

**РП СФОРМИРОВАНА,  
СОГЛАСОВАНА  
И УТВЕРЖДЕНА В ЭИОС**

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

### Б.1.1.21 Механика жидкости и газа

08.03.01 Строительство

Бакалавр

## Промышленное и гражданское строительство

Трудоемкость по учебному плану	144 / 4	часов/зачетных единиц
Лекции	18	часов
Лабораторные работы	18	часов
Практические занятия	18	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	54	часов
Контактная работа по экзамену	6	часов
Курсовой проект (работа)	-	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	54	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) 08.03.01 Строительство

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)	
31.01.2022	протокол №	7	
(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	В.М. Поздеев
		(И.О. Фамилия)

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

СОГЛАСОВАНО	И.С. Сабанцева
	(И.О. Фамилия)

Эксперт(ы): Зверев Лев Владимирович, Начальник Автономного учреждения Республики  
Марий Эл Управления государственной экспертизы проектной документации и результатов  
инженерных изысканий (АУ РМЭ УГЭПД)

Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 16.02.2022 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 профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ естественных и технических наук, а также математического аппарата	ОПК-1.1 Выявление и классификация физических и химических процессов, протекающих на объекте профессиональной деятельности	<b>знания:</b> основных законов механики жидкости и газа <b>умения:</b> применять для практических расчетов теоретические знания <b>навыки:</b> применения методов расчета различных видов движения
	ОПК-1.2 Определение характеристик физического процесса (явления), характерного для объектов профессиональной деятельности, на основе теоретического (экспериментального) исследования	<b>знания:</b> теоретических основ механики жидкости и газа <b>умения:</b> применять различные методики расчетов <b>навыки:</b> анализа возможных видов состояния и движения жидкости и газа
	ОПК-1.4 Представление базовых для профессиональной сферы физических процессов и явлений в виде математического(их) уравнения(й)	<b>знания:</b> анализа возможных видов состояния и движения жидкости и газа <b>умения:</b> применять математические модели для действующих в природе и производстве течений <b>навыки:</b> владения теорией физического и математического моделирования
	ОПК-1.5 Выбор базовых физических и химических законов для решения задач профессиональной деятельности	<b>знания:</b> физических законов статики и динамики сплошных сред <b>умения:</b> применять основные законы в практической деятельности <b>навыки:</b> владения программным обеспечением, описывающим законы статики и динамики сплошных сред
2. ОПК-3 Способен принимать решения в профессиональной сфере, используя теоретические основы и нормативную базу строительства, строительной индустрии и жилищно-коммунального хозяйства	ОПК-3.1 Описание основных сведений об объектах и процессах профессиональной деятельности посредством использования профессиональной терминологии	<b>знания:</b> профессиональную терминологию по механике жидкости и газа <b>умения:</b> использовать профессиональную терминологию при описании гидравлических процессов и явлений <b>навыки:</b> навыками описания гидравлических процессов и явлений посредством использования профессиональной терминологии при выполнении гидравлических расчетов

		напорных трубопроводов, в том числе в лабораторных исследованиях
	ОПК-3.2 Выбор метода или методики решения задачи профессиональной деятельности	<p><b>знания:</b> существующие методики инженерных расчетов по механике жидкости и газа</p> <p><b>умения:</b> выбирать методики гидравлических расчетов напорных трубопроводов, дюкеров, сифонов и других гидротехнических сооружений на основе нормативно-технической документации</p> <p><b>навыки:</b> навыками выбора методик гидравлических расчетов напорных трубопроводов, дюкеров, сифонов и других гидротехнических сооружений на основе нормативно-технической документации</p>
3. ОПК-6 Способен участвовать в проектировании объектов строительства и жилищно-коммунального хозяйства, в подготовке расчётного и технико-экономического обоснований их проектов, участвовать в подготовке проектной документации, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования и вычислительных программных комплексов	ОПК-6.1 Выбор состава и последовательности выполнения работ по проектированию здания (сооружения), инженерных систем жизнеобеспечения в соответствии с техническим заданием на проектирование	<p><b>знания:</b> основные алгоритмы решения задач механики жидкости и газа</p> <p><b>умения:</b> применять основные алгоритмы решения задач механики жидкости и газа</p> <p><b>навыки:</b> составления последовательности решения задач, связанных с равновесием и движением жидкости и газа</p>
	ОПК-6.2 Выбор исходных данных для проектирования здания и их основных инженерных систем	<p><b>знания:</b> основные физические свойства жидкостей и газов; основы моделирования гидромеханических процессов; основные нормативные документы</p> <p><b>умения:</b> использовать нормативно-техническую документацию; использовать систему СИ для перевода внесистемных единиц</p> <p><b>навыки:</b> навыками работать с научно-технической литературой и электронными базами данных</p>
	ОПК-6.10 Определение основных параметров инженерных систем здания	<p><b>знания:</b> основные законы гидростатики; основные расчётные зависимости; кинематику сплошной среды, обобщенные теоремы динамики сплошной среды, особенности математических моделей динамики несжимаемой и сжимаемой жидкости, динамику идеальной и вязкой жидкости, модели струйных течений жидкости и газа</p> <p><b>умения:</b> выполнять измерения гидродинамических величин; работать</p>

		со справочными данными; использовать основные расчетные зависимости для расчета явлений механики жидкости и газа <b>навыки:</b> методами и навыками расчета практических задач жидких и газовых потоков, основами математического и физического моделирования гидро- и газодинамических процессов, определения основных гидродинамических параметров жидкости и газа
	ОПК-6.14 Расчётное обоснование режима работы инженерной системы жизнеобеспечения здания	<b>знания:</b> правила расчета трубопроводов, режимы течения сред; основные методы решения задач механики жидкости и газа: математические и экспериментальные <b>умения:</b> использования основных методик решения задач механики жидкости и газа <b>навыки:</b> решения задач по гидравлическому расчету напорных трубопроводных 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: Математика (ОПК-1), Физика (ОПК-1), Химия (ОПК-1), Теоретическая механика. Основы технической механики (ОПК-1), Теоретическая механика. Основы технической механики (ОПК-3), Инженерная геология (ОПК-3), Инженерная геодезия (ОПК-3), Основы архитектуры (ОПК-3), Теоретическая механика. Основы технической механики (ОПК-6); практик: Учебная практика. Изыскательская практика (ОПК-3)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих дисциплинах: Электротехника и электроснабжение (ОПК-1), Инженерное обеспечение зданий и сооружений (ОПК-1), Основы строительных конструкций (ОПК-6), Инженерное обеспечение зданий и сооружений (ОПК-6); государственной итоговой аттестации в форме: Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ОПК-1), Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ОПК-3), Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ОПК-6)

## 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, информационные, классическая лекция, проблемная лекция

## Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
<b>Введение в дисциплину. Гидростатика</b>	<b>30</b>	ОПК-1, ОПК-3, ОПК-6
Лекция. Лекция визуализация (ЛВ). Тема 1. Вводные сведения. Свойства жидкостей. Вводные сведения. Предмет гидравлики (механики жидкости и газа). Примеры гидромеханических задач из различных отраслей техники. Примеры использования основных положений гидравлики в отрасли. Краткие исторические сведения о развитии науки. Основные понятия и определения. Основные физические свойства жидкостей и газов. Силы действующие в газовой и жидкой среде. Физическое строение жидкостей и газов. Основные физические свойства: сжимаемость, текучесть, вязкость, теплоемкость, теплопроводность.	2	
Лекция. Лекция классическая (ЛК). Тема 2. Гидростатическое давление. Силы давления на твердые поверхности. Гидростатическое давление и его свойства. Основное уравнение гидростатики. Абсолютное и манометрическое давление, вакуум. Закон Паскаля. Пьезометрическая высота и пьезометрический напор. Примеры применения основного уравнения гидростатики. Уравнения гидростатики в форме Эйлера и их интегралы. Абсолютный и относительный покой (равновесие) жидких сред. Относительное равновесие жидкости в ускоренно движущихся резервуарах. Определение сил давления покоящейся среды на плоские и криволинейные стенки. Два вида тела давления.	2	
Практическое занятие. Тема 2. Гидростатическое давление. Силы давления на твердые поверхности. 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)	2	
Практическое занятие. Тема 2. Гидростатическое давление. Силы давления на твердые поверхности. Определение давления на плоские и криволинейные поверхности. Относительный покой (Определение величины равнодействующей силы давления жидкости на плоские и 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)	2	
Лабораторная работа. Практикум - лабораторная работа (ПЛБ). Тема 2. Гидростатическое давление. Силы давления на твердые поверхности. 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	2	

внутри жидкости и в замкнутой воздушной области над поверхностью жидкости)		
Лабораторная работа. Практикум - лабораторная работа (ПЛБ). Тема 2. Гидростатическое давление. Силы давления на твердые поверхности. 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	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР, 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, решение задач РГР в соответствии с вариантом по темам раздела; 3) составление отчета по лабораторным работам, выполнение необходимых расчетов, построение графических зависимостей, подготовка к защите лабораторных работ раздела	18	
<b>Элементы кинематики жидкостей и газов. Гидродинамика</b>	<b>38</b>	ОПК-1, ОПК-3, ОПК-6
Лекция. Лекция визуализация (ЛВ). Тема 3. Элементы кинематики жидкостей и газов. Установившееся и неустановившееся движение жидкости и газов. Основные понятия. Понятие о линиях и трубках тока. Модель идеальной (невязкой) жидкости. Два метода описания движения жидкостей и газов: методы Лагранжа и Эйлера. Элементы потока жидкости и газа. Особенности движения жидкой частицы. Вихревое и безвихревое движение. Ускорение жидкой частицы.	2	
Лекция. Лекция визуализация (ЛВ). Тема 4. Общие законы и уравнения динамики жидкостей и газов. Дифференциальные уравнения Эйлера движения невязкой жидкости. Интегралы уравнения движения жидкости для разных случаев движения. Общая интегральная форма уравнений движения. Уравнение Бернулли для потока несжимаемой жидкости. Расход элементарной струйки и расход через поверхность. Уравнение неразрывности (сплошности) в разных формах.	2	
Лекция. Лекция визуализация (ЛВ). Тема 5. Гидравлические сопротивления. Потери напора по длине. Формула Дарси-Вейсбаха. Основные расчетные зависимости. Структура формул для вычисления потерь удельной энергии (напора). Основная формула равномерного движения. Сопротивления по длине для напорных и безнапорных потоков. Данные о гидравлическом коэффициенте трения. Зоны сопротивления. Наиболее употребительные формулы для гидравлического коэффициента трения. Местные гидравлические сопротивления. Формула Вейсбаха. Особенности расчета потерь напора в трубопроводах с местными гидравлическими сопротивлениями. Зависимость	2	

коэффициента местного сопротивления от числа Рейнольдса и геометрических параметров русла. Виды местных сопротивлений. Истечение жидкостей из отверстий и насадок. Совершенное и несовершенное сжатие. Истечение под уровень. Истечение при постоянном и переменном напоре. Истечение жидкости и газа через отверстия и насадки. Истечение жидкости через «малые» отверстия в тонкой стенке: средняя скорость, расход, траектория струи жидкости; истечение через затопленные отверстия. Особенности истечения через внешний цилиндрический насадок. Насадки других видов		
Лекция. Лекция визуализация (ЛВ). Тема 6. Режимы течения вязкой среды Ламинарный режим движения. Распределение скоростей по живому сечению ламинарного потока в круглой цилиндрической трубе. Турбулентный режим движения. Распределение скоростей по живому сечению турбулентного потока в круглой цилиндрической трубе. Осредненные параметры и пульсации. Стандарт пульсационной скорости и степень турбулентности. Двухслойная модель турбулентности. Конечно-разностные формы уравнений Навье-Стокса и Рейнольдса.	2	
Практическое занятие. Тема 4. Общие законы и уравнения динамики жидкостей и газов. Практическое применение уравнения Бернулли. Гидравлические сопротивления (Решение задач с 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)	2	
Практическое занятие. Тема 5. Гидравлические сопротивления. 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	
Лабораторная работа. Практикум - лабораторная работа (ПЛБ). Тема 4. Общие законы и уравнения динамики жидкостей и газов. Построение диаграммы Бернулли (В ходе работы проводится опытная проверка уравнения Бернулли и построение графика напоров)	2	
Лабораторная работа. Практикум - лабораторная работа (ПЛБ). Тема 4. Общие законы и уравнения динамики жидкостей и газов. Водомер Вентури (Применяя уравнение Бернулли к потоку, протекающему через расходомер, определяется функциональная зависимость между перепадом статических напоров и расходом жидкости. Проводится тарировка водомера	2	



и определяется величина поправочного коэффициента к теоретической зависимости для расхода)		
Лабораторная работа. Практикум - лабораторная работа (ПЛБ). Тема 5. Гидравлические сопротивления. 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). Тема 6. Режимы течения вязкой среды. 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	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР, 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, решение задач РГР в соответствии с вариантом по темам раздела; 3) составление отчета по лабораторным работам, выполнение необходимых расчетов, построение графических зависимостей, подготовка к защите лабораторных работ раздела	18	
<b>Подобие гидромеханических процессов. Применение численных методов и их реализация на ЭВМ</b>	<b>40</b>	ОПК-1, ОПК-3, ОПК-6
Лекция. Лекция классическая (ЛК). Тема 7. Подобие и моделирование гидромеханических процессов. Метод обобщенных переменных. Элементы теории подобия. Дифференциальные операторы. Числа Рейнольдса, Фруда и Эйлера и динамика жидкости. Иные безразмерные комплексы: число Пекле, Прандтля, Галилея, Грасгофа и Нуссельта. Моделирование гидроаэродинамических процессов и анализ размерностей.	2	
Лекция. Лекция классическая (ЛК). Тема 8. Гидравлический расчет трубопроводов. Реализация методик расчета трубопроводов различных видов на ЭВМ. Классификация трубопроводов. Простые и сложные трубопроводы. Соединения простых трубопроводов. Кольцевые трубопроводы (общие положения). Расчетные зависимости и методики расчета. Рабочий режим трубопровода с насосной подачей - характеристика потребного напора сложного трубопровода и характеристика насоса. Явление гидравлического удара. Формула Жуковского.	2	
Лекция. Лекция классическая (ЛК). Тема 9. Применение теории одномерного движения для расчета гидравлических сетей и гидропривода. Применение теории одномерного движения для расчета сложных трубопроводов с насосной подачей на ЭВМ (гидропривод рассматривается как насосная установка и сложные трубопроводы с насосной подачей, а гидродвигатель -	2	

как особое местное сопротивление, вызывающее потерю давления ?р). Классификация и основные рабочие параметры насосов и гидромоторов. Рабочий объем, подача, потребляемая мощность, крутящий момент, КПД. Частота вращения вала гидромотора. Построение рабочих характеристик насосов. Коэффициент быстроходности. Кавитация, кавитационный запас. Гидроаппараты. Условные обозначения по ЕСКД гидромашин, гидроаппаратов и вспомогательных устройств. Классификация гидроприводов. Способы управления гидроприводом: дроссельный и объемный. Определение скорости выходного звена. КПД гидропривода. Рабочий режим гидропривода.		
Практическое занятие. Тема 8. Гидравлический расчет трубопроводов. Гидравлический расчет трубопроводов (Определение потребного напора расхода жидкости, диаметра при расчете простых трубопроводов. Графоаналитическое решение задачи по расчету разветвленных трубопроводов на ЭВМ.)	2	
Практическое занятие. Тема 9. Применение теории одномерного движения для расчета гидравлических сетей и гидропривода. Гидромашин (Определение мощности, потребляемой насосом, подачи насоса, рабочего объема, построение характеристик центробежных насосов при различной частоте вращения с использованием графоаналитических построений с привлечением ЭВМ)	4	
Практическое занятие. Тема 9. Применение теории одномерного движения для расчета гидравлических сетей и гидропривода. 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	4	

установки, характеристик простых трубопроводов и получение суммарной характеристики сложного трубопровода; определение рабочей точки гидросистемы и расчет требуемых параметров)		
Лабораторная работа. Практикум - лабораторная работа (ПЛБ). Тема 8. Гидравлический расчет трубопроводов. 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). Тема 9. Применение теории одномерного движения для расчета гидравлических сетей и гидропривода. 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)	4	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР, 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, решение задач РГР в соответствии с вариантом по темам раздела; 3) составление отчета по лабораторным работам, выполнение необходимых расчетов, построение графических зависимостей, подготовка к защите лабораторных работ раздела	18	
Иная контактная работа: выполнение контрольной работы, консультации	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 **лабораторного** занятия; работу с конспектом лекций, выполнение домашнего задания, работу с учебной и учебно-методической литературой, научными изданиями и электронными образовательными ресурсами, рекомендованными рабочей программой дисциплины.

Содержание **самостоятельной работы** определяется рабочей программой дисциплины,

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

Изучение дисциплины включает выполнение **расчётно-графической работы, тестовых контрольных работ 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.

## 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 50.	50 / <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 20.	20
4.	Поздеев, Анатолий Геннадиевич. Гидростатика. Гидродинамика [Текст] : сборник задач / А. Г. Поздеев, Ю. А. Кузнецова; М-во образования и науки Рос. Федерации, ФГБОУ ВО "Поволж. гос. технол. ун-т". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2018. - 62 с. ISBN 978-5-8158-1980-1. Экземпляры: всего 15.	15 / <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. Механика жидкости и газа [Электронный ресурс] / Моргунов К. П. 3-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 208 с. ISBN 978-5-8114-9691-4.	<a href="https://e.lanbook.com/book/197712">https://e.lanbook.com/book/197712</a>
7.	Доманский, И. В. Механика жидкости и газа [Электронный ресурс] / Доманский И. В., Некрасов В. А. Санкт-Петербург: Лань, 2023. - 140 с. ISBN 978-5-507-45645-1.	<a href="https://e.lanbook.com/book/277058">https://e.lanbook.com/book/277058</a>
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.	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. 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  $1 \text{ кгс/см}^2$ , 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.  $Z_1 + p_1/\rho g + aV_1^2/2g = Z_2 + p_2/\rho g + aV_2^2/2g$

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.  $Z_1 + p_1/\rho g + a_1V_1^2/2g = Z_2 + p_2/\rho g + a_2V_2^2/2g + h_{1-2}$

10. Выберите верное определение:

1. В уравнении Бернулли  $Z + p/\rho g + aV^2/2g$  – полная удельная кинетическая энергия потока, динамический напор;

2. В уравнении Бернулли  $Z + p/\rho g + aV^2/2g$  – полная удельная механическая энергия потока;

3. В уравнении Бернулли  $Z + p/\rho g + aV^2/2g$  – удельная потенциальная энергия, гидростатический напор;

4. В уравнении Бернулли  $Z + p/\rho g + aV^2/2g$  – 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) докватричного сопротивления

2) гладких русел

3) квадратичного сопротивления

4) кубического сопротивления

20. Модуль расхода  $K$  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

## Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

1. История и основные направления развития механики жидкости и газа.

2. Предмет гидравлики. Связь с другими науками.

3. Основные физические свойства жидкой и газообразной среды: сжимаемость, текучесть, вязкость, теплоемкость, теплопроводность.

4. Основные рабочие гипотезы аэрогидромеханики. Понятие идеальной жидкости.

5. Силы, действующие в жидкости. Физическое строение жидкостей и газов.

6. Гидростатическое давление и его свойства. Единицы измерения давления..

7. Абсолютное и манометрическое давление, вакуум. Закон Паскаля.

8. Пьезометрическая высота и пьезометрический напор.

9. Основное уравнение гидростатики в интегральной форме.

10. Дифференциальные уравнения равновесия жидкости.

11. Абсолютный и относительный покой (равновесие) жидких сред.

12. Равновесие жидкости при наличии негравитационных массовых сил. Относительное равновесие жидкости в ускоренно движущихся резервуарах.

13. Эпюры гидростатического давления. Сила давления жидкости на плоскую поверхность.

14. Сила давления жидкости на криволинейные поверхности. Два вида тела давления.

15. Кинематические характеристики газа и жидкости.

16. Методы Ж.Л.Лагранжа и Л.Эйлера.
17. Траектории движения жидкой частицы, линии тока и завихренности. Определение трубки тока и вихревой трубки.
18. Классификация потоков жидкости и газа.
19. Элементы потока: живое сечение, смоченный периметр, гидравлический радиус.
20. Особенности движения жидкого объема. Теорема Коши-Гельмгольца. Составляющие скорости жидкой и газообразной частицы.
21. Физический смысл деформации жидкой линии.
22. Вихревое и безвихревое движение жидкости. Потенциал скорости.
23. Ускорение жидкой частицы. Полное ускорение, локальная и конвективная его составляющие.
24. Проекция ускорений жидкой частицы в форме Громеки-Ламба.
25. Дифференциальные уравнения Эйлера движения невязкой жидкости.
26. Уравнение неразрывности элементарной струйки и потока жидкости.
27. Эквивалентные формы уравнений невязкой жидкости в декартовой системе координат и в форме Громеки-Ламба.
28. Уравнение Лапласа безвихревого движения жидкости.
29. Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости.
30. Интерпретация уравнения Бернулли для целого потока и для реальной жидкости. Распределение скоростей по живому сечению потока.
31. Геометрический и энергетический смысл уравнения Бернулли. Пьезометрический и гидравлический уклон
32. Практическое применение уравнения Бернулли в технике.
33. Общие сведения о потерях энергии в потоке реальной жидкости. Местные потери и потери по длине. Формулы Дарси – Вейсбаха.
34. Зависимость гидравлического коэффициента трения круглых труб от шероховатости.
35. Зависимость коэффициента местных сопротивлений от числа Рейнольдса и геометрических параметров русла.
36. Виды местных сопротивлений. Зависимости для определения местных сопротивлений.
37. Истечение жидкости из малого отверстия в тонкой стенке при постоянном напоре. Коэффициенты сжатия, скорости и расхода.
38. Истечение из насадков. Типы насадков и их сравнительная оценка.
39. Режимы движения жидкости: ламинарный и турбулентный. Опыты Рейнольдса.
40. Распределение скоростей по живому сечению ламинарного потока в круглой цилиндрической трубе.
41. Распределение скоростей по живому сечению турбулентного потока в круглой цилиндрической трубе.
42. Осредненные параметры и пульсации. Стандарт пульсационной скорости и степень турбулентности. Двухслойная модель турбулентности.
43. Уравнения движения вязкой жидкости в форме Навье-Стокса.
44. Уравнения Рейнольдса при пульсационном изменении скоростей.

- 45. Метод обобщенных переменных.
- 46. Понятие о физическом и математическом моделировании гидравлических явлений. Геометрическое, кинематическое и динамическое подобие гидравлических явлений. Критерии подобия.
- 47. Моделирование явлений в гидрогазодинамике. Метод аналогий.
- 48. Моделирование явлений в гидрогазодинамике и анализ размерностей.
- 49. Гидравлический расчет трубопроводов. Модуль расхода (расходная характеристика).
- 50. Классификация трубопроводов. Типы задач по расчету трубопроводов.
- 51. Последовательное соединение трубопроводов и методика их расчета.
- 52. Параллельное соединение трубопроводов и методика их расчета.
- 53. Сложные трубопроводы и методика их расчета.
- Рабочий режим трубопровода с насосной подачей - характеристика потребного напора сложного трубопровода и характеристика насоса.
- 54. Гидравлический удар в трубопроводах. Формула Жуковского.
- 55. Классификация гидромашин. Объемные и динамические гидронасосы и гидромоторы. Основные рабочие параметры насоса.
- 56. Устройство и принцип действия поршневых гидронасосов. Характеристики подачи поршневых насосов. Индикаторная диаграмма работы насоса.
- 57. Динамические насосы. Классификация, устройство, принцип действия. Основное уравнение рабочего колеса центробежного насоса.
- 58. Рабочие характеристики центробежного насоса. Параллельное и последовательное соединение насосов.
- 59. Коэффициент быстроходности насосов. Явление кавитации.
- 60. Общая характеристика гидро- и пневмо- приводов. Классификация, структурные схемы, принцип действия.
- 61. Достоинства и недостатки гидропривода.
- 62. Направляющая и регулирующая гидро- и пневмо- аппаратура. Гидроклапаны, дроссели, золотники, делители потока. Схемы включения регулирующей аппаратуры.
- 63. Последовательность расчета гидропривода.
- 64. Способы управления гидроприводом: дроссельный и объемный.
- 65. Жидкости, применяемые в гидроприводах. Эксплуатация гидропривода.

