «бегущие» волны

**26. Возникновение скачка уплотнения в сверхзвуковом потоке газа сопровождается ...**

возрастанием температуры

уменьшением скорости

уменьшением плотности

уменьшением давления

**27. Для картины течения, представленной на рисунке, число Рейнольдса стремится к значению равному ...**

0

2320

10<sup>5</sup>

10<sup>6</sup>

**Задания и методические рекомендации по выполнению лабораторных работ** представлены в: 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. - Режим доступа: [https://portal.volgatech.net/books/Pozdeev\\_gidravlika\\_gidrogazodinamika.pdf](https://portal.volgatech.net/books/Pozdeev_gidravlika_gidrogazodinamika.pdf)

**Задания и методические рекомендации по выполнению контрольных работ** представлены в: 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. - Режим доступа: [https://portal.volgatech.net/books/Pozdeev\\_gidrostatika\\_2018.pdf](https://portal.volgatech.net/books/Pozdeev_gidrostatika_2018.pdf)

## Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

### Вопросы к экзамену:

1. История развития механики жидкости и газа.
2. Основные направления развития механики жидкости и газа.
3. Основные свойства жидкой и газообразной среды. Основные рабочие гипотезы аэрогидромеханики.
4. Силы, действующие в жидкости. Гидростатическое давление.
5. Равновесие элементарного жидкого объема под действием поверхностных и объемных сил. Закон Паскаля.
6. Равновесие тяжелой несжимаемой жидкости. Основной закон гидростатики в интегральной форме.
7. Равновесие весомого газа. Барометрическая формула.
8. Равновесие жидкости при наличии негравитационных массовых сил. Равновесие жидкости во вращающемся сосуде.
9. Силы давления жидкости на плоские твердые поверхности.
10. Силы давления жидкости на криволинейные твердые поверхности. Два вида тела давления.
11. Кинематические характеристики газа и жидкости. Установившееся и квазистационарное движение.
12. Методы Ж.Л.Лагранжа и Л.Эйлера
13. Траектории движения жидкой частицы, линии тока и завихренности. Определение трубки тока и вихревой трубки.
14. Поток и его элементы: живое сечение, смоченная поверхность, гидравлический радиус.
15. Классификация потоков жидкости и газа.
16. Особенности движения жидкого объема. Теорема Коши-Гельмгольца. Составляющие скорости жидкой и газообразной частицы.
17. Физический смысл деформации жидкой линии.
18. Вихревое и безвихревое движение жидкости. Потенциал скорости.
19. Ускорение жидкой частицы. Полное ускорение, локальная и конвективная его составляющие.
20. Проекция ускорений жидкой частицы в форме Громеки-Ламба.
22. Дифференциальные уравнения Эйлера движения невязкой жидкости.
23. Движение жидкости сквозь элементарный объем. Уравнение неразрывности в дифференциальной форме.
24. Эквивалентные формы уравнений невязкой жидкости в декартовой системе координат и в форме Громеки-Ламба.
25. Уравнение Лапласа безвихревого движения жидкости.
26. Уравнения движения вязкой жидкости в форме Навье-Стокса.
27. Уравнения Рейнольдса при пульсационном изменении скоростей.
28. Граничные и начальные условия Дифференциальных уравнений движения жидкости и газа.
29. Плоское стационарное движение идеальной несжимаемой жидкости.
30. Вихревое движение жидкости. Циркуляция скорости на участке незамкнутого контура.
31. Поток вихря скорости. Вторая теорема Гельмгольца. Теорема Стокса о вихрях.
32. Безвихревое движение жидкости. Интегралы Коши-Лагранжа и Бернулли.
33. Потенциальное движение идеальной несжимаемой жидкости. Комплексный потенциал и его производная.

34. Контурный интеграл от производной комплексного потенциала. Циркуляция скорости по замкнутому контуру и объемный расход через замкнутый контур.
35. Простейшие потенциальные потоки. Плоскопараллельный поток направленный вдоль оси абсцисс.
36. Простейшие потенциальные потоки. Плоскопараллельный поток, направленный под углом к системе координат.
37. Комплексный потенциал источника и стока. Мощность источника (стока).
38. Вихрь скорости. Циркуляция вдоль замкнутой линии.
39. Дипольное течение. Линии тока и эквипотенциали диполя.
40. Обтекание круглого цилиндра. Проекции скорости потока при обтекании цилиндра.
41. Распределение давления потока при обтекании круглого цилиндра в идеальной и реальной жидкости.
42. Гидромеханика трубопроводов. Уравнение равновесия равномерного движения жидкости в трубах.
43. Режимы движения вязкой жидкости. Число Рейнольдса.
44. Уравнение Бернулли для одномерного потока вязкой жидкости. Потери напора.
45. Потери напора по длине. Формула Дарси – Вейсбаха.
46. Зависимость гидравлического коэффициента трения круглых труб от шероховатости.
47. Зависимость коэффициента местных сопротивлений от числа Рейнольдса.
48. Виды местных сопротивлений. Зависимости для определения местных сопротивлений.
49. Гидравлический расчет трубопроводных систем. Модуль расхода (расходная характеристика).
50. Общие сведения об осесимметричном неустановившемся движении жидкости.
51. Понятие о гидравлическом ударе в трубопроводах.
52. Истечение несжимаемой жидкости через гидравлические насадки. Коэффициенты сжатия, скорости и расхода.
53. Последовательное соединение труб разных диаметров. Методика расчета.
54. Параллельное соединение труб. Методика расчета.
55. Истечение несжимаемой жидкости через малое отверстие в тонкой стенке. Коэффициенты сжатия, скорости и расхода.
56. Моделирование явлений в гидрогазодинамике. Метод аналогий.
57. Моделирование явлений в гидрогазодинамике. Анализ размерностей.
58. Обтекание тела вязкой жидкостью. Понятие пограничного слоя.
59. Условия перехода от ламинарного к турбулентному течению. Турбулентные пульсации. Гипотеза Прандтля.
60. Турбулентная вязкость. Схема развития пограничного слоя.
61. Интегральные характеристики пограничного слоя: толщина вытеснения, толщина потери импульса и толщина потери энергии.
62. Методика расчета обтекания тел и течений внутри каналов с учетом интегральных толщин по-граничного слоя.
63. Влияние шероховатости на критическое число Рейнольдса при про-дольном обтекании пластины.
64. Универсальный закон распределения скоростей в трубе, плоском канале и пограничном слое.
65. Теплообмен при обтекании плоской пластины. Уравнения Прандтля.
66. Теплообмен при обтекании плоской пластины. Интегральное уравнение энергии для пограничного слоя.
67. Теплообмен при обтекании плоской пластины. Локальный коэффициент теплообмена.
68. Адиабатное течение невязкого идеального газа. Формулы для отношений давлений, плот-ностей и температур.
69. Газодинамические функции и их графическое представление.
70. Изменение параметров одномерного адиабатного потока газа вдоль трубы переменного сечения. Сопло Лавалья.
71. Прямой скачок уплотнения. Уравнения неразрывности, импульса (количества движения) и энергии (уравнение

Бернулли).

72. Уравнение ударной адиабаты (адиабаты Гюгонио).

73. Изменение параметров газового потока при переходе через прямой скачок разрежения.

74. Истечение невязкого газа через сужающееся сопло. Формула Сен-Венана – Ванцеля.

75. Основное уравнение гидростатики. Система дифференциальных уравнений Эйлера.

76. Адиабатное течение идеального газа с трением в трубе постоянного сечения. Уравнения неразрывности, импульса (количества движения) и энергии (уравнение Бернулли).

77. Адиабатное течение идеального газа с трением в трубе постоянного сечения. Соотношение между параметрами газового потока в двух сечениях трубы.

78. Изотермическое течение идеального газа с трением в трубе постоянного сечения.

79. Распространение малых возмущений в дозвуковом и сверхзвуковом плоских равномерных потоках газа

80. Понятие о косых скачках уплотнения.

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 0

по дисциплине «Гидрогазодинамика»

Направление – 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль – «Промышленная теплоэнергетика», «Энергообеспечение предприятий»

1. История развития механики жидкости и газа.
2. Понятие о косых скачках уплотнения.
3. Уравнения движения вязкой жидкости в форме Навье-Стокса.
4. Задача.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

«\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_\_ г.