

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ  
Декан ИСА

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

02.02.2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б.1.1.20 Гидравлика

*(код и наименование дисциплины по учебному плану)*

Направление подготовки  
(специальность)

20.03.02 Природообустройство и водопользование

Квалификация выпускника

Бакалавр

*(бакалавр/магистр/специалист)*

Направленность

Инженерные системы водоснабжения и водоотведения

Курс 2  
Семестр 4

**Распределение учебного времени**

Трудоемкость по учебному плану	<u>144 / 4</u>	часов/зачетных единиц
Лекции	<u>16</u>	часов
Лабораторные работы	<u>16</u>	часов
Практические занятия	<u>32</u>	часов
Иная контактная работа	<u>-</u>	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	<u>64</u>	часов
Контактная работа по экзамену	<u>6</u>	часов
Курсовой проект (работа)	<u>-</u>	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	<u>44</u>	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	<u>30</u>	часов
Экзамен	<u>4</u>	семестр
Зачет	<u>-</u>	семестр
БРК, ДЗ	<u>-</u>	семестр

                      
(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 20.03.02 Природообустройство и водопользование

Программу составили:

доцент с ученой степенью кандидата наук	СКиВС	СОГЛАСОВАНО	О.Г. Введенский
(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): Расторгуева Елена Николаевна, директор ФГБУ "Управление  
"Мармелиоводхоз"

Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 07.02.2022 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 участвовать в осуществлении технологических процессов по инженерным изысканиям, проектированию, строительству, эксплуатации и реконструкции объектов природообустройства и водопользования	ОПК-1.1 Знание и владение методами управления процессами в области инженерных изысканий, проектирования, строительства, эксплуатации и реконструкции объектов.	<b>знания:</b> основные закономерности равновесия и движения жидкостей; основы фильтрационных расчетов; основные параметры потоков в трубопроводах и открытых руслах; способы расчета потоков в трубопроводах и открытых руслах; способы гидравлического обоснования размеров основных сооружений на открытых потоках; способы гидравлического расчета напорных трубопроводов при установившемся и неуставившемся движении <b>умения:</b> <b>навыки:</b> навыками выполнения инженерных гидравлических расчетов; гидравлических расчетов трубопроводов, расчетов сооружений и сопряжения бьефов и фильтрационных расчетов
	ОПК-1.2 Умение решать задачи, связанные с управлением процессами в области инженерных изысканий, проектирования, строительства, эксплуатации и реконструкции объектов при-родообустройства и водопользования на основе использования естественнонаучных и технических наук при соблюдении экологической безопасности и качества работ.	<b>знания:</b> <b>умения:</b> осуществлять проведение технических расчетов, разработку проектов и схем, в соответствии с действующими стандартами и нормативными документами; использовать знания методики расчета трубопроводов, истечения через отверстия и насадки, пропускной способности гидротехнических сооружений, относящихся к области природообустройства и водопользования <b>навыки:</b>
2. ОПК-2 Способен принимать участие в научно-исследовательской деятельности на основе использования естественнонаучных и технических наук, учета	ОПК-2.1 Знание и владение методами участия в научных исследованиях.	<b>знания:</b> новейшие разработки в области гидравлики <b>умения:</b> <b>навыки:</b> проведения лабораторных гидравлических исследований, обработки и анализа их результатов
	ОПК-2.2 Умение применять при участии в	<b>знания:</b> <b>умения:</b> оценивать новейшие

требований экологической и производственной безопасности	научных исследованиях знание методов научных исследований объектов природообустройства и водопользования.	разработки в области гидравлики для подготовки предложений по совершенствованию оборудования, средств автоматизации и механизации; применять уравнение Бернулли для потока реальной жидкости; выполнять необходимые инженерные расчеты; осуществлять проведение технических расчетов, разработку проектов и схем, в соответствии с действующими стандартами и нормативными документами <b>навыки:</b>
--	---	--

## 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: Экология и концепции устойчивого развития (ОПК-1), Математика (ОПК-1), Физика (ОПК-1), Химия (ОПК-1), Начертательная геометрия и инженерная графика (ОПК-1), Безопасность жизнедеятельности (ОПК-2), Экология и концепции устойчивого развития (ОПК-2), Физика (ОПК-2), Химия (ОПК-2); практик: Учебная практика. Изыскательская практика (ОПК-1)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих дисциплинах: Водохозяйственные системы и водопользование (ОПК-1), Природно-техногенные комплексы и основы природообустройства (ОПК-1), Инженерные изыскания (ОПК-1), Технологии и организация работ по строительству объектов природообустройства и водопользования (ОПК-1), Природно-техногенные комплексы и основы природообустройства (ОПК-2), Основы научных исследований (ОПК-2); 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-2)

## 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

### 4 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
<b>Введение в дисциплину. Гидростатика</b>	<b>30</b>	ОПК-1, ОПК-2
Лекция. Лекция визуализация (ЛВ). Тема 1. Вводные сведения. Свойства жидкостей. Вводные сведения. Предмет гидравлики (механики жидкости и газа). Примеры гидромеханических	1	

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.		
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. Практикум классический (ПМК). 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)	4	
Практическое занятие. Практикум классический (ПМК). 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)	4	
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 внутри жидкости и в замкнутой воздушной области над поверхностью жидкости)	2	
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	2	

поверхности жидкости во вращающемся сосуде и сопоставляют результаты эксперимента с данными		
<p>Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР, РГР</p> <p>Задания для самостоятельной работы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- работа с конспектом лекций, с учебной и учебно-методической литературой, научными изданиями и электронными образовательными ресурсами;</li> <li>- выполнение контрольных и аттестационных тестирований на электронном курсе;</li> <li>- закрепление навыка решения типовых задач в соответствии с методикой, освоенной в ходе аудиторных практических занятий;</li> <li>- составление отчета по лабораторным работам, выполнение необходимых расчетов, построение графических зависимостей, подготовка к защите лабораторных работ раздела;</li> <li>- решение задач РГР в соответствии с вариантом по темам раздела;</li> <li>работа на форумах курса, работа с терминологическим словариком.</li> </ul>	15	
<b>Элементы кинематики жидкостей и газов. Гидродинамика</b>	<b>38</b>	ОПК-1, ОПК-2
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.	1	
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 коэффициента местного сопротивления от числа Рейнольдса и	2	

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. Практикум классический (ПМК). 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)	4	
Практическое занятие. Практикум классический (ПМК). 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 резервуаров)	4	
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	2	

напоров и расходом жидкости. Проводится тарировка водомера 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 Задания для самостоятельной работы: - работа с конспектом лекций, с учебной и учебно-методической литературой, научными изданиями и электронными образовательными ресурсами; - выполнение контрольных и аттестационных тестирований на электронном курсе; - закрепление навыка решения типовых задач в соответствии с методикой, освоенной в ходе аудиторных практических занятий; - составление отчета по лабораторным работам, выполнение необходимых расчетов, построение графических зависимостей, подготовка к защите лабораторных работ раздела; - решение задач РГР в соответствии с вариантом по темам раздела; работа на форумах курса, работа с терминологическим словариком.	15	
<b>Подобие гидромеханических процессов. Применение численных методов и их реализация на ЭВМ</b>	<b>40</b>	ОПК-1, ОПК-2
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	2	



характеристика насоса. Явление гидравлического удара. Формула Жуковского.	
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 - как особое местное сопротивление, вызывающее потерю давления $\rho$ ). 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.	2
Практическое занятие. Аудиторно-практическое занятие классическое (АПРК). 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.)	6
Практическое занятие. Аудиторно-практическое занятие классическое (АПРК). 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. Аудиторно-практическое занятие классическое (АПРК). 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 ЛВС, гидросистема охлаждения ЛВС)	6

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)		
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)	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР, РГР Задания для самостоятельной работы: - работа с конспектом лекций, с учебной и учебно-методической литературой, научными изданиями и электронными образовательными ресурсами; - выполнение контрольных и аттестационных тестирований на электронном курсе; - закрепление навыка решения типовых задач в соответствии с методикой, освоенной в ходе аудиторных практических занятий; - составление отчета по лабораторным работам, выполнение необходимых расчетов, построение графических зависимостей, подготовка к защите лабораторных работ раздела; - решение задач РГР в соответствии с вариантом по темам раздела; работа на форумах курса, работа с терминологическим словариком.	14	
Иная контактная работа: выполнение контрольной работы	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 **лабораторно-практического** 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. Формой промежуточной аттестации по дисциплине является **экзамен**.

## 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.	Поздеев, Анатолий Геннадиевич. Гидравлика. Гидрогазодинамика [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>
2.	Поздеев, Анатолий Геннадиевич. Гидрогазодинамика [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
3.	Поздеев, Анатолий Геннадиевич. Гидростатика.	15 /

	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.	<a href="https://portal.volgatech.net/books/Pozdeev_gidrostatika_2018.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Pozdeev_gidrostatika_2018.pdf</a>
4.	Гидравлика, гидромашины и гидроприводы [Текст] : [учеб. для студентов вузов] / [Т. М. Башта и др.]. 5-е изд., стер. М.: Альянс, 2011. - 422, [1] с. ISBN 978-5-91872-007-3. Экземпляры: всего 46.	46
5.	Викулин, Павел Дмитриевич. Гидравлика систем водоснабжения и водоотведения [Текст] : [учебник по направлению 08.03.01 "Строительство"] / П. Д. Викулин, В. Б. Викулина; М-во образования и науки Рос. Федерации, Нац. исслед. Моск. гос. строит. ун-т. 3-е изд. Москва: НИУ МГСУ, 2017. - 242, [5] с. ISBN 978-5-7264-1606-9. Экземпляры: всего 10.	10
6.	Калицун, Виктор Иванович. Гидравлика, водоснабжение и канализация [Текст] : [учеб. пособие для студентов вузов по специальности "Пром. и гражд. стр-во"] / В. И. Калицун, В. С. Кедров, Ю. М. Ласков. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Стройиздат, 2002. - 396 с. ISBN 5-274-00833-X. Экземпляры: всего 10.	10
7.	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>
8.	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>
9.	Моргунов, К. П. Гидравлика [Электронный ресурс] / Моргунов К. П. Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 288 с. ISBN 978-5-8114-1735-3.	<a href="https://e.lanbook.com/book/211682">https://e.lanbook.com/book/211682</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	Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web,

		мебели (1)	Комплект ГАРАНТ-Мастер, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, 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), Измеритель цифровой (1), коэф.прозрачности (1), Микровертушка гидрометрическая ГМЦМ-1м с выходом на ПК (1), Стенд "Гидродинамика ГД" (1), 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, Mathcad University Classroom Perpetual - 40
3.	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, Mathcad University Classroom Perpetual - 40
4.	123 (III)	ИЗМЕРИТЕЛЬ СКОР.ТЕЧ. (1), Насос консольный K100-80-160 15.000 Q=100 H=32 (1), Насос консольный K200-150-315 45.000 Q=315 H=32 (2), Установка лабораторная (лоток плоский гидравлический) (1), Комплект	Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-

		учебной мебели (1)	Мастер, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, 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.

**1.** Учеными 18 века, которые работали в Российской академии наук в области механики жидкости, являются:

- 1) Л. Эйлер, М. В. Ломоносов, Д. Бернулли;
- 2) И. Ньютон, Торичелли, Паскаль;
- 3) Л. Эйлер, И. Ньютон, Рейнольдс;
- 4) М.В. Ломоносов, Рейнольдс, Базен.

**2.** Сила внутреннего трения при движении жидких сред в отличие от трения между твердыми поверхностями пропорциональна:

- 1) градиенту скорости;
- 2) плотности;
- 3) силе нормального давления;
- 4) средней скорости потока.

**3.** Отношение силы, действующей на площадку, выделенную внутри жидкости, к ее площади, называется:

- 1) пьезометрическим уклоном;
- 2) гидростатическим давлением
- 3) распределенной нагрузкой
- 4) касательным напряжением

**4.** Абсолютное давление в данной точке при увеличении внешнего поверхностного давления:

- 1) на столько же уменьшается;
- 2) не меняется;
- 3) на столько же увеличивается;
- 4) зависит от свойств жидкости.

**5.** Гидравлический радиус лотка прямоугольного сечения с основанием 4 м и высотой 2 м равен:

- 1) 1,8 м;
- 2) 1 м;
- 3) 0,8 м;
- 4) 8.

**6.** Ламинарным называется:

- 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.

**7.** Уравнение Бернулли выражает закон:

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

**8.** По трубопроводу течет жидкость (режим движения ламинарный), если расход воды снизится в 2 раза, то потери напора на трение:

- 1) уменьшатся в 2 раза;
- 2) увеличатся в 2 раза;
- 3) уменьшатся в 4 раза;
- 4) увеличатся в 4 раза.

**9.** Коэффициент кинетической энергии потока при ламинарном движении жидкости в трубе (коэффициент Кориолиса) равен:

- 1) 2,0;
- 2) 1,0;
- 3) 1,33;
- 4) 1,5.

**10.** 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.

**11.** Коэффициент местных потерь на выходе потока из трубы в бассейн большого размера равен:

- 1) 0,5;
- 2) 2;
- 3) 1,5;
- 4) 1.

**12.** Гидравлически длинными называют трубопроводы:

- 1) в которых местные потери соизмеримы с потерями по длине;
- 2) длиной свыше 500 м;
- 3) в которых потери напора по длине значительно преобладают над местными потерями;
- 4) длиной свыше 50 м.



**13.** Расчет боковых ответвлений отличается от расчета магистрали в случае сложного разветвленного незамкнутого трубопровода тем, что для ответвлений:

- 1) известен расход жидкости;
- 2) известны потери напора;
- 3) известен диаметр труб;
- 4) известна скорость движения жидкости.

**14.** Коэффициент сжатия при истечении равен отношению:

- 1) площади сжатого сечения к площади отверстия;
- 2) площади отверстия к площади сжатого сечения;
- 3) площади отверстия к площади резервуара;
- 4) площади сжатого сечения к площади резервуара.

**15.** Число Фруда пропорционально отношению:

- 1) силы инерции к силе поверхностного натяжения;
- 2) силы вязкости к силе тяжести;
- 3) силы инерции к силе вязкости;
- 4) силы инерции к силе тяжести.

**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.