

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИММ

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

11.03.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б.1.1.20 Основы гидравлических расчетов оборудования нефтегазопереработки

(код и наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки
(специальность)

15.03.02 Технологические машины и оборудование

Квалификация выпускника

Бакалавр

(бакалавр/магистр/специалист)

Направленность

Оборудование нефтегазопереработки

Курс 2
Семестр 4

Распределение учебного времени

Трудоемкость по учебному плану	180 / 5	часов/зачетных единиц
Лекции	18	часов
Лабораторные работы	-	часов
Практические занятия	36	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.)	90	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) 15.03.02 Технологические машины и оборудование

Программу составили:

заведующий кафедрой с ученой степенью доктора наук и ученым званием "профессор"	ТТМ	СОГЛАСОВАНО	А.И. Павлов
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании кафедры, за которой закреплена дисциплина
Кафедра транспортно-технологических машин

(наименование кафедры)		
05.02.2024	протокол №	7
(дата)		

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	А.И. Павлов
		(И.О. Фамилия)

Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с факультетом (институтом), выпускающей(ими)
кафедрой(ами).

СООТВЕТСТВУЕТ действующей ОП.

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	А.И. Павлов
		(И.О. Фамилия)

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

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

Эксперт(ы): Макаров Д.Е., ведущий инженер-конструктор АО «Марийский
машиностроительный завод»

Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 12.03.2024 г.

Специалист учебно-методического центра СОГЛАСОВАНО /Т.А. Смирнова/

Раздел 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является достижение планируемых результатов обучения, соответствующих установленным в ОПОП индикаторам достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
1. ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Знать: математические, естественнонаучные и технические методы для использования в профессиональной деятельности, а также характеристики основных видов исходных заготовок и методов их получения	знания: Знает математические, естественнонаучные и технические методы для использования в профессиональной деятельности, а также характеристики основных видов исходных заготовок и методов их получения умения: навыки:
	ОПК-1.2 Владеть: методами математического анализа и моделирования	знания: умения: навыки: владеет навыками использования методов математического анализа и моделирования
	ОПК-1.3 Уметь: решать нестандартные профессиональные задачи, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных и профессиональных знаний	знания: умения: Умеет решать нестандартные профессиональные задачи, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных и профессиональных знаний Умеет навыки:

<p>2. ОПК-5 Способен работать с нормативно-технической документацией, связанной с профессиональной деятельностью, с учетом стандартов, норм и правил</p>	<p>ОПК-5.1 Знание нормативно-технические и руководящие документы по оформлению конструкторской документации, методические и нормативно-технические документы по организации пусконаладочных работ, правила разработки проектной, технической, технологической и эксплуатационной документации</p>	<p>знания: Знает нормативно-технические и руководящие документы по оформлению конструкторской документации, методические и нормативно-технические документы по организации пусконаладочных работ, правила разработки проектной, технической, технологической и эксплуатационной документации</p> <p>умения:</p> <p>навыки:</p>
--	---	---

	<p>ОПК-5.2 Осуществлять оформление технического задания на создание средств автоматизации и механизации этапов производственных процессов, проверку конструкторской документации на средства автоматизации и механизации этапов производственных процессов, контроль правильности оформления документации при выполнении работ по монтажу, испытаниям, наладке и сдаче в эксплуатацию средств автоматизации и механизации этапов производственных процессов</p>	<p>знания: Знает нормативно-техническую документацию по оформлению технического задания на создание средств автоматизации и механизации этапов производственных процессов, по проверке конструкторской документации на средства автоматизации и механизации этапов производственных процессов, контролю правильности оформления документации при выполнении работ по монтажу, испытаниям, наладке и сдаче в эксплуатацию средств автоматизации и механизации этапов производственных процессов</p> <p>умения: Умеет оформлять техническое задание на создание средств автоматизации и механизации этапов производственных процессов, осуществлять проверку конструкторской документации на средства автоматизации и механизации этапов производственных процессов, проводить контроль правильности оформления документации при выполнении работ по монтажу, испытаниям, наладке и сдаче в эксплуатацию средств автоматизации и механизации этапов производственных процессов</p> <p>навыки: Владеет навыками оформления технического задания на создание средств автоматизации и механизации этапов производственных процессов, проверки конструкторской документации на средства автоматизации и механизации этапов производственных процессов, контроля правильности оформления документации при выполнении работ по монтажу, испытаниям, наладке и сдаче в эксплуатацию средств автоматизации и механизации этапов производственных процессов</p>
	<p>ОПК-5.3 Владение перечнем стандартов, норм и правил, используемых при разработке нормативно-технической документации</p>	<p>знания:</p> <p>умения:</p> <p>навыки: Владение перечнем стандартов, норм и правил, используемых при разработке нормативно-технической документации</p>

3. УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Выполняет поиск необходимой для решения поставленной задачи информации, её критический анализ, обобщение и представление на основе знаний естественно-научных дисциплин и современных информационных технологий	знания: Знает методы поиска необходимой для решения поставленной задачи информации, её критический анализ, обобщение и представление на основе знаний естественно-научных дисциплин и современных информационных технологий умения: Умеет осуществлять поиск необходимой для решения поставленной задачи информации, её критический анализ, обобщение и представление на основе знаний естественно-научных дисциплин и современных информационных технологий навыки: Владеет методами поиска необходимой для решения поставленной задачи информации, её критический анализ, обобщение и представление на основе знаний естественно-научных дисциплин и современных информационных технологий
	УК-1.2 Систематизирует обнаруженную информацию, полученную из разных источников, в соответствии с требованиями и условиями задачи	знания: Знает методы систематизации информации, полученной из разных источников, в соответствии с требованиями и условиями задачи умения: Умеет использовать методы систематизации обнаруженной информации, полученной из разных источников, в соответствии с требованиями и условиями задачи навыки: Владеет навыками систематизации информации, полученной из разных источников, в соответствии с требованиями и условиями задачи
	УК-1.3 Выбирает оптимальный вариант решения задачи, аргументируя свой выбор	знания: Знает методы поиска оптимального решения задачи, аргументируя свой выбор умения: Умеет выбирать оптимальный вариант решения задачи, аргументируя свой выбор навыки: Владеет навыками оптимального выбора варианта решения задач
	УК-1.4 Разрабатывает варианты решения проблемной ситуации на основе системного подхода и критического анализа доступных источников информации	знания: Знает методы решения проблемной ситуации на основе системного подхода и критического анализа доступных источников информации умения: Умеет разрабатывать варианты решения проблемной ситуации на основе системного подхода и критического анализа доступных источников информации навыки: Владеет навыками решения проблемной ситуации на основе системного подхода и критического анализа доступных источников информации

	УК-1.5 Формулирует и аргументирует выводы и суждения, в том числе с применением философского понятийного аппарата	знания: Знает методы формулирования и аргументации выводов с применением философского понятийного аппарата умения: Умеет формулировать и аргументировать выводы и суждения, в том числе с применением философского понятийного аппарата навыки: Владеет навыками формулирования и аргументации выводов и суждений, в том числе с применением философского понятийного аппарата
4. ПК-3 Способен участвовать в повышении эффективности работы технологического оборудования	ПК-3.1 Повышает эффективность работы технологического оборудования объекта	знания: Знает методы определения эффективности работы технологического оборудования объекта умения: Умеет использовать методы определения эффективности работы технологического оборудования объекта навыки: Владеет навыками определения эффективности работы технологического оборудования объекта
5. ПК-4 Способен выполнять работу по обслуживанию и ремонту технологического оборудования	ПК-4.1 Рассчитывает параметры простых узлов технологического оборудования в соответствии с типовыми методиками; конструирует отдельные детали узлов оборудования; разрабатывает эскизные проекты простых деталей и узлов технологического оборудования с использованием конструкторских систем автоматизированного проектирования (CAD-систем) в соответствии с Единой системой конструкторской документации; использует прикладные программы для	знания: Знает методики расчета параметров простых узлов технологического оборудования в соответствии с типовыми методиками; умения: Умеет конструировать отдельные детали узлов оборудования; разрабатывает эскизные проекты простых деталей и узлов технологического оборудования с использованием конструкторских систем автоматизированного проектирования (CAD-систем) в соответствии с Единой системой конструкторской документации; использует навыки: Владеет навыками расчета параметров простых узлов технологического оборудования в соответствии с типовыми методиками;

	<p>ПК-4.2 Составляет паспорта на оборудование, спецификации на запасные части и другую техническую документацию; оценивает состояние технологического оборудования; анализирует причины выхода из строя технологического оборудования</p>	<p>знания: Знает составляющие паспортов на оборудование, спецификации на запасные части и другую техническую документацию; оценивает состояние технологического оборудования; анализирует причины выхода из строя технологического оборудования</p> <p>умения: Умеет составлять паспорта на оборудование, спецификации на запасные части и другую техническую документацию; оценивать состояние технологического оборудования; анализировать причины выхода из строя технологического оборудования</p> <p>навыки: Владеет навыками составления паспорта на оборудование, спецификации на запасные части и другую техническую документацию; оценивает состояние технологического оборудования;</p>
--	---	--

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: Основы проектирования (ОПК-1), Химия и технология нефти и газа (ОПК-1), Электротехника и электроника (ОПК-5), Математика (УК-1), Физика (УК-1), Химия (УК-1)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих дисциплинах: Метрология, стандартизация и сертификация (ОПК-5), Основы научных исследований (УК-1), Транспорт и хранение продуктов нефтегазопереработки (УК-1), Гидромашины и компрессоры нефтегазовых комплексов (ПК-3), Технология машиностроения (ПК-4), Техническая эксплуатация оборудования нефтегазопереработки (ПК-4); практиках: Преддипломная практика (ОПК-5), Преддипломная практика (УК-1), Преддипломная практика (ПК-3), Преддипломная практика (ПК-4); государственной итоговой аттестации в форме: Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена (ОПК-1), Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ОПК-5), Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена (УК-1), Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ПК-3)

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 занятия

На достижение конкретных целей обучения направлены применяемые тактические технологии: классическая лекция, лекция с элементами мозгового штурма

Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
Раздел 1. Введение в дисциплину. Гидростатика	48	ОПК-1, ОПК-5
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. 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)	2	
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)	2	
Практическое занятие. 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)		
Практическое занятие. 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 теоретического расчета).	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Задания для самостоятельной работы: 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	36	
Раздел 2. Элементы кинематики жидкостей и газов. Гидродинамика	56	ОПК-1, ОПК-5, ПК-3
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 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 6. Режимы течения вязкой среды Ламинарный режим движения. Распределение скоростей по живому сечению ламинарного потока в круглой	2	

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.		
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)	2	
Практическое занятие. 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	
Практическое занятие. 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 и определяется величина поправочного коэффициента к теоретической зависимости для расхода)	2	
Практическое занятие. 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	
Практическое занятие. Практикум - лабораторная работа (ПЛБ). Тема 6. Режимы течения вязкой среды. Исследование режимов	2	

движения жидкости (В ходе работы производится визуальное наблюдение режимов движения воды в стеклянной трубке и экспериментальное определение чисел Рейнольдса для наблюдаемых режимов движения жидкости)		
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение 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	34	
Раздел 3. Подобие гидромеханических процессов. Применение численных методов и их реализация на ЭВМ	40	ОПК-1, ОПК-5, ПК-3, ПК-4, УК-1
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 - как особое местное сопротивление, вызывающее потерю давления Δp). 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	2	

гидропривода.	
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.)	2
Практическое занятие. Аудиторно-практическое занятие классическое (АПРК). Тема 9. Применение теории одномерного движения для расчета гидравлических сетей и гидропривода. Гидромашины (Определение мощности, потребляемой насосом, подачи насоса, рабочего объема, построение характеристик центробежных насосов при различной частоте вращения с использованием графоаналитических построений с привлечением ЭВМ)	2
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 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	2
Практическое занятие. Практикум - лабораторная работа (ПЛБ). Тема 8. Гидравлический расчет трубопроводов. Определение гидравлических сопротивлений (С использованием компьютерной системы измерений и визуализации проводится экспериментальное определение коэффициентов	4

гидравлических сопротивлений в трубопроводах при различных скоростях движения жидкости и сравнение полученных значений со справочными данными)		
Практическое занятие. 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 Задания для самостоятельной работы: 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	20	
Иная контактная работа:	0	
Подготовка к экзамену	30	
Проведение экзамена	6	

Раздел 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой, ее структурой и содержанием разделов. Учебный материал структурирован, изучение дисциплины осуществляется в тематической последовательности. **Занятия лекционного типа** дают систематизированные знания по дисциплине, концентрируют внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Во время лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала; обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть проблемы, явления или процесса; зафиксировать выводы и практические рекомендации. Подготовка к **занятиям семинарского типа** включает ознакомление с планом **практического** 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.

Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания хода освоения дисциплин представлены в рабочей программе. 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
УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ		
1.	Парфенов, Антон Валерьевич. Гидравлика [Текст] : курс лекций. Ч. 1 : Основные физические свойства жидкостей и газа. Гидростатика, 2004. - 58 с. Экземпляры: всего 100.	100
2.	Штеренлихт, Давид Вениаминович. Гидравлика [Текст] : [учеб. для студентов вузов по направлению подгот. дипломир. специалистов в обл. техники и технологии сел. и рыбного хоз-ва] / Д. В. Штеренлихт. 3-е изд., перераб. и доп. М.: КолосС, 2005. - 655 с. ISBN 5-9532-0142-7. Экземпляры: всего 11.	11
3.	Гидравлика, гидромашины и гидропневмопривод [Текст] : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по спец. и направ. подгот. дипломир. спец. "Эксплуатация наземного трансп. и трансп. оборудования" / [Т. В. Артемьева [и др.] ; под ред. С. П. Стесина. 3-е изд., стер. М.: Академия, 2007. - 334 с. ISBN 978-5-7695-3922-0. Экземпляры: всего 11.	11
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 45.	45
5.	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 48.	48 / https://portal.volgatech.net/books/Pozdeev_gidravlika_gidrogazodinamika.pdf
6.	Гидравлика в машиностроении [Текст] : [учебник по направлению "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств"] : в 2 ч. / [А. Г. Схиртладзе и др.]. - (Тонкие наукоемкие технологии : ТНТ). Ч. 1, 2016. - 391 с. ISBN 978-5-94178-182-9. Экземпляры: всего 5.	5
7.	Гидравлика в машиностроении [Текст] : [учебник по направлению "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств"] : в 2 ч. / [А. Г. Схиртладзе и др.]. - (Тонкие наукоемкие технологии : ТНТ). Ч. 2, 2016. - 495 с. ISBN 978-5-94178-184-3. Экземпляры: всего 5.	5
8.	Шейпак, Анатолий Александрович. Гидравлика и гидропневмопривод [Текст] : основы механики жидкости и газа : учебник : [по направлению 23.03.02 "Наземные	10

	транспортно-технологические комплексы"] / А. А. Шейпак. 6-е изд., испр. и доп. Москва: ИНФРА-М, 2018. - 271, [1] с. ISBN 978-5-16-011848-2. Экземпляры: всего 10.	
9.	Моргунов, К. П. Гидравлика [Электронный ресурс] / Моргунов К. П. Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 288 с. ISBN 978-5-8114-1735-3.	https://e.lanbook.com/book/211682
10.	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.	https://e.lanbook.com/book/212051
ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ		
1.	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	http://elibrary.ru
2.	Научная электронная библиотека «Киберленинка»	http://cyberleninka.ru

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.	215 (II)	Колонки SVEN 2.0 STREAM Mega R (1), Комплекс лаб. автоматизир. "Детали машин-передачи" (1), Лабораторный стол с ящиками (3), Проектор мультимедийный Hitachi CP- RX93 (1), Экран настенный рулонный 200x200 см (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

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	Обучающийся имеет знания основного материала,	удовлет-

уровень	проявляет умение логично его излагать, но может допускать неточности в изложении материала, недостаточно правильные формулировки, испытывает затруднения в выполнении практических заданий.	ворительно
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.

Билет №0

1. Силы, действующие в жидкости. Физическое строение жидкостей и газов.
2. Эпюры гидростатического давления. Сила давления жидкости на плоскую поверхность.
3. Последовательное соединение трубопроводов и методика их расчета.

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.

Тема 2. Гидростатическое давление. Силы давления на твердые поверхности.

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.

Тема 3. Элементы кинематики жидкостей

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.

Тема 4. Общие законы и уравнения динамики жидкостей и газов

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.

Тема 5. Гидравлические сопротивления

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.

Тема 6. Режимы течения вязкой среды

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.

Тема 7. Подобие и моделирование гидромеханических процессов

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.

Тема 8. Гидравлический расчет трубопроводов

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.

Тема 9. Применение теории одномерного движения для расчета гидравлических сетей и гидропривода

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.

Аттестационный тест №1

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. 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^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