

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ  
Декан ИСА

УТВЕРЖДАЮ /А.И. Толстухин/  
(Ф.И.О. декана (директора института))

01.03.2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б.1.1.26 Гидрогазодинамика

(код и наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки  
(специальность)

20.03.01 Техносферная безопасность

Квалификация выпускника

Бакалавр

(бакалавр/магистр/специалист)

Направленность

Безопасность жизнедеятельности в техносфере

Курс 3  
Семестр 6

**Распределение учебного времени**

Трудоемкость по учебному плану	108 / 3	часов/зачетных единиц
Лекции	16	часов
Лабораторные работы	16	часов
Практические занятия	16	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	48	часов
Контактная работа по экзамену	-	часов
Курсовой проект (работа)	-	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	60	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	-	часов
Экзамен	-	семестр
Зачет	6	семестр
БРК, ДЗ	-	семестр

(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 20.03.01 Техносферная безопасность

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)	
31.01.2023	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	Л.А. Скорикова
		(И.О. Фамилия)

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

СОГЛАСОВАНО	Ю.А. Кузнецова
	(И.О. Фамилия)

Эксперт(ы): Лебедев Юрий Евгеньевич, Заместитель руководителя Государственной  
инспекции труда - заместитель главного государственного инспектора труда в Республике  
Марий Эл

Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 06.03.2023 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 учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека	ОПК - 1.1 Знает: критерии использования на практике принципов защиты человека и природной среды от опасностей техногенного и природного характера; основы техники и технологии защиты человека и природной среды от опасностей техногенного и природного характера; современные методы исследований и инженерных разработок в области техносферной безопасности.	<b>знания:</b> требования к составлению отчетной документации о проведенных исследованиях; требования к проведению экспериментальных исследований (программа исследований, оборудование, аппараты и инструмент) <b>умения:</b> <b>навыки:</b>
	ОПК-1.2 Умеет: определять параметры опасных и вредных воздействий технологических и производственных процессов; выбирать системы защиты человека и среды обитания от опасностей техногенного и природного характера; применять на практике знания о современных тенденциях развития техники и технологий в своей профессиональной деятельности.	<b>знания:</b> <b>умения:</b> получать информацию из различных источников; пользоваться правовой и нормативно-технической документацией по вопросам техносферной безопасности; использовать оборудование, приборы и материалы для проведения исследовательских, в том числе экспериментальных, работ, а также обрабатывать результаты экспериментально-исследовательской деятельности <b>навыки:</b>
	ОПК-1.3 Владеет: навыками правильного выбора средств, способов и методов принятия решений; способностью ориентироваться в перспективах развития техники и технологии для защиты человека и среды	<b>знания:</b> <b>умения:</b> <b>навыки:</b> различными методами получения информации; анализа уязвимости территории к проявлению опасных эндогенных и экзогенных процессов; практическими навыками решения конкретных технико-экономических, организационных и

	обитания, повышения безопасности и устойчивого развития предприятий с учетом современных тенденций.	управленческих вопросов
--	---	-------------------------

## 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: Информационные технологии в сфере безопасности (ОПК-1), Механика (ОПК-1), Электроника и электротехника (ОПК-1), Теория горения и взрыва (ОПК-1), Физико-химические основы защиты среды обитания (ОПК-1), Надежность технических систем и управление техногенным риском (ОПК-1); практик: Учебная практика. Ознакомительная практика (ОПК-1)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих дисциплинах: Системы обеспечения техносферной безопасности (ОПК-1); государственной итоговой аттестации в форме: Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ОПК-1)

## 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

### 6 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
<b>Статика жидкой и газообразной среды</b>	<b>10</b>	ОПК-1
Лекция. Лекция визуализация (ЛВ). Краткая история развития и предмет гидрогазодинамики. Основоположники гидроаэромеханики и газовой динамики.	1	
Лекция. Лекция визуализация (ЛВ). Силы, действующие в газе и жидкости. Гидростатическое давление. Равновесие элементарного объема жидкости. Закон Паскаля. Основное уравнение гидростатики. Физические свойства жидкости и газа.	1	
Практическое занятие. Практикум классический (ПМК). Определение гидростатического давления в жидкостях (Использование основного уравнения гидростатики для определения давления в той или иной точке неподвижной жидкости; решение задач, в которых даны поршни или системы поршней)	1	
Практическое занятие. Практикум классический (ПМК). Определение давления на плоские и криволинейные поверхности. Относительный покой (Определение величины равнодействующей силы давления жидкости на плоские и	1	

криволинейные поверхности, вычисление координат центра давления, приобретение навыка определения объема тела давления при расчете давления на криволинейные стенки, построение эпюр давления, решение задач на относительный покой)		
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение РГР 1) проработка лекционного материала по конспекту, подготовка к аттестационному тестированию; 2) закрепление навыка решения типовых задач в соответствии с методикой, освоенной в ходе аудиторных практических занятий; 3) решение задач РГР в соответствии с вариантом: давление в покоящейся жидкости, силы давления покоящейся жидкости на плоские стенки. силы давления покоящейся жидкости на криволинейные стенки, истечение жидкости через отверстия и насадки, уравнение Бернулли с учетом потерь на местные сопротивления, ламинарное и турбулентное движение жидкости, расчет простых и сложных трубопроводов, обтекание тел потоком вязкой жидкости.	6	
<b>Кинематика и динамика жидкой и газообразной среды</b>	<b>7</b>	ОПК-1
Лекция. Лекция визуализация (ЛВ). Кинематика жидкой и газообразной среды. Законы движения жидкости. Методы Эйлера и Лагранжа. Линии тока и завихренности. Трубки тока и завихренности. Поток и его элементы. Теорема Коши-Гельмгольца. Вихревое и безвихревое движения.	1	
Лекция. Лекция визуализация (ЛВ). Вихревое движение жидкости. Циркуляция скорости. Поток вихря скорости. Безвихревое движение.	1	
Лекция. Лекция визуализация (ЛВ). Потенциальное движение несжимаемой жидкости. Плоское движение жидкости. Потенциал скорости и функция тока. Комплексный потенциал. Простейшие потенциальные потоки: плоскопараллельный поток, источник и сток, вихрь, диполь. Обтекание круглого цилиндра идеальной и реальной жидкостью.	1	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение 1) проработка лекционного материала по конспекту, подготовка к аттестационному тестированию.	4	
<b>Одномерные течения вязкой несжимаемой среды. Расчет трубопроводов</b>	<b>15</b>	ОПК-1
Лекция. Лекция визуализация (ЛВ). Дифференциальное уравнение Эйлера движения невязкой жидкости. Форма уравнений по Громеке-Ламбу. Уравнение неразрывности. Уравнение Навье-Стокса. Уравнение Рейнольдса. Краевые условия. Интегралы Коши-Лагранжа и Бернулли.	1	
Лекция. Лекция визуализация (ЛВ). Гидромеханика трубопроводов. Одномерное движение жидкости. Потери по длине. Формула Шези. Формула Дарси-Вейсбаха. Формула Шези. Опыты Рейнольдса. Турбулентное движение жидкости.	1	
Практическое занятие. Практикум классический (ПМК). Практическое применение уравнения Бернулли. Гидравлические сопротивления (Решение задач с	3	

использованием уравнения Бернулли с учетом неравномерности распределения скоростей и гидравлических потерь энергии. Определение местных потерь по формуле Вейсбаха и потерь на трение по длине по формуле Дарси. Приобретение навыка выбора сечений при записи уравнения сохранения энергии, расчета или выбора по справочным данным коэффициентов различных видов местных сопротивлений, определения коэффициента гидравлического сопротивления трения для соответствующей области сопротивлений)		
Практическое занятие. Практикум классический (ПМК). Истечение жидкости через отверстия, насадки, дроссели и клапаны (Приобретение навыка определения расчетного напора для различных случаев истечения с постоянным напором, использование формул для расчета скорости и расхода при истечении, выбор соответствующих расчетному случаю коэффициентов скорости, расхода и сжатия. Расчет параметров истечения при переменном напоре – опорожнение	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение РГР 1) проработка лекционного материала по конспекту, подготовка к аттестационному тестированию; 2) закрепление навыка решения типовых задач в соответствии с методикой, освоенной в ходе аудиторных практических занятий; 3) решение задач РГР в соответствии с вариантом по следующим темам: давление в покоящейся жидкости, силы давления покоящейся жидкости на плоские стенки. силы давления покоящейся жидкости на криволинейные стенки, истечение жидкости через отверстия и насадки, уравнение Бернулли с учетом потерь на местные сопротивления, ламинарное и турбулентное движение жидкости, расчет простых и сложных трубопроводов, обтекание тел потоком вязкой жидкости.	8	
<b>Расчет трубопроводов. Подобие гидромеханических процессов. Плоские течения идеальной несжимаемой жидкости</b>	<b>57</b>	<b>ОПК-1</b>
Лекция. Лекция визуализация (ЛВ). Метод обобщенных переменных. Элементы теории подобия. Дифференциальные операторы. Числа Фурье и Био. Числа Рейнольдса, Фруда и Эйлера и динамика жидкости. Иные безразмерные комплексы: число Пекле, Прандтля, Галилея, Грасгофа и Нуссельта. Моделирование и анализ размерностей.	2	
Практическое занятие. Аудиторно-практическое занятие классическое (АПРК). Гидравлический расчет трубопроводов (Определение потребного напора расхода жидкости, диаметра при расчете простых трубопроводов. Графоаналитическое решение задачи по расчету разветвленных трубопроводов на ЭВМ.)	3	
Практическое занятие. Аудиторно-практическое занятие классическое (АПРК). Гидромашины (Определение мощности, потребляемой насосом, подачи насоса, рабочего объема,	3	

построение характеристик центробежных насосов при различной частоте вращения с использованием графоаналитических построений с привлечением ЭВМ)	
Практическое занятие. Аудиторно-практическое занятие классическое (АПРК). Расчет сложных трубопроводов с насосной подачей на ЭВМ (Выполнение расчетов сложных трубопроводов с насосной подачей жидкости связано с проведением трудоемких вычислений по определению характеристик трубопроводов и насосов, а также построением графиков этих характеристик для нахождения рабочей точки системы, поэтому при решении задач используется приложение Microsoft Excel. В ходе расчета гидроприводов различных машин (гидропривод подъемного механизма, гидропривод строгального станка, гидропривод токарного станка, гидропривод двухкоординатного фрезерного станка, гидропривод деревообрабатывающего станка, гидропривод прессы, гидропривод ведущих колес прицепа, гидропривод ведущих колес гусеничного трактора, гидросистема смазки ДВС, гидросистема охлаждения ДВС, гидропривод автоподъемника, гидропривод оборудования экскаватора, гидропривод винтового подъемника, гидропривод телескопического подъемника, гидропривод автомобильной лебедки) студенты производят замену заданной схемы гидропривода эквивалентной; вычисление постоянных величин, определяющих работу насосной установки; выбор предельного значения расхода по величине теоретической подачи насоса; составление уравнений характеристик простых трубопроводов и вычисление входящих в них постоянных коэффициентов; построение характеристики насосной установки, характеристик простых трубопроводов и получение суммарной характеристики сложного трубопровода; определение рабочей точки гидросистемы и расчет требуемых параметров)	3
Лабораторная работа. Практикум - лабораторная работа (ПЛБ). Определение гидростатического давления в жидкости (Студенты проводят опытную проверку основного уравнения гидростатики; знакомятся с измерительными приборами – пьезометрами, манометрами и вакуумметрами, с помощью которых измеряют вакуум и избыточное давление внутри жидкости и в замкнутой воздушной области над поверхностью жидкости)	2
Лабораторная работа. Практикум - лабораторная работа (ПЛБ). Относительный покой жидкости (В ходе работы студенты изучают законы гидростатики при относительном покое жидкости во вращающемся вертикальном сосуде, определяют экспериментальным путем форму свободной поверхности жидкости во вращающемся сосуде и сопоставляют результаты эксперимента с данными теоретического расчета).	2
Лабораторная работа. Практикум - лабораторная работа (ПЛБ). Построение диаграммы Бернулли (В ходе работы проводится опытная проверка уравнения Бернулли и построение графика напоров)	2

Лабораторная работа. Практикум - лабораторная работа (ПЛБ). Водомер Вентури (Применяя уравнение Бернулли к потоку, протекающему через расходомер, определяется функциональная зависимость между перепадом статических напоров и расходом жидкости. Проводится тарировка водомера и определяется величина поправочного коэффициента к теоретической зависимости для расхода)	2	
Лабораторная работа. Практикум - лабораторная работа (ПЛБ). Исследование истечения жидкости через отверстия и насадки (Экспериментально определяется коэффициент расхода и коэффициент скорости при истечении: из малого круглого отверстия в тонкой стенке; из внешнего цилиндрического насадка; из конического сходящегося насадка)	2	
Лабораторная работа. Практикум - лабораторная работа (ПЛБ). Исследование режимов движения жидкости (В ходе работы производится визуальное наблюдение режимов движения воды в стеклянной трубке и экспериментальное определение чисел Рейнольдса для наблюдаемых режимов движения жидкости)	2	
Лабораторная работа. Практикум - лабораторная работа (ПЛБ). Определение гидравлических сопротивлений (С использованием компьютерной системы измерений и визуализации проводится экспериментальное определение коэффициентов гидравлических сопротивлений в трубопроводах при различных скоростях движения жидкости и сравнение полученных значений со справочными данными)	2	
Лабораторная работа. Практикум - лабораторная работа (ПЛБ). Определение характеристик различных типов насосов (С использованием компьютерной системы измерений и визуализации проводится экспериментальное определение напорно-расходной характеристики различных типов насосов и оценка эффективности насосов и определение их КПД)	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение РГР 1) проработка лекционного материала по конспекту, подготовка к аттестационному тестированию; 2) закрепление навыка решения типовых задач в соответствии с методикой, освоенной в ходе аудиторных практических занятий; 3) решение задач РГР в соответствии с вариантом по следующим темам: давление в покоящейся жидкости, силы давления покоящейся жидкости на плоские стенки. силы давления покоящейся жидкости на криволинейные стенки, истечение жидкости через отверстия и насадки, уравнение Бернулли с учетом потерь на местные сопротивления, ламинарное и турбулентное движение жидкости, расчет простых и сложных трубопроводов, обтекание тел потоком вязкой жидкости; 4) составление отчета по лабораторным работам, выполнение необходимых расчетов, построение графических зависимостей, подготовка к защите лабораторных работ раздела	30	
<b>Гидродинамический пограничный слой</b>	<b>9</b>	ОПК-1
Лекция. Лекция визуализация (ЛВ). Исследование	1	



теплопередачи методами теории пограничного слоя. Динамический пограничный слой на плоской пластине. Понятие теплового пограничного слоя. Уравнение динамического пограничного слоя. Уравнение энергии пограничного слоя и его интегральная форма. Сведения о турбулентном пограничном слое.		
Лекция. Лекция визуализация (ЛВ). Аналитические, полуэмпирические и численные методы исследования теплоотдачи в каналах. Аналитическое и полуэмпирическое решение задач ламинарного и турбулентного движения.	1	
Лекция. Лекция визуализация (ЛВ). Сопротивление тел, обтекаемых вязкой жидкостью. Метод вихревых дорожек Кармана. Парадокс Дюбуа.	1	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение 1) проработка лекционного материала по конспекту, подготовка к аттестационному тестированию	6	
<b>Одномерные течения сжимаемого газа</b>	<b>10</b>	ОПК-1
Лекция. Лекция визуализация (ЛВ). Сверхзвуковые течения. Скачки уплотнения. Основные понятия.	1	
Лекция. Лекция визуализация (ЛВ). Особенности двухкомпонентных и двухфазных потоков. Основные понятия.	1	
Лекция. Лекция визуализация (ЛВ). Течение жидкости при фазовом равновесии	1	
Лекция. Лекция визуализация (ЛВ). Тепловой скачок и скачок конденсации	1	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение 1) проработка лекционного материала по конспекту, подготовка к аттестационному тестированию	6	
Иная контактная работа:	0	

## 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 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.

на электронном курсе, лабораторных работ. 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. Формой промежуточной аттестации по дисциплине является зачет.

## 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. 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/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. техн. 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. 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/Pozdeev_gidrostatika_2018.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Pozdeev_gidrostatika_2018.pdf</a>
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.	Моргунов, К. П. Гидравлика гидротехнических сооружений [Текст] : Учебное пособие для вузов / Моргунов К. П. 2-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 312 с. ISBN 978-5-507-44972-9.	<a href="https://e.lanbook.com/book/250889">https://e.lanbook.com/book/250889</a>
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-	<a href="https://e.lanbook.com/book/277058">https://e.lanbook.com/book/277058</a>

	45645-1.	
8.	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>
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.	212 (III)	МФУ Canon i-Sensys MF 4410 (1), Персональный компьютер 3 Safe RAY S333 (12), ПК ICL RAY S902.1, клавиат.,мышь,патч корд 3м,монитор ViewSonic 21,5" VA2248-LED (1), Комплект учебной мебели (1)	Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач, Mathcad University Classroom Perpetual - 40
2.	250 (III)	Автоматизированный лабораторный комплекс (1), Блок измерит. цифровой для изм. величины потока жидк. (1), Микровертушка гидрометрическая ГМЦМ-1м с выходом на ПК (1), Стенд "Гидродинамика ГД" (1), Комплект учебной мебели (1)	Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач, Mathcad University Classroom Perpetual - 40

## 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	Зачтено

#### 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.

#### Контрольное тестирование

##### Вариант № 0

1. Пьезометрическая высота подъема воды в закрытом пьезометре, если точка его присоединения заглублена на 9 м под уровень воды, а абсолютное давление над свободной поверхностью составляет 1,1 атм, равна \_\_\_\_ м.

- 1) 9
- 2) 11
- 3) 3
- 4) 20

2. Уравнение сохранения массы вещества открыто и обосновано ...

- 1) Л. Эйлером
- 2) М.В. Ломоносовым
- 3) Д. Бернулли
- 4) Н.П. Петровым

3. В соответствии с \_\_\_\_\_ молекулярная структура и строение жидкости не учитываются при определении гидравлических характеристик.

- 1) гипотезой сплошности
- 2) моделью невязкой жидкости

- 3) уравнением непрерывности
- 4) струйчатой моделью потока
4. Вязкость жидкости \_\_\_\_\_ с ростом температуры.
  - 1) уменьшается
  - 2) остается постоянной
  - 3) линейно возрастает
  - 4) экспоненциально возрастает
5. Единицей измерения силы является ...
  - 1) паскаль
  - 2) гаусс
  - 3) джоуль
  - 4) ньютон
6. Избыточное давление газа, соответствующее показанию манометра равному 1 кгс/см<sup>2</sup>, составляет ...
  - 1) 1 МПа
  - 2) 0,1 МПа
  - 3) 0,01 МПа
  - 4) 0,001 МПа
7. Линия действия равнодействующей силы гидростатического давления пересекает площадку действия в точке \_\_\_\_\_ называемой \_\_\_\_\_.
  - 1) центром масс
  - 2) центром тяжести
  - 3) метацентром
  - 4) центром давления
8. Чему равен гидравлический радиус лотка прямоугольного сечения с основанием 4 м, высотой 2 м?
  1. 1,8 м
  2. 1 м
  3. 0,8 м
  4. 8.
9. Уравнение Бернулли для начального (1) и конечного сечения (2) потока вязкой жидкости:
  1.  $Z_1 + p_1/\rho g + u_1^2/2g = Z_2 + p_2/\rho g + u_2^2/2g$
  2.  $Z_1 + p_1/\rho g + a_1 V_1^2/2g = Z_2 + p_2/\rho g + a_2 V_2^2/2g$
  3.  $Z_1 + p_1/\rho g + u_1^2/2g = Z_2 + p_2/\rho g + u_2^2/2g + h_{1-2}$
  4.  $Z_1 + p_1/\rho g + a_1 V_1^2/2g = Z_2 + p_2/\rho g + a_2 V_2^2/2g + h_{1-2}$

10. Выберите верное определение:

1. В уравнении Бернулли  $Z+p/\rho g+\alpha V^2/2g$  – полная удельная кинетическая энергия потока, динамический напор;
2. В уравнении Бернулли  $Z+p/\rho g+\alpha V^2/2g$  – полная удельная механическая энергия потока;
3. В уравнении Бернулли  $Z+p/\rho g+\alpha V^2/2g$  – удельная потенциальная энергия, гидростатический напор;
4. В уравнении Бернулли  $Z+p/\rho g+\alpha V^2/2g$  – удельная потенциальная энергия положения или геометрический напор, т.е. высота расположения центра тяжести сечения струйки над произвольной горизонтальной плоскостью (плоскостью сравнения).

11. Какой физический закон выражает Уравнение Бернулли?

1. Закон сохранения импульса;
2. Закон независимости действия сил;
3. Закон сохранения механической энергии;
4. Закон сохранения количества вещества;

12. Какое движение жидкости называется ламинарным?

1. Упорядоченное движение в виде отдельных слоев жидкости, происходящее без перемешивания частиц;
2. Движение жидкости при малых скоростях, при котором наблюдается перемешивание частиц;
3. Движение в виде отдельных слоев жидкости, которые могут перемешиваться между собой;
4. Беспорядочное движение с пульсацией скорости, приводящей к перемешиванию частиц жидкости.

13. По трубопроводу течет жидкость (режим движения ламинарный), как изменятся потери напора на трение, если расход воды снизится в 2 раза?

- 1) Уменьшатся в 2 раза
- 2) Увеличатся в 2 раза
- 3) Уменьшатся в 4 раза
- 4) Увеличатся в 4 раза

14. Трубы считают гидравлически шероховатыми, если толщина вязкостного подслоя  $d$  и высота выступов шероховатости  $D$  находятся в соотношении:

- 1)  $d>D$ ;
- 2)  $d<D$ ;
- 3)  $d\geq D$ ;
- 4)  $d>2D$ .

15. Эпюра скоростей жидкости по живому сечению в широком прямоугольном канале при ламинарном режиме движения имеет вид ...

- 1) параболы
- 2) гиперболы
- 3) прямой линии
- 4) прямоугольника

16. Трубы называются гидравлически гладкими, если ...

- 1) толщина вязкого подслоя меньше абсолютной шероховатости
- 2) толщина вязкого подслоя больше абсолютной шероховатости
- 3) толщина вязкого подслоя равна абсолютной шероховатости
- 4) абсолютная шероховатость пренебрежительно мала

17. Коэффициент сопротивления при резком расширении потока, если диаметр круглой трубы увеличивается в 2 раза, а коэффициент отнесен к скоростному напору до расширения, равен ...

- 1) 0,25
- 2) 0,5625
- 3) 0,5
- 4) 1,0

18. Если длина трубы 40 м, расход жидкости  $0,20 \text{ м}^3/\text{с}$ , диаметр трубы 0,25 м, а коэффициент гидравлического трения составляет 0,04, то потери напора по длине (в метрах) для потока жидкости равны ...

- 1) 5,44
- 2) 2,72
- 3) 10,88
- 4) 27,2

19. Формула Шези и производные от нее используется в области ...

- 1) доквадратичного сопротивления
- 2) гладких русел
- 3) квадратичного сопротивления
- 4) кубического сопротивления

20. Модуль расхода К имеет размерность ...

- 1)  $\text{м}^4/\text{с}$
- 2)  $\text{м}^2/\text{с}$
- 3)  $\text{м}/\text{с}$

4)  $\text{м}^3/\text{с}$

21. Общие потери напора в случае последовательного соединения участков при расчете длинного трубопровода определяются как сумма ...

- 1) всех местных потерь
- 2) потерь каждого участка
- 3) местных потерь по длине всех участков
- 4) всех потерь по длине

22. Необходимый напор в начале магистрали (или высота водонапорной башни) при расчете сложного разветвленного незамкнутого трубопровода в случае горизонтальной местности определяется как ...

- 1) сумма всех потерь на повороты и потерь на вход и выход
- 2) сумма всех потерь на участках магистрали и боковых ответвлений
- 3) сумма всех потерь на участках магистрали и напора насоса
- 4) сумма потерь на всех участках магистрали и необходимого свободного напора в конце магистрали

23. Для геометрически подобных систем обязательным является выполнение постоянного соотношения между ...

- 1) плотностями
- 2) линейными размерами
- 3) кинематическими характеристиками
- 4) динамическими параметрами

24. Для поршневых насосов с малым числом рабочих поршней характерно(-а) ...

- 1) постоянство подачи
- 2) ускоренность подачи
- 3) равномерность подачи
- 4) неравномерность подачи

25. Устройство, служащее для изменения, согласно внешнему управлению движением потоков жидкости в нескольких гидролиниях, называют ...

- 1) гидролинией
- 2) гидрораспределителем
- 3) гидроклапаном
- 4) гидроэлеватором

26. Устройства, сообщающие протекающей через них жидкости механическую энергию, называют ...

- 1) передачами



- 2) насосами
- 3) двигателями
- 4) гидроусилителями

### **Расчетно-графическая работа**

Задания и примеры выполнения задач расчетно-графической работы 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.

### **Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации**

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. Проекции 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. Проекция 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 Лавала.
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 по-тока 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.