

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ИМПЕРАТОРА ПЕТРА I»

«УТВЕРЖДАЮ»
Декан агроинженерного факультета
Оробинский В.И.

«24» июня 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Б1.О.28 Гидравлика и гидропневмопривод

Направление подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Направленность (профиль) «Автомобили и автомобильное хозяйство»

Квалификация выпускника – бакалавр

Факультет – Агроинженерный

Кафедра технологического оборудования, процессов перерабатывающих производств, механизации сельского хозяйства и безопасности жизнедеятельности

Разработчик рабочей программы:

кандидат технических наук, доцент Дружинин Роман Александрович


Воронеж – 2021 г.

Рабочая программа разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, утвержденным приказом Министра науки и высшего образования Российской Федерации от 07 августа 2020 года № 916.

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры технологического оборудования, процессов перерабатывающих производств, механизации сельского хозяйства и безопасности жизнедеятельности (протокол №10 от 09 июня 2021 г.).

Заведующая кафедрой, д.б.н., профессор _____  _____ **Высоцкая Е.А.**

Рабочая программа рекомендована к использованию в учебном процессе методической комиссией агроинженерного факультета (протокол №10 от 24 июня 2021 г.).

Председатель методической комиссии _____  _____ **Костиков О.М.**
подпись

Рецензент рабочей программы генеральный директор ООО «Заря» В.В. Шишкин.

1. Общая характеристика дисциплины

1.1. Цель дисциплины

Цель изучения дисциплины - получение теоретических знаний и практических навыков в области гидравлики, овладение инженерными методами оценки эффективности гидравлических систем различного назначения путем проведения гидравлических опытов и расчетов.

1.2. Задачи дисциплины

Основные задачи дисциплины – в результате изучения дисциплины будущий бакалавр должен быть подготовлен к решению задач в области гидро и пневмопривода, гидро и пневмотранспорта в ходе эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов.

1.3. Предмет дисциплины

Предмет дисциплины - законы равновесия и движения жидких и газообразных тел, процессы и оборудование, используемое при разработке и эксплуатации сложных гидравлических систем их ремонт и модернизация.

1.4. Место дисциплины в образовательной программе

Дисциплина Б1.О.28 Гидравлика и гидропневмопривод относится к обязательной части блока дисциплин ОПОП по направлению подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов.

1.5. Взаимосвязь с другими дисциплинами

Дисциплина базируется на соответствующих знаниях бакалавра высшей математики, физики, теоретической механики, начертательной геометрии, деталей машин, сопротивления материалов.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

| Компетенция | | Индикатор достижения компетенции | |
|--|--|----------------------------------|---|
| Код | Содержание | Код | Содержание |
| ОПК -3 | Способен в сфере своей профессиональной деятельности проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные и результаты испытаний | ЗЗ | Основные законы гидростатики и гидродинамики жидкостей и газов |
| | | У5 | Применять основные законы движения жидкостей и газов при обработке экспериментальных данных и результатов испытаний |
| | | НЗ | Оценки эффективности гидравлических систем различного назначения путем проведения гидравлических расчетов и опытов |
| Тип задач профессиональной деятельности - <u>производственно-технологический.</u> | | | |

3. Объем дисциплины и виды учебной работы

3.1. Очная форма обучения

| Показатели | Семестр | Всего |
|---|---------|---------|
| | 5 | |
| Общая трудоёмкость, з.е./ч | 3/108 | 3/108 |
| Общая контактная работа, ч | 40,75 | 40,75 |
| Общая самостоятельная работа, ч | 67,25 | 67,25 |
| Контактная работа при проведении учебных занятий, в т.ч. (ч) | 40 | 40 |
| лекции | 14 | 14 |
| практические занятия, всего | - | - |
| из них в форме практической подготовки | - | - |
| лабораторные работы, всего | 26 | 26 |
| из них в форме практической подготовки | - | - |
| индивидуальные консультации при выполнении курсового проекта | - | - |
| индивидуальные консультации при выполнении курсовой работы | - | - |
| Самостоятельная работа при проведении учебных занятий, ч | 49,5 | 49,5 |
| Контактная работа при проведении промежуточной аттестации обучающихся, в т.ч. (ч) | 0,75 | 0,75 |
| групповые консультации | 0,5 | 0,5 |
| курсовая работа | - | - |
| курсовой проект | - | - |
| экзамен | 0,25 | 0,25 |
| зачет с оценкой | - | - |
| зачет | - | - |
| Самостоятельная работа при промежуточной аттестации, в т.ч. (ч) | 17,75 | 17,75 |
| выполнение курсового проекта | - | - |
| выполнение курсовой работы | - | - |
| подготовка к экзамену | 17,75 | 17,75 |
| подготовка к зачету с оценкой | - | - |
| подготовка к зачету | - | - |
| Форма промежуточной аттестации | экзамен | экзамен |

3.2. Заочная форма обучения

| Показатели | Курс | Всего |
|---|---------|---------|
| | 5 | |
| Общая трудоёмкость, з.е./ч | 3/108 | 3/108 |
| Общая контактная работа, ч | 12,75 | 12,75 |
| Общая самостоятельная работа, ч | 95,25 | 95,25 |
| Контактная работа при проведении учебных занятий, в т.ч. (ч) | 12 | 12 |
| лекции | 6 | 6 |
| практические занятия, всего | - | - |
| из них в форме практической подготовки | - | - |
| лабораторные работы, всего | 6 | 6 |
| из них в форме практической подготовки | - | - |
| индивидуальные консультации при выполнении курсового проекта | - | - |
| индивидуальные консультации при выполнении курсовой работы | - | - |
| Самостоятельная работа при проведении учебных занятий, ч | 77,5 | 77,5 |
| Контактная работа при проведении промежуточной аттестации обучающихся, в т.ч. (ч) | 0,75 | 0,75 |
| групповые консультации | 0,5 | 0,5 |
| курсовая работа | - | - |
| курсовой проект | - | - |
| экзамен | 0,25 | 0,25 |
| зачет с оценкой | - | - |
| зачет | - | - |
| Самостоятельная работа при промежуточной аттестации, в т.ч. (ч) | 17,75 | 17,75 |
| выполнение курсового проекта | - | - |
| выполнение курсовой работы | - | - |
| подготовка к экзамену | 17,75 | 17,75 |
| подготовка к зачету с оценкой | - | - |
| подготовка к зачету | - | - |
| Форма промежуточной аттестации | экзамен | экзамен |

4. Содержание дисциплины

4.1. Содержание дисциплины в разрезе разделов и подразделов

Раздел 1. ГИДРАВЛИКА.

Подраздел 1.1. Основные физические свойства жидкостей. Определение жидкости. Силы, действующие на жидкость. Давление в жидкости. Удельный вес, плотность, сжимаемость, температурное расширение. Закон Ньютона для жидкостного трения. Вязкость. Неньютоновские жидкости. Модель идеальной жидкости. Давление насыщенного пара жидкости. Растворение газов в жидкости.

Подраздел 1.2. Гидростатика. Свойства давления в неподвижной жидкости. Виды гидравлического давления. Уравнение Эйлера равновесия жидкости. Интегрирование уравнений Эйлера. Поверхности равного давления. Свободная поверхность жидкости. Основное

уравнение гидростатики. Закон Паскаля. Приборы для измерения давления. Силы давления жидкости на плоские поверхности. Центр давления и определение его координат. Эпюры давления и их использование для определения силы и центра давления на плоскую прямоугольную поверхность. Гидростатический парадокс. Сила давления жидкости на криволинейные (цилиндрические) поверхности. Тело давления. Закон Архимеда. Плавание тел. Относительный покой жидкости.

Подраздел 1.3. Кинематика и динамика жидкости. Виды движения жидкости. Основные понятия кинематики жидкости: линия тока, трубка тока, струйка, живое сечение, расход. Поток жидкости. Местная и средняя скорости. Уравнение постоянства расхода. Дифференциальные уравнения движения идеальной жидкости. Уравнение Бернулли для установившегося движения идеальной жидкости. Полный гидродинамический напор. Геометрический и энергетический смысл всех его составляющих. Коэффициент кинетической энергии. Уравнение Бернулли для потока вязкой жидкости. Связь между скоростью и гидродинамическим давлением. Графическое представление уравнения Бернулли. Пьезометрическая и напорная линии. Гидравлический и пьезометрический уклоны. Практическое применение уравнения Бернулли (водомер Вентура, расходомерная шайба).

Подраздел 1.4. Режимы движения жидкости. Гидравлические сопротивления. Основы гидравлического подобия. Ламинарный и турбулентный режим движения жидкости. Число Рейнольдса. Распределение скоростей по сечению круглой трубы при ламинарном режиме. Потери напора на ширине по длине трубы (формула Пуазейля). Особенности турбулентного движения жидкости. Пульсации скоростей и давлений. Распределение осредненных скоростей по сечению. Потери напора в трубах. Зависимость потери напора от режима движения жидкости. Основные формулы для определения потерь напора по длине. Формула Дарси и коэффициент потерь на трение по длине (коэффициент Дарси). Шероховатость стенок: абсолютная и относительная. Турбулентное ядро потока и пристенный ламинарный слой турбулентном потоке. Гидравлически гладкие и шероховатые трубы. Зоны сопротивления. Полуэмпирические и эмпирические формулы для определения коэффициента гидравлического трения λ в различных зонах сопротивления. Гидравлическое определение коэффициента Дарси λ . Формула Шези. Связь между коэффициентом Дарси λ и коэффициентом Шези S .

Подраздел 1.5. Основные виды местных сопротивлений. Коэффициент местных потерь. Местные потери напора при больших числах Рейнольдса. Внезапное расширение трубы (теорема Борда). Местные потери напора при малых числах Рейнольдса. Взаимное влияние местных сопротивлений.

Подраздел 1.6. Основы теории гидравлического подобия. Моделирование гидравлических явлений.

Подраздел 1.7. Истечение жидкости из отверстий и насадок. Истечение жидкости из отверстий в тонкой стенке при постоянном напоре. Коэффициенты сжатия, скорости, расхода. Истечение жидкости через цилиндрический насадок. Насадки различного типа. Истечение при переменном напоре.

Подраздел 1.8. Гидравлический расчет трубопроводов. Основное расчетное уравнение простого трубопровода. Основные расчетные задачи. Понятие об определении экономически наивыгоднейшего диаметра трубопровода. Сифонный трубопровод. Последовательное и параллельное соединение трубопроводов. Сложные трубопроводы. Явление трубопроводного удара. Формула Н.Е. Жуковского для прямого удара. Понятие о непрямом ударе. Способы ослабления гидравлического удара. Практическое использование гидравлического удара в технике.

Раздел 2. НАСОСЫ.

Подраздел 2.1. Лопастные насосы. Общие сведения. Классификация лопастных насо-

сов. Принцип действия насосов. Основные параметры насосов: подача (расход), напор, мощность, КПД. Основы теории лопастных насосов. Центробежные насосы. Принцип действия и схемы центробежных насосов. Уравнение Эйлера. Теоретический напор насоса. Влияние числа лопаток на теоретический напор насоса. Полезный напор. Определение напора действующего насоса. Требуемый напор. Потери энергии в насосе. Коэффициенты полезного действия насоса. Характеристика центробежных насосов. Основы теории подобия и формулы пересчета. Коэффициенты быстроходности и типы лопастных насосов. Эксплуатационные расчеты лопастных насосов. Насосные установки. Расчеты трубопровода с насосной подачей. Определение рабочей точки насоса. Регулирование подачи. Последовательные и параллельные соединения насосов. Кавитация в лопастных насосах. Кавитационные характеристики.

Подраздел 2.2. Вихревые насосы. Схема вихревого насоса, принцип действия, характеристики, области применения.

Подраздел 2.3. Объемные насосы. Принципы действия, общие свойства и классификация. Поршневые и плунжерные насосы. Устройство и области применения поршневых и плунжерных насосов. Индикаторная диаграмма. КПД поршневых насосов. Графики подачи и способы их выравнивания. Диафрагменные насосы.

Подраздел 2.4. Роторные насосы. Классификация роторных насосов, общие свойства и области применения. Устройство и особенности роторных насосов различных типов: а) роторно-поршневых; б) пластинчатых (шиберных); в) шестеренных; г) винтовых. Определение рабочих объемов. Подача и её равномерность. Характеристики насосов. Регулирование подачи. Работа насоса на трубопровод.

Раздел 3. ОБЪЕМНЫЙ ГИДРОПРИВОД.

Подраздел 3.1. Основные понятия. Принцип действия объемного гидропривода. Классификация объемных гидроприводов по характеру движения выходного звена и другим признакам. Элементы гидропривода (гидродвигатели, гидроаппаратуры, фильтры, гидроаккумуляторы, гидролинии). Рабочие жидкости, применяемые в гидроприводах.

Подраздел 3.2. Гидродвигатели. Силовые гидродвигатели, их назначение и устройство. Расчет гидроцилиндров. Поворотные гидродвигатели. Роторные гидродвигатели – гидромоторы. Обратимость роторных насосов и гидромоторов. Гидромоторы роторно-поршневых, шестеренных и винтовых типов. Расчет крутящего момента и мощности на валу гидромотора. Регулирование рабочего объема. Высокомоментные гидромоторы.

Подраздел 3.3. Гидроаппаратура и другие элементы гидропривода. Классификация гидроаппаратов и элементов гидроавтоматики. Распределительные устройства. Назначение, принцип действия и основные типы (золотниковые, крановые, клапанные). Клапаны. Принцип действия, устройство и характеристики. Дроссельные устройства, назначение принцип действия и характеристики. Фильтры. Гидроаккумуляторы. Гидролинии.

Подраздел 3.4. Схемы гидроприводы и способы регулирования. Схемы гидропривода с замкнутой и разомкнутой циркуляцией, с дроссельным и объемным регулированием скорости. Сравнение различных способов регулирования скорости гидропривода.

Подраздел 3.5. Пневмопривод. Газ как рабочее тело пневмопривода. Источники сжатого газа. Основные элементы и схемы пневмоприводов. Пневматические исполнительные устройства, распределительная и регулирующая аппаратура. Пневматические двигатели. Пневматический привод с поршневым двигателем и дроссельным регулированием. Пневматические приводы с роторными и турбинными пневмодвигателями.

4.2. Распределение контактной и самостоятельной работы при подготовке к занятиям по подразделам

4.2.1. Очная форма обучения

| Разделы, подразделы дисциплины | Контактная работа | | | СР |
|--|-------------------|-----------|----------|-------------|
| | лекции | ЛЗ | ПЗ | |
| Раздел 1. ГИДРАВЛИКА. | 5 | 10 | - | 21,5 |
| <i>Подраздел 1.1.</i> Основные физические свойства жидкостей. Определение жидкости. Силы, действующие на жидкость. Давление в жидкости. Удельный вес, плотность, сжимаемость, температурное расширение. Закон Ньютона для жидкостного трения. Вязкость. Неньютоновские жидкости. Модель идеальной жидкости. Давление насыщенного пара жидкости. Растворение газов в жидкости. | 0,5 | - | - | 3,5 |
| <i>Подраздел 1.2.</i> Гидростатика. Свойства давления в неподвижной жидкости. Виды гидравлического давления. Уравнение Эйлера равновесия жидкости. Интегрирование уравнений Эйлера. Поверхности равного давления. Свободная поверхность жидкости. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля. Приборы для измерения давления. Силы давления жидкости на плоские поверхности. Центр давления и определение его координат. Эпюры давление и их использование для определения силы и центра давления на плоскую прямоугольную поверхность. Гидростатический парадокс. Сила давления жидкости на криволинейные (цилиндрические) поверхности. Тело давления. Закон Архимеда. Плавание тел. Относительный покой жидкости. | 0,5 | 4 | - | 4 |
| <i>Подраздел 1.3.</i> Кинематика и динамика жидкости. Виды движения жидкости. Основные понятия кинематики жидкости: линия тока, трубка тока, струйка, живое сечение, расход. Поток жидкости. Местная и средняя скорости. Уравнение постоянства расхода. Дифференциальные уравнения движения идеальной жидкости. Уравнение Бернулли для установившегося движения идеальной жидкости. Полный гидродинамический напор. Геометрический и энергетический смысл всех его составляющих. Коэффициент кинетической энергии. Уравнение Бернулли для потока вязкой жидкости. Связь между скоростью и гидродинамическим давлением. Графическое представление уравнения Бернулли. Пьезометрическая и напорная линии. Гидравлический и пьезометрический уклоны. Практическое применение уравнения Бернулли (водомер Вентура, расходомерная шайба). | 1 | 2 | - | 4 |
| <i>Подраздел 1.4.</i> Режимы движения жидкости. Гидравлические сопротивления. Основы гидравлического подобия. Ламинарный и турбулентный режим движения жидкости. Число Рейнольдса. Распределение скоростей по сечению | 1 | 2 | - | 3 |

| | | | | |
|--|----------|-----------|---|-----------|
| <p>круглой трубы при ламинарном режиме. Потери напора на ширине по длине трубы (формула Пуазейля). Особенности турбулентного движения жидкости. Пульсации скоростей и давлений. Распределение осредненных скоростей по сечению. Потери напора в трубах. Зависимость потери напора от режима движения жидкости. Основные формулы для определения потерь напора по длине. Формула Дарси и коэффициент потерь на трение по длине (коэффициент Дарси). Шероховатость стенок: абсолютная и относительная. Турбулентное ядро потока и пристенный ламинарный слой турбулентном потоке. Гидравлически гладкие и шероховатые трубы. Зоны сопротивления. Полуэмпирические и эмпирические формулы для определения коэффициента гидравлического трения λ в различных зонах сопротивления. Гидравлическое определение коэффициента Дарси λ. Формула Шези. Связь между коэффициентом Дарси λ и коэффициентом Шези C.</p> | | | | |
| <p><i>Подраздел 1.5.</i> Основные виды местных сопротивлений. Коэффициент местных потерь. Местные потери напора при больших числах Рейнольдса. Внезапное расширение трубы (теорема Борда). Местные потери напора при малых числах Рейнольдса. Взаимное влияние местных сопротивлений.</p> | 0,5 | 2 | - | 2 |
| <p><i>Подраздел 1.6.</i> Основы теории гидравлического подобия. Моделирование гидравлических явлений.</p> | 0,5 | - | - | 1 |
| <p><i>Подраздел 1.7.</i> Истечение жидкости из отверстий и насадок. Истечение жидкости из отверстий в тонкой стенке при постоянном напоре. Коэффициенты сжатия, скорости, расхода. Истечение жидкости через цилиндрический насадок. Насадки различного типа. Истечение при переменном напоре.</p> | 0,5 | - | - | 2 |
| <p><i>Подраздел 1.8.</i> Гидравлический расчет трубопроводов. Основное расчетное уравнение простого трубопровода. Основные расчетные задачи. Понятие об определении экономически наиболее выгодного диаметра трубопровода. Сифонный трубопровод. Последовательное и параллельное соединение трубопроводов. Сложные трубопроводы. Явление трубопроводного удара. Формула Н.Е. Жуковского для прямого удара. Понятие о непрямом ударе. Способы ослабления гидравлического удара. Практическое использование гидравлического удара в технике.</p> | 0,5 | - | - | 2 |
| <p>Раздел 2. НАСОСЫ.</p> | 5 | 10 | - | 16 |
| <p><i>Подраздел 2.1.</i> Лопастные насосы. Общие сведения. Классификация лопастных насосов. Принцип действия насосов. Основные параметры насосов: подача (расход), напор, мощность, КПД. Основы теории лопастных насосов. Центробежные насосы. Принцип действия и схемы центробежных насосов. Уравнение Эйлера. Теоретический напор насоса. Влияние числа лопаток на теоретический напор насоса. Полезный напор. Определение напора действующего насоса.</p> | 2 | 4 | - | 5 |

| | | | | |
|---|----------|----------|----------|-----------|
| Требуемый напор. Потери энергии в насосе. Коэффициенты полезного действия насоса. Характеристика центробежных насосов. Основы теории подобия и формулы пересчета. Коэффициенты быстроходности и типы лопастных насосов. Эксплуатационные расчеты лопастных насосов. Насосные установки. Расчеты трубопровода с насосной подачей. Определение рабочей точки насоса. Регулирование подачи. Последовательные и параллельные соединения насосов. Кавитация в лопастных насосах. Кавитационные характеристики. | | | | |
| <i>Подраздел 2.2.</i> Вихревые насосы. Схема вихревого насоса, принцип действия, характеристики, области применения. | 1 | 2 | - | 4 |
| <i>Подраздел 2.3.</i> Объемные насосы. Принципы действия, общие свойства и классификация. Поршневые и плунжерные насосы. Устройство и области применения поршневых и плунжерных насосов. Индикаторная диаграмма. КПД поршневых насосов. Графики подачи и способы их выравнивания. Диафрагменные насосы. | 1 | 2 | - | 4 |
| <i>Подраздел 2.4.</i> Роторные насосы. Классификация роторных насосов, общие свойства и области применения. Устройство и особенности роторных насосов различных типов: а) роторно-поршневых; б) пластинчатых (шиберных); в) шестеренных; г) винтовых. Определение рабочих объемов. Подача и её равномерность. Характеристики насосов. Регулирование подачи. Работа насоса на трубопровод. | 1 | 2 | - | 3 |
| Раздел 3. ОБЪЕМНЫЙ ГИДРОПРИВОД. | 4 | 6 | - | 12 |
| <i>Подраздел 3.1.</i> Основные понятия. Принцип действия объемного гидропривода. Классификация объемных гидроприводов по характеру движения выходного звена и другим признакам. Элементы гидропривода (гидродвигатели, гидроаппаратуры, фильтры, гидроаккумуляторы, гидролинии). Рабочие жидкости, применяемые в гидроприводах. | 0,5 | 2 | - | 2 |
| <i>Подраздел 3.2.</i> Гидродвигатели. Силовые гидродвигатели, их назначение и устройство. Расчет гидроцилиндров. Поворотные гидродвигатели. Роторные гидродвигатели – гидромоторы. Обратимость роторных насосов и гидромоторов. Гидромоторы роторно-поршневых, шестеренных и винтовых типов. Расчет крутящего момента и мощности на валу гидромотора. Регулирование рабочего объема. Высокомомментные гидромоторы. | 0,5 | 2 | - | 3 |
| <i>Подраздел 3.3.</i> Гидроаппаратура и другие элементы гидропривода. Классификация гидроаппаратов и элементов гидроавтоматики. Распределительные устройства. Назначение, принцип действия и основные типы (золотниковые, крановые, клапанные). Клапаны. Принцип действия, устройство и характеристики. Дроссельные устройства, назначение принцип действия и характеристики. Фильтры. Гидроаккумуляторы. Гидролинии. | 1 | 1 | - | 3 |
| <i>Подраздел 3.4.</i> Схемы гидроприводы и способы регулирования. Схемы гидропривода с замкнутой и разомкнутой циркуляцией, с дроссельным и объемным регулированием | 1 | 1 | - | 2 |

| | | | | |
|--|-----------|-----------|----------|-------------|
| скорости. Сравнение различных способов регулирования скорости гидропривода. | | | | |
| <i>Подраздел 3.5.</i> Пневмопривод. Газ как рабочее тело пневмопривода. Источники сжатого газа. Основные элементы и схемы пневмоприводов. Пневматические исполнительные устройства, распределительная и регулирующая аппаратура. Пневматические двигатели. Пневматический привод с поршневым двигателем и дроссельным регулированием. Пневматические приводы с роторными и турбинными пневмодвигателями. | 1 | - | - | 2 |
| Всего | 14 | 26 | - | 49,5 |

4.2.2. Заочная форма обучения

| Разделы, подразделы дисциплины | Контактная работа | | | СР |
|---|-------------------|----------|----------|-------------|
| | лекции | ЛЗ | ПЗ | |
| <i>Раздел 1. ГИДРАВЛИКА.</i> | 2 | 4 | - | 37,5 |
| <i>Подраздел 1.1.</i> Основные физические свойства жидкостей. Определение жидкости. Силы, действующие на жидкость. Давление в жидкости. Удельный вес, плотность, сжимаемость, температурное расширение. Закон Ньютона для жидкостного трения. Вязкость. Неньютоновские жидкости. Модель идеальной жидкости. Давление насыщенного пара жидкости. Растворение газов в жидкости. | 0,5 | - | - | 4,5 |
| <i>Подраздел 1.2.</i> Гидростатика. Свойства давления в неподвижной жидкости. Виды гидравлического давления. Уравнение Эйлера равновесия жидкости. Интегрирование уравнений Эйлера. Поверхности равного давления. Свободная поверхность жидкости. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля. Приборы для измерения давления. Силы давления жидкости на плоские поверхности. Центр давления и определение его координат. Эпюры давления и их использование для определения силы и центра давления на плоскую прямоугольную поверхность. Гидростатический парадокс. Сила давления жидкости на криволинейные (цилиндрические) поверхности. Тело давления. Закон Архимеда. Плавание тел. Относительный покой жидкости. | 0,5 | - | - | 6 |
| <i>Подраздел 1.3.</i> Кинематика и динамика жидкости. Виды движения жидкости. Основные понятия кинематики жидкости: линия тока, трубка тока, струйка, живое сечение, расход. Поток жидкости. Местная и средняя скорости. Уравнение постоянства расхода. Дифференциальные уравнения движения идеальной жидкости. Уравнение Бернулли для установившегося движения идеальной жидкости. Полный гидродинамический напор. Геометрический и энергетический смысл всех его составляющих. Коэффициент кинетической энергии. Уравнение Бернулли для потока вязкой жидкости. Связь между скоростью и гидродинамиче- | 0,5 | 2 | - | 6 |

| | | | | |
|---|-----|---|---|---|
| ским давлением. Графическое представление уравнения Бернулли. Пьезометрическая и напорная линии. Гидравлический и пьезометрический уклоны. Практическое применение уравнения Бернулли (водомер Вентура, расходомерная шайба). | | | | |
| <i>Подраздел 1.4.</i> Режимы движения жидкости. Гидравлические сопротивления. Основы гидравлического подобия. Ламинарный и турбулентный режим движения жидкости. Число Рейнольдса. Распределение скоростей по сечению круглой трубы при ламинарном режиме. Потери напора на ширине по длине трубы (формула Пуазейля). Особенности турбулентного движения жидкости. Пульсации скоростей и давлений. Распределение осредненных скоростей по сечению. Потери напора в трубах. Зависимость потери напора от режима движения жидкости. Основные формулы для определения потерь напора по длине. Формула Дарси и коэффициент потерь на трение по длине (коэффициент Дарси). Шероховатость стенок: абсолютная и относительная. Турбулентное ядро потока и пристенный ламинарный слой турбулентном потоке. Гидравлически гладкие и шероховатые трубы. Зоны сопротивления. Полуэмпирические и эмпирические формулы для определения коэффициента гидравлического трения λ в различных зонах сопротивления. Гидравлическое определение коэффициента Дарси λ . Формула Шези. Связь между коэффициентом Дарси λ и коэффициентом Шези C . | 0,5 | 2 | - | 5 |
| <i>Подраздел 1.5.</i> Основные виды местных сопротивлений. Коэффициент местных потерь. Местные потери напора при больших числах Рейнольдса. Внезапное расширение трубы (теорема Борда). Местные потери напора при малых числах Рейнольдса. Взаимное влияние местных сопротивлений. | - | - | - | 5 |
| <i>Подраздел 1.6.</i> Основы теории гидравлического подобия. Моделирование гидравлических явлений. | - | - | - | 3 |
| <i>Подраздел 1.7.</i> Истечение жидкости из отверстий и насадок. Истечение жидкости из отверстий в тонкой стенке при постоянном напоре. Коэффициенты сжатия, скорости, расхода. Истечение жидкости через цилиндрический насадок. Насадки различного типа. Истечение при переменном напоре. | - | - | - | 4 |
| <i>Подраздел 1.8.</i> Гидравлический расчет трубопроводов. Основное расчетное уравнение простого трубопровода. Основные расчетные задачи. Понятие об определении экономически наиболее выгодного диаметра трубопровода. Сифонный трубопровод. Последовательное и параллельное соединение трубопроводов. Сложные трубопроводы. Явление трубопроводного удара. Формула Н.Е. Жуковского для прямого удара. Понятие о непрямом ударе. Способы ослабления гидравлического удара. Практическое использование гидравлического удара в технике. | - | - | - | 4 |

| | | | | |
|---|----------|----------|----------|-----------|
| Раздел 2. НАСОСЫ. | 2 | 2 | - | 25 |
| <i>Подраздел 2.1.</i> Лопастные насосы. Общие сведения. Классификация лопастных насосов. Принцип действия насосов. Основные параметры насосов: подача (расход), напор, мощность, КПД. Основы теории лопастных насосов. Центробежные насосы. Принцип действия и схемы центробежных насосов. Уравнение Эйлера. Теоретический напор насоса. Влияние числа лопаток на теоретический напор насоса. Полезный напор. Определение напора действующего насоса. Требуемый напор. Потери энергии в насосе. Коэффициенты полезного действия насоса. Характеристика центробежных насосов. Основы теории подобия и формулы пересчета. Коэффициенты быстроходности и типы лопастных насосов. Эксплуатационные расчеты лопастных насосов. Насосные установки. Расчеты трубопровода с насосной подачей. Определение рабочей точки насоса. Регулирование подачи. Последовательные и параллельные соединения насосов. Кавитация в лопастных насосах. Кавитационные характеристики. | 1 | 2 | - | 9 |
| <i>Подраздел 2.2.</i> Вихревые насосы. Схема вихревого насоса, принцип действия, характеристики, области применения. | 1 | - | - | 7 |
| <i>Подраздел 2.3.</i> Объемные насосы. Принципы действия, общие свойства и классификация. Поршневые и плунжерные насосы. Устройство и области применения поршневых и плунжерных насосов. Индикаторная диаграмма. КПД поршневых насосов. Графики подачи и способы их выравнивания. Диафрагменные насосы. | - | - | - | 5 |
| <i>Подраздел 2.4.</i> Роторные насосы. Классификация роторных насосов, общие свойства и области применения. Устройство и особенности роторных насосов различных типов: а) роторно-поршневых; б) пластинчатых (шиберных); в) шестеренных; г) винтовых. Определение рабочих объемов. Подача и её равномерность. Характеристики насосов. Регулирование подачи. Работа насоса на трубопровод. | - | - | - | 4 |
| Раздел 3. ОБЪЕМНЫЙ ГИДРОПРИВОД. | 2 | - | - | 15 |
| <i>Подраздел 3.1.</i> Основные понятия. Принцип действия объемного гидропривода. Классификация объемных гидроприводов по характеру движения выходного звена и другим признакам. Элементы гидропривода (гидродвигатели, гидроаппаратуры, фильтры, гидроаккумуляторы, гидролинии). Рабочие жидкости, применяемые в гидроприводах. | 0,5 | - | - | 2 |
| <i>Подраздел 3.2.</i> Гидродвигатели. Силовые гидродвигатели, их назначение и устройство. Расчет гидроцилиндров. Поворотные гидродвигатели. Роторные гидродвигатели – гидромоторы. Обратимость роторных насосов и гидромоторов. Гидромоторы роторно-поршневых, шестеренных и винтовых типов. Расчет крутящего момента и мощности на валу гидромотора. Регулирование рабочего объема. Высокомомментные гидромоторы. | 0,5 | - | - | 4 |
| <i>Подраздел 3.3.</i> Гидроаппаратура и другие элементы гидро- | 0,5 | - | - | 4 |

| | | | | |
|--|----------|----------|---|-------------|
| привода. Классификация гидроаппаратов и элементов гидроавтоматики. Распределительные устройства. Назначение, принцип действия и основные типы (золотниковые, крановые, клапанные). Клапаны. Принцип действия, устройство и характеристики. Дроссельные устройства, назначение принцип действия и характеристики. Фильтры. Гидроаккумуляторы. Гидролинии. | | | | |
| <i>Подраздел 3.4.</i> Схемы гидроприводы и способы регулирования. Схемы гидропривода с замкнутой и разомкнутой циркуляцией, с дроссельным и объемным регулированием скорости. Сравнение различных способов регулирования скорости гидропривода. | 0,5 | - | - | 3 |
| <i>Подраздел 3.5.</i> Пневмопривод. Газ как рабочее тело пневмопривода. Источники сжатого газа. Основные элементы и схемы пневмоприводов. Пневматические исполнительные устройства, распределительная и регулирующая аппаратура. Пневматические двигатели. Пневматический привод с поршневым двигателем и дроссельным регулированием. Пневматические приводы с роторными и турбинными пневмодвигателями. | - | - | - | 2 |
| Всего | 6 | 6 | - | 77,5 |

4.3. Перечень тем и учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

| № п/п | Тема самостоятельной работы | Учебно-методическое обеспечение | Объём, ч | |
|-------|---|---|----------------|---------|
| | | | форма обучения | |
| | | | очная | заочная |
| 1 | Основные физические свойства жидкостей. Определение жидкости. Силы, действующие на жидкость. Давление в жидкости. Удельный вес, плотность, сжимаемость, температурное расширение. Закон Ньютона для жидкостного трения. Вязкость. Неньютоновские жидкости. Модель идеальной жидкости. Давление насыщенного пара жидкости. Растворение газов в жидкости. | Штеренлихт Д. В. Гидравлика: учебник для студентов вузов, обучающихся по направлениям подготовки дипломированных специалистов в области техники и технологии, сел. и рыб. хоз-ва / Д. В. Штеренлихт - М.: КолосС, 2008 – С.11-25. | 2,5 | 4,5 |
| 2 | Приборы для измерения давления. Закон Архимеда. Плавание тел. Относительный покой жидкости. | Штеренлихт Д. В. Гидравлика: учебник для студентов вузов, обучающихся по направлениям подготовки дипломированных специалистов в области техники и технологии, сел. и рыб. хоз-ва / Д. В. Штеренлихт - М.: | 4 | 6 |

| | | | | |
|---|--|---|---|---|
| | | КолосС, 2008 – С.33-42. | | |
| 3 | Дифференциальные уравнения движения идеальной жидкости. | Штеренлихт Д. В. Гидравлика: учебник для студентов вузов, обучающихся по направлениям подготовки дипломированных специалистов в области техники и технологии, сел. и рыб. хоз-ва / Д. В. Штеренлихт - М.: КолосС, 2008 – С.35-54. | 4 | 6 |
| 4 | Основы гидравлического подобия. Распределение скоростей по сечению круглой трубы при ламинарном режиме. Особенности турбулентного движения жидкости. Пульсации скоростей и давлений. Распределение осредненных скоростей по сечению. | Штеренлихт Д. В. Гидравлика: учебник для студентов вузов, обучающихся по направлениям подготовки дипломированных специалистов в области техники и технологии, сел. и рыб. хоз-ва / Д. В. Штеренлихт - М.: КолосС, 2008 – С.110-124. | 3 | 5 |
| 5 | Основные виды местных сопротивлений. Коэффициент местных потерь. Местные потери напора при больших числах Рейнольдса. Внезапное расширение трубы (теорема Борда). Местные потери напора при малых числах Рейнольдса. Взаимное влияние местных сопротивлений. | Штеренлихт Д. В. Гидравлика: учебник для студентов вузов, обучающихся по направлениям подготовки дипломированных специалистов в области техники и технологии, сел. и рыб. хоз-ва / Д. В. Штеренлихт - М.: КолосС, 2008 – С.85-130. | 2 | 5 |
| 6 | Основы теории гидравлического подобия. Моделирование гидравлических явлений. | Штеренлихт Д. В. Гидравлика: учебник для студентов вузов, обучающихся по направлениям подготовки дипломированных специалистов в области техники и технологии, сел. и рыб. хоз-ва / Д. В. Штеренлихт - М.: КолосС, 2008 – С.76-84. | 2 | 3 |
| 7 | Истечение жидкости из отверстий и насадок. Истечение жидкости из отверстий в тонкой стенке при постоянном напоре. Коэффициенты сжатия, скорости, расхода. Истечение жидкости через цилиндрический насадок. Насадки различного типа. Истечение при переменном напоре. | Штеренлихт Д. В. Гидравлика: учебник для студентов вузов, обучающихся по направлениям подготовки дипломированных специалистов в области техники и технологии, сел. и рыб. хоз-ва / Д. В. Штеренлихт - М.: КолосС, 2008 – С.199-237. | 2 | 4 |
| 8 | Понятие об определении экономически наивыгод- | Штеренлихт Д. В. Гидравлика: учебник для студентов вузов, обучающихся по | 3 | 4 |

| | | | | |
|----|--|--|---|---|
| | нейшего диаметра трубопровода. Сифонный трубопровод. Последовательное и параллельное соединение трубопроводов. Сложные трубопроводы. Понятие о непрямом ударе. Способы ослабления гидравлического удара. Практическое использование гидравлического удара в технике. | направлениям подготовки дипломированных специалистов в области техники и технологии, сел. и рыб. хоз-ва / Д. В. Штеренлихт - М.: КолосС, 2008 – С.256-272. | | |
| 9 | Определение напора действующего насоса. Требуемый напор. Потери энергии в насосе. Коэффициенты полезного действия насоса. Характеристика центробежных насосов. Основы теории подобия и формулы пересчета. Коэффициенты быстроходности и типы лопастных насосов. Кавитация в лопастных насосах. Кавитационные характеристики. | 1. Штеренлихт Д. В. Гидравлика: учебник для студентов вузов, обучающихся по направлениям подготовки дипломированных специалистов в области техники и технологии, сел. и рыб. хоз-ва / Д. В. Штеренлихт - М.: КолосС, 2008 – С.380-384. 2. Моргунов, К. П. Насосы и насосные станции [электронный ресурс] : учебное пособие / К. П. Моргунов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — С.11-77. <URL: https://e.lanbook.com/book/111207 >. | 5 | 9 |
| 10 | Схема вихревого насоса, принцип действия, характеристики, области применения. | 1. Моргунов, К. П. Насосы и насосные станции [электронный ресурс] : учебное пособие / К. П. Моргунов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — С.83-85. <URL: https://e.lanbook.com/book/111207 >. 2. Кожевникова Н.Г. Практикум по гидравлике [электронный ресурс]: Учебное пособие / Кожевникова, Тогунова, Ещин и др. - Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2019 – С. 192-210. <URL: http://znanium.com/go.php?id=424327 >. | 4 | 7 |
| 11 | Поршневые и плунжерные насосы. Устройство и области применения поршневых и плунжерных насосов. Индикаторная диаграмма КПД поршневых насосов. Графики подачи и способы их выравнивания. Диафрагменные насосы. | 1. Моргунов, К. П. Насосы и насосные станции [электронный ресурс] : учебное пособие / К. П. Моргунов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — С.95-108. <URL: https://e.lanbook.com/book/111207 >. 2. Кожевникова Н.Г. Практикум по гидравлике [электронный ресурс]: Учебное пособие / Кожевникова, Тогунова, Ещин и др. - Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2019 – С. 220-230. <URL: http://znanium.com/go.php?id=424327 >. | 3 | 5 |

| | | | | |
|----|---|---|---|---|
| 12 | Устройство и особенности роторных насосов различных типов: а) роторно-поршневых; б) пластинчатых (шиберных); в) шестеренных; г) винтовых. Определение рабочих объемов. Подача и её равномерность. Характеристики насосов. Регулирование подачи. Работа насоса на трубопровод. | 1. Кожевникова Н.Г. Практикум по гидравлике [электронный ресурс]: Учебное пособие / Кожевникова, Тогунова, Ешин и др. - Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2019 – С. 210-230. <URL: http://znanium.com/go.php?id=424327 >. 2. Моргунов, К. П. Насосы и насосные станции [электронный ресурс] : учебное пособие / К. П. Моргунов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — С.110-133. <URL: https://e.lanbook.com/book/111207 >. | 3 | 4 |
| 13 | Рабочие жидкости, применяемые в гидроприводах. | Тихоненков Б.П. Гидравлика и гидроприводы [электронный ресурс].— Москва : Московская государственная академия водного транспорта (МГАВТ), 2005 .— С.5-10. <URL: http://znanium.com/go.php?id=400706 > | 2 | 2 |
| 14 | Обратимость роторных насосов и гидромоторов. Гидромоторы роторно-поршневых, шестерённых и винтовых типов. Расчет крутящего момента и мощности на валу гидромотора. Регулирование рабочего объема. Высокомомментные гидромоторы. | Тихоненков Б.П. Гидравлика и гидроприводы [электронный ресурс].— Москва : Московская государственная академия водного транспорта (МГАВТ), 2005 .— С. 11-15. <URL: http://znanium.com/go.php?id=400706 > | 3 | 4 |
| 15 | Распределительные устройства. Назначение, принцип действия и основные типы (золотниковые, крановые, клапанные). Клапаны. Принцип действия, устройство и характеристики. Дроссельные устройства, назначение принцип действия и характеристики. Фильтры. Гидроаккумуляторы. Гидролинии. | Тихоненков Б.П. Гидравлика и гидроприводы [электронный ресурс].— Москва : Московская государственная академия водного транспорта (МГАВТ), 2005 .— С. 16-25. <URL: http://znanium.com/go.php?id=400706 > | 3 | 4 |
| 16 | Схемы гидроприводы и способы регулирования. Схемы гидропривода с замкнутой и разомкнутой циркуляцией, с дроссельным и объемным регулированием скорости. Сравнение различных спо- | Тихоненков Б.П. Гидравлика и гидроприводы [электронный ресурс].— Москва : Московская государственная академия водного транспорта (МГАВТ), 2005 .— С. 30-80. <URL: http://znanium.com/go.php?id=400706 > | 2 | 3 |

| | | | | |
|--------------|---|--|-------------|-------------|
| | собов регулирования скорости гидропривода. | | | |
| 17 | Пневматические исполнительные устройства, распределительная и регулирующая аппаратура. Средства пневмоавтоматики. | Тихоненков Б.П. Гидравлика и гидроприводы [электронный ресурс].— Москва : Московская государственная академия водного транспорта (МГАВТ), 2005 .— С. 18-38 <URL: http://znanium.com/go.php?id=400706 > | 2 | 2 |
| Всего | | | 49,5 | 77,5 |

5. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации и текущего контроля

5.1. Этапы формирования компетенций

| Подраздел дисциплины | Компетенция | Индикатор достижения компетенции |
|--|---|---|
| <p><i>Подраздел 1.1.</i> Основные физические свойства жидкостей. Определение жидкости. Силы, действующие на жидкость. Давление в жидкости. Удельный вес, плотность, сжимаемость, температурное расширение. Закон Ньютона для жидкостного трения. Вязкость. Неньютоновские жидкости. Модель идеальной жидкости. Давление насыщенного пара жидкости. Растворение газов в жидкости.</p> <p><i>Подраздел 1.2.</i> Гидростатика. Свойства давления в неподвижной жидкости. Виды гидравлического давления. Уравнение Эйлера равновесия жидкости. Интегрирование уравнений Эйлера. Поверхности равного давления. Свободная поверхность жидкости. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля. Приборы для измерения давления. Силы давления жидкости на плоские поверхности. Центр давления и определение его координат. Эпюры давление и их использование для определения силы и центра давления на плоскую прямоугольную поверхность. Гидростатический парадокс. Сила давления жидкости на криволинейные (цилиндрические) поверхности. Тело давления. Закон Архимеда. Плавание тел. Относительный покой жидкости.</p> <p><i>Подраздел 1.3.</i> Кинематика и динамика жидкости. Виды движения жидкости. Основные понятия кинематики жидкости: линия тока, трубка тока, струйка, живое сечение, расход. Поток жидкости. Местная и средняя скорости. Уравнение постоянства расхода. Дифференциальные уравнения движения идеальной жидкости. Уравнение Бернулли для установившегося движения идеальной жидкости.</p> | <p>ОПК-3 – способен в сфере своей профессиональной деятельности проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные и результаты испытаний</p> | <p>ЗЗ – основные законы гидростатики и гидродинамики жидкостей и газов</p> |
| | | <p>У5 – применять основные законы движения жидкостей и газов при обработке экспериментальные данных и результатов испытаний</p> |
| | | <p>НЗ – оценки эффективности гидравлических систем различного назначения путем проведения гидравлических расчетов и опытов</p> |

Полный гидродинамический напор. Геометрический и энергетический смысл всех его составляющих. Коэффициент кинетической энергии. Уравнение Бернулли для потока вязкой жидкости. Связь между скоростью и гидродинамическим давлением. Графическое представление уравнения Бернулли. Пьезометрическая и напорная линии. Гидравлический и пьезометрический уклоны. Практическое применение уравнения Бернулли (водомер Вентура, расходомерная шайба).

Подраздел 1.4. Режимы движения жидкости. Гидравлические сопротивления. Основы гидравлического подобия. Ламинарный и турбулентный режим движения жидкости. Число Рейнольдса. Распределение скоростей по сечению круглой трубы при ламинарном режиме. Потери напора на ширине по длине трубы (формула Пуазейля). Особенности турбулентного движения жидкости. Пульсации скоростей и давлений. Распределение осредненных скоростей по сечению. Потери напора в трубах. Зависимость потери напора от режима движения жидкости. Основные формулы для определения потерь напора по длине. Формула Дарси и коэффициент потерь на трение по длине (коэффициент Дарси). Шероховатость стенок: абсолютная и относительная. Турбулентное ядро потока и пристенный ламинарный слой турбулентном потоке. Гидравлически гладкие и шероховатые трубы. Зоны сопротивления. Полуэмпирические и эмпирические формулы для определения коэффициента гидравлического трения λ в различных зонах сопротивления. Гидравлическое определение коэффициента Дарси λ . Формула Шези. Связь между коэффициентом Дарси λ и коэффициентом Шези C .

Подраздел 1.5. Основные виды местных сопротивлений. Коэффициент местных потерь. Местные потери напора при больших числах Рейнольдса. Внезапное расширение трубы (теорема Борда). Местные потери напора при малых числах Рейнольдса. Взаимное влияние местных сопротивлений.

Подраздел 1.6. Основы теории гидравлического подобия. Моделирование гидравлических явлений.

Подраздел 1.7. Истечение жидкости из отверстий и насадок. Истечение жидкости из отверстий в тонкой стенке при постоянном напоре. Коэффициенты сжатия, скорости, расхода. Истечение жидкости через цилиндрический насадок. Насадки различного типа. Истечение при переменном напоре.

Подраздел 1.8. Гидравлический расчет трубопроводов. Основное расчетное уравнение

простого трубопровода. Основные расчетные задачи. Понятие об определении экономически наиболее выгодного диаметра трубопровода. Сифонный трубопровод. Последовательное и параллельное соединение трубопроводов. Сложные трубопроводы. Явление трубопроводного удара. Формула Н.Е. Жуковского для прямого удара. Понятие о непрямом ударе. Способы ослабления гидравлического удара. Практическое использование гидравлического удара в технике.

Подраздел 2.1. Лопастные насосы. Общие сведения. Классификация лопастных насосов. Принцип действия насосов. Основные параметры насосов: подача (расход), напор, мощность, КПД. Основы теории лопастных насосов. Центробежные насосы. Принцип действия и схемы центробежных насосов. Уравнение Эйлера. Теоретический напор насоса. Влияние числа лопаток на теоретический напор насоса. Полезный напор. Определение напора действующего насоса. Требуемый напор. Потери энергии в насосе. Коэффициенты полезного действия насоса. Характеристика центробежных насосов. Основы теории подобия и формулы пересчета. Коэффициенты быстроходности и типы лопастных насосов. Эксплуатационные расчеты лопастных насосов. Насосные установки. Расчеты трубопровода с насосной подачей. Определение рабочей точки насоса. Регулирование подачи. Последовательные и параллельные соединения насосов. Кавитация в лопастных насосах. Кавитационные характеристики.

Подраздел 2.2. Вихревые насосы. Схема вихревого насоса, принцип действия, характеристики, области применения.

Подраздел 2.3. Объемные насосы. Принципы действия, общие свойства и классификация. Поршневые и плунжерные насосы. Устройство и области применения поршневых и плунжерных насосов. Индикаторная диаграмма. КПД поршневых насосов. Графики подачи и способы их выравнивания. Диафрагменные насосы.

Подраздел 2.4. Роторные насосы. Классификация роторных насосов, общие свойства и области применения. Устройство и особенности роторных насосов различных типов: а) роторно-поршневых; б) пластинчатых (шиберных); в) шестеренных; г) винтовых.

Определение рабочих объемов. Подача и её равномерность. Характеристики насосов. Регулирование подачи. Работа насоса на трубопроводе.

Подраздел 3.1. Основные понятия. Принцип действия объемного гидропривода. Класси-

| | | |
|---|--|--|
| <p>фикация объемных гидроприводов по характеру движения выходного звена и другим признакам. Элементы гидропривода (гидродвигатели, гидроаппаратуры, фильтры, гидроаккумуляторы, гидрролинии). Рабочие жидкости, применяемые в гидроприводах.</p> <p><i>Подраздел 3.2. Гидродвигатели. Силовые гидродвигатели, их назначение и устройство. Расчет гидроцилиндров. Поворотные гидродвигатели. Роторные гидродвигатели – гидромоторы. Обратимость роторных насосов и гидромоторов. Гидромоторы роторно-поршневых, шестерённых и винтовых типов. Расчет крутящего момента и мощности на валу гидромотора. Регулирование рабочего объема. Высокмоментные гидромоторы.</i></p> <p><i>Подраздел 3.3. Гидроаппаратура и другие элементы гидропривода. Классификация гидроаппаратов и элементов гидроавтоматики. Распределительные устройства. Назначение, принцип действия и основные типы (золотниковые, крановые, клапанные). Клапаны. Принцип действия, устройство и характеристики. Дроссельные устройства, назначение принцип действия и характеристики. Фильтры. Гидроаккумуляторы. Гидрролинии.</i></p> <p><i>Подраздел 3.4. Схемы гидроприводы и способы регулирования. Схемы гидропривода с замкнутой и разомкнутой циркуляцией, с дроссельным и объемным регулированием скорости. Сравнение различных способов регулирования скорости гидропривода.</i></p> <p><i>Подраздел 3.5. Пневмопривод. Газ как рабочее тело пневмопривода. Источники сжатого газа. Основные элементы и схемы пневмоприводов. Пневматические исполнительные устройства, распределительная и регулирующая аппаратура. Пневматические двигатели. Пневматический привод с поршневым двигателем и дроссельным регулированием. Пневматические приводы с роторными и турбинными пневмодвигателями.</i></p> | | |
|---|--|--|

5.2. Шкалы и критерии оценивания достижения компетенций

5.2.1. Шкалы оценивания достижения компетенций

| Вид оценки | Оценки | | | |
|--|---------------------|-------------------|--------|---------|
| Академическая оценка по 4-х балльной шкале | неудовлетворительно | удовлетворительно | хорошо | отлично |

5.2.2. Критерии оценивания достижения компетенций

Критерии оценки на экзамене.

| Оценка, уровень достижения компетенций | Описание критериев |
|---|---|
| Отлично, высокий | Студент показал полные и глубокие знания программного материала, логично и аргументировано ответил на все вопросы экзаменационного билета, а также на дополнительные вопросы, способен самостоятельно решать сложные задачи дисциплины |
| Хорошо, продвинутый | Студент твердо знает программный материал, грамотно его излагает, не допускает существенных неточностей в ответе, достаточно полно ответил на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы, способен самостоятельно решать стандартные задачи дисциплины |
| Удовлетворительно, пороговый | Студент показал знание только основ программного материала, усвоил его поверхностно, но не допускал грубых ошибок или неточностей, требует наводящих вопросов для правильного ответа, не ответил на дополнительные вопросы, способен решать стандартные задачи дисциплины с помощью преподавателя |
| Неудовлетворительно, компетенция не освоена | Студент не знает основ программного материала, допускает грубые ошибки в ответе, не способен решать стандартные задачи дисциплины даже с помощью преподавателя |

Критерии оценки устного опроса.

| Оценка, уровень достижения компетенций | Описание критериев |
|--|---|
| Зачтено, высокий | Студент демонстрирует уверенное знание материала, четко выражает свою точку зрения по рассматриваемому вопросу, приводя соответствующие примеры |
| Зачтено, продвинутый | Студент демонстрирует уверенное знание материала, но допускает отдельные погрешности в ответе |
| Зачтено, пороговый | Студент демонстрирует существенные пробелы в знаниях материала, допускает ошибки в ответах |
| Не зачтено, компетенция не освоена | Студент демонстрирует незнание материала, допускает грубые ошибки в ответах |

Критерии оценки тестов.

| Оценка, уровень достижения компетенций | Описание критериев |
|---|--|
| Отлично, высокий | Содержание правильных ответов в тесте не менее 90% |
| Хорошо, продвинутый | Содержание правильных ответов в тесте не менее 75% |
| Удовлетворительно, пороговый | Содержание правильных ответов в тесте не менее 50% |
| Неудовлетворительно, компетенция не освоена | Содержание правильных ответов в тесте менее 50% |

Критерии оценки решения задач.

| Оценка, уровень достижения компетенций | Описание критериев |
|--|--|
| Зачтено, высокий | Студент уверенно знает методику и алгоритм решения задачи, не допускает ошибок при ее выполнении. |
| Зачтено, продвинутый | Студент в целом знает методику и алгоритм решения задачи, не допускает грубых ошибок при ее выполнении. |
| Зачтено, пороговый | Студент в целом знает методику и алгоритм решения задачи, допускает ошибок при ее выполнении, но способен исправить их при помощи преподавателя. |
| Не зачтено, компетенция не освоена | Студент не знает методику и алгоритм решения задачи, допускает грубые ошибки при ее выполнении, не способен исправить их при помощи преподавателя. |

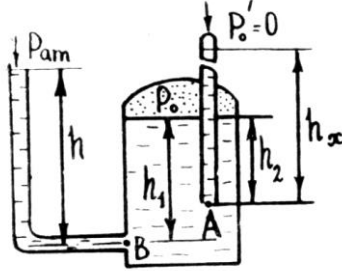
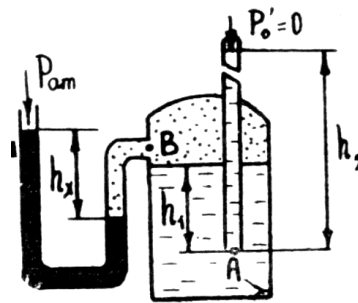
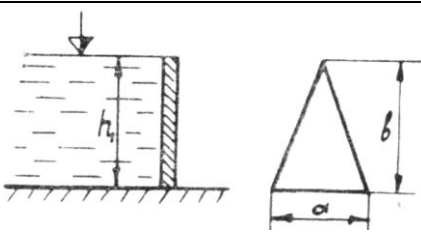
5.3. Материалы для оценки достижения компетенций

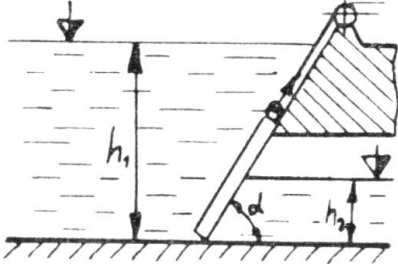
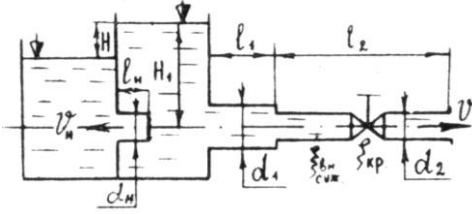
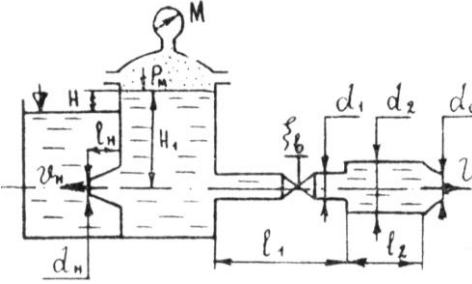
5.3.1. Оценочные материалы промежуточной аттестации

5.3.1.1. Вопросы к экзамену

| № | Содержание | Компетенция | ИДК |
|----|---|-------------|-----|
| 1 | Краткая история развития науки «Гидравлики». Роль русских и советских ученых в развитии гидравлики. | ОПК-3 | 33 |
| 2 | Силы, действующие на жидкость. Физические свойства капельных жидкостей. Единицы измерения. | ОПК-3 | 33 |
| 3 | Условия плавучести, закон Архимеда. | ОПК-3 | 33 |
| 4 | Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости. | ОПК-3 | 33 |
| 5 | Какие отличительные особенности ламинарного режима движения жидкости в трубах. | ОПК-3 | 33 |
| 6 | Какими характерными особенностями отличается турбулентный режим движения жидкости в трубах. | ОПК-3 | 33 |
| 7 | Что понимается под "местным сопротивлением". | ОПК-3 | 33 |
| 8 | Как определить величину коэффициента местного сопротивления. | ОПК-3 | 33 |
| 9 | Какие уравнения применяют при расчете трубопроводов. | ОПК-3 | 33 |
| 10 | Какие виды сжатия имеют место при истечении жидкости из отверстия. | ОПК-3 | 33 |
| 11 | В каких случаях в трубах имеет место гидравлический удар. | ОПК-3 | 33 |
| 12 | Как определить скорость распространения ударной волны. | ОПК-3 | 33 |
| 13 | Как определяются расчетные (расходы в трубопроводе с непрерывным путевым расходом воды). | ОПК-3 | 33 |
| 14 | Что такое диктующая точка сети. | ОПК-3 | 33 |
| 15 | Для чего необходима рабочая характеристика центробежного насоса. | ОПК-3 | 33 |
| 16 | Как определяются подача и мощность насоса, работающего на сеть. | ОПК-3 | 33 |
| 17 | Как регулируется подача центробежного насоса. | ОПК-3 | 33 |
| 18 | Преимущества и недостатки гидропривода. | ОПК-3 | 33 |
| 19 | Классификация систем водоснабжения. | ОПК-3 | 33 |
| 20 | Требования к качеству воды для с/х водоснабжения. | ОПК-3 | 33 |

5.3.1.2. Задачи к экзамену

| № | Содержание | Компетенция | ИДК |
|---|---|-------------|--------|
| 1 | <p>Задача 1. Определить приведенную пьезометрическую высоту h_x поднятия пресной воды в закрытом пьезометре (соответствующую абсолютному гидростатическому давлению в точке А), если показание открытого пьезометра h при атмосферном давлении $p_{ат}$ расстояния от свободной поверхности жидкости в резервуаре до точек А и В соответственно h_1 и h_2.</p> <p>Исходные данные: $h=0,7$ м; $h_2=0,2$ м.</p>  | ОПК-3 | У5; Н3 |
| 2 | <p>Задача 2. Определить при атмосферном давлении $p_{ат}$ высоту h_x поднятия ртути в дифференциальном манометре, подсоединенном к закрытому резервуару в точке В, частично заполненному дистиллированной водой, если глубина погружения точки А от свободной поверхности резервуара h_1, приведенная пьезометрическая высота поднятия воды в закрытом пьезометре (соответствующая абсолютному гидростатическому давлению в точке А) h_2</p> <p>Исходные данные: $h_1=0,3$ м; $h_2=11,7$ м.</p>  | ОПК-3 | У5; Н3 |
| 3 | <p>Задача 3. Шлюзовое окно закрыто щитом треугольной формы шириной a. За щитом воды нет, а глубина воды перед ним — h_1 при этом горизонт воды перед щитом совпадает с его вершиной. Определить силу гидростатического давления и положение центра давления на щит.</p> <p>Исходные данные: $h_1=6$ м; $a=2$ м; $h_2=11,7$ м.</p>  | ОПК-3 | У5; Н3 |
| 4 | <p>Задача 4. Плоский квадратный щит шириной b установлен с углом наклона к горизонту α. Глубина воды перед щитом — h_1 защиты — h_2. Определить силу абсолютного гидростатического давления и центр давления жидкости на щит.</p> | ОПК-3 | У5; Н3 |

| | | | | |
|----------|--|--|--------------|---------------|
| | <p>Исходные данные: $h_1=8$ м; $h_2=2$ м; $b=4$ м; $\alpha=45^\circ$.</p> |  | | |
| <p>5</p> | <p>Задачи 5. К открытому резервуару с правой стороны подсоединен короткий стальной трубопровод, состоящий из двух участков длиной h_1 и h_2 диаметрами d_1 и d_2 и снабженный краном, коэффициент сопротивления которого $\xi_{кр}$. Истечение воды температурой $t=10^\circ\text{C}$ происходит по короткому трубопроводу в атмосферу под постоянным напором H_1. С левой стороны присоединен внутренний цилиндрический насадок (насадок Борда) диаметром d_H и длиной $l_H=5d_H$ с коэффициентом расхода насадка μ_H истечение происходит при разности уровней в резервуарах H.</p> <p>Определить: 1. скорость v и расход Q вытекаемой воды из короткого трубопровода, расход через насадок Q_H.</p> |  | <p>ОПК-3</p> | <p>У5; НЗ</p> |
| <p>6</p> | <p>Задача 6. К закрытому резервуару, на свободной поверхности которого действует манометрическое давление P_m с правой стороны подсоединен чугунный трубопровод переменного сечения с диаметрами d_1 и d_2. На первом участке длиной l_1 установлен вентиль, коэффициент сопротивления которого ξ_B. Второй участок длиной l_2 заканчивается соплом диаметром $d_c=d_1$ с коэффициентом сопротивления $\xi_c=0,06$ {коэффициент сжатия струи на выходе из сопла $\epsilon=1$). С левой стороны находится затопленный конически сходящийся насадок с диаметром выходного сечения d_H истечение из которого происходит при постоянной разности уровней H и коэффициентом расхода μ_H и длиной $l_H=5d_H$. Трубопровод и насадок подсоединены на глубине H_1 температура воды $t=+10^\circ\text{C}$.</p> <p>Определить: 1. Скорость истечения v_c и расход Q_c вытекающей из сопла воды. 2. Расход воды через затопленный насадок Q_H.</p> |  | <p>ОПК-3</p> | <p>У5; НЗ</p> |

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| | $R_M=400$ м; $\mu_H=0,944$; $\xi_B=4$. | | | |
|--|--|--|--|--|

5.3.1.3. Вопросы к зачету с оценкой

«Не предусмотрен».

5.3.1.4. Вопросы к зачету

«Не предусмотрен».

5.3.1.5. Перечень тем курсовых проектов (работ)

«Не предусмотрен».

5.3.1.6. Вопросы к защите курсового проекта (работы)

«Не предусмотрен».

5.3.2. Оценочные материалы текущего контроля**5.3.2.1. Вопросы тестов**

| № | Содержание | Компетенция | ИДК |
|---|--|-------------|-----|
| 1 | Часть периметра живого сечения, ограниченная твердыми стенками называется а) мокрый периметр; б) периметр контакта; в) смоченный периметр; г) гидравлический периметр. | ОПК-3 | 33 |
| 2 | Объем жидкости, протекающий за единицу времени через живое сечение называется а) расход потока; б) объемный поток; в) скорость потока; г) скорость расхода. | ОПК-3 | 33 |
| 3 | Отношение расхода жидкости к площади живого сечения называется а) средний расход потока жидкости; б) средняя скорость потока; в) максимальная скорость потока; г) минимальный расход потока. | ОПК-3 | 33 |
| 4 | Отношение живого сечения к смоченному периметру называется а) гидравлическая скорость потока; б) гидродинамический расход потока; в) расход потока; г) гидравлический радиус потока. | ОПК-3 | 33 |
| 5 | Если при движении жидкости в данной точке русла давление и скорость не изменяются, то такое движение называется а) установившемся; б) неустановившемся; в) турбулентным установившимся; | ОПК-3 | 33 |

| | | | |
|----|---|-------|----|
| | г) ламинарным неустановившемся. | | |
| 6 | Движение, при котором скорость и давление изменяются не только от координат пространства, но и от времени называется а) ламинарным; б) стационарным; в) неустановившимся; г) турбулентным. | ОПК-3 | 33 |
| 7 | Расход потока обозначается латинской буквой а) Q; б) V; в) P; г) H. | ОПК-3 | 33 |
| 8 | Средняя скорость потока обозначается буквой а) χ ; б) V; в) v; г) ω . | ОПК-3 | 33 |
| 9 | Живое сечение обозначается буквой а) W; б) η ; в) ω ; г) ϕ . | ОПК-3 | 33 |
| 10 | При неустановившемся движении, кривая, в каждой точке которой вектора скорости в данный момент времени направлены по касательной называется а) траектория тока; б) трубка тока; в) струйка тока; г) линия тока. | ОПК-3 | 33 |
| 11 | Трубчатая поверхность, образуемая линиями тока с бесконечно малым поперечным сечением называется а) трубка тока; б) трубка потока; в) линия тока; г) элементарная струйка. | ОПК-3 | 33 |
| 12 | Элементарная струйка - это а) трубка потока, окруженная линиями тока; б) часть потока, заключенная внутри трубки тока; в) объем потока, движущийся вдоль линии тока; г) неразрывный поток с произвольной траекторией. | ОПК-3 | 33 |
| 13 | Течение жидкости со свободной поверхностью называется а) установившееся; б) напорное; в) безнапорное; г) свободное. | ОПК-3 | 33 |
| 14 | Течение жидкости без свободной поверхности в трубопроводах с повышенным или пониженным давлением называется а) безнапорное; б) напорное; в) неустановившееся; | ОПК-3 | 33 |

| | | | |
|----|--|-------|----|
| | г) несвободное (закрытое). | | |
| 15 | Уравнение Бернулли для идеальной жидкости имеет вид а) $z_1 + \frac{P_1}{2g} + \frac{v_1^2}{\rho g} = z_2 + \frac{P_2}{2g} + \frac{v_2^2}{\rho g}$ б) $z_1 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} + \sum h$; в) $z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g}$; г) $z_1 + \frac{v_1}{\rho g} + \alpha_1 \frac{P_1^2}{2g} = z_2 + \frac{v_2}{\rho g} + \alpha_2 \frac{P_2^2}{2g}$. | ОПК-3 | 33 |
| 16 | Уравнение Бернулли для реальной жидкости имеет вид а) $z_1 + \alpha_1 \frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \alpha_2 \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} - \sum h$; б) $z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} + \sum h$; в) $z_1 + \frac{P_1}{2g} + \alpha_1 \frac{v_1^2}{\rho g} = z_2 + \frac{P_2}{2g} + \alpha_2 \frac{v_2^2}{\rho g} + \sum h$; г) $z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \alpha_1 \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \alpha_2 \frac{v_2^2}{2g} + \sum h$. | ОПК-3 | 33 |
| 17 | Член уравнения Бернулли, обозначаемый буквой z, называется а) геометрической высотой; б) пьезометрической высотой; в) скоростной высотой; г) потерянной высотой. | ОПК-3 | 33 |
| 18 | Член уравнения Бернулли, обозначаемый выражением $\frac{P}{\rho g}$ называется а) скоростной высотой; б) геометрической высотой; в) пьезометрической высотой; г) потерянной высотой. | ОПК-3 | 33 |
| 19 | Член уравнения Бернулли, обозначаемый выражением $\alpha \frac{v^2}{2g}$ называется а) пьезометрической высотой; б) скоростной высотой; в) геометрической высотой; г) такого члена не существует. | ОПК-3 | 33 |
| 20 | Уравнение Бернулли для двух различных сечений потока дает взаимосвязь между а) давлением, расходом и скоростью; б) скоростью, давлением и коэффициентом Кориолиса; в) давлением, скоростью и геометрической высотой; г) геометрической высотой, скоростью, расходом. | ОПК-3 | 33 |
| 21 | Коэффициент Кориолиса в уравнении Бернулли характеризуется | ОПК-3 | 33 |

| | | | |
|----|--|-------|----|
| | а) режим течения жидкости; б) степень гидравлического сопротивления трубопровода; в) изменение скоростного напора; г) степень уменьшения уровня полной энергии. | | |
| 22 | Показание уровня жидкости в трубке Пито отражает а) разность между уровнем полной и пьезометрической энергией; б) изменение пьезометрической энергии; в) скоростную энергию; г) уровень полной энергии. | ОПК-3 | 33 |
| 23 | Потерянная высота характеризует а) степень изменения давления; б) степень сопротивления трубопровода; в) направление течения жидкости в трубопроводе; г) степень изменения скорости жидкости. | ОПК-3 | 33 |
| 24 | Линейные потери вызваны а) силой трения между слоями жидкости; б) местными сопротивлениями; в) длиной трубопровода; г) вязкостью жидкости. | ОПК-3 | 33 |
| 25 | Местные потери энергии вызваны а) наличием линейных сопротивлений; б) наличием местных сопротивлений; в) массой движущейся жидкости; г) инерцией движущейся жидкости. | ОПК-3 | 33 |
| 26 | На участке трубопровода между двумя его сечениями, для которых записано уравнение Бернулли можно установить следующие гидроэлементы а) фильтр, отвод, гидромотор, диффузор; б) кран, конфузор, дроссель, насос; в) фильтр, кран, диффузор, колено; г) гидроцилиндр, дроссель, клапан, сопло. | ОПК-3 | 33 |
| 27 | Для измерения скорости потока используется а) трубка Пито; б) пьезометр; в) вискозиметр; г) трубка Вентури. | ОПК-3 | 33 |
| 28 | Для измерения расхода жидкости используется а) трубка Пито; б) расходомер Пито; в) расходомер Вентури; г) пьезометр. | ОПК-3 | 33 |
| 29 | Установившееся движение характеризуется уравнениями а) $v = f(x, y, z, t); P = \varphi(x, y, z)$ б) $v = f(x, y, z, t); P = \varphi(x, y, z, t)$ в) $v = f(x, y, z); P = \varphi(x, y, z, t)$ г) $v = f(x, y, z); P = \varphi(x, y, z)$ | ОПК-3 | 33 |
| 30 | Расход потока измеряется в следующих единицах а) m^3 ; б) m^2/c ; в) $m^3 c$; | ОПК-3 | 33 |

| | | | |
|----|--|-------|----|
| | г) $\text{м}^3/\text{с}$. | | |
| 31 | Для двух сечений трубопровода известны величины P_1 , v_1 , z_1 и z_2 . Можно ли определить давление P_2 и скорость потока v_2 ? а) можно; б) можно, если известны диаметры d_1 и d_2 ; в) можно, если известен диаметр трубопровода d_1 ; г) нельзя. | ОПК-3 | 33 |
| 32 | Неустановившееся движение жидкости характеризуется уравнением а) $v = f(x, y, z, t)$; $P = \varphi(x, y, z)$ б) $v = f(x, y, z)$; $P = \varphi(x, y, z, t)$ в) $v = f(x, y, z, t)$; $P = \varphi(x, y, z, t)$ г) $v = f(x, y, z, t)$; $P = \varphi(x, y, z)$ | ОПК-3 | 33 |
| 33 | Значение коэффициента Кориолиса для ламинарного режима движения жидкости равно а) 1,5; б) 2; в) 3; г) 1. | ОПК-3 | 33 |
| 34 | Значение коэффициента Кориолиса для турбулентного режима движения жидкости равно а) 1,5; б) 2; в) 3; г) 1. | ОПК-3 | 33 |
| 35 | По мере движения жидкости от одного сечения к другому потерянный напор а) увеличивается; б) уменьшается; в) остается постоянным; г) увеличивается при наличии местных сопротивлений. | ОПК-3 | 33 |
| 36 | Гидравлическое сопротивление это а) сопротивление жидкости к изменению формы своего русла; б) сопротивление, препятствующее свободному прохождению жидкости; в) сопротивление трубопровода, которое сопровождается потерями энергии жидкости; г) сопротивление, при котором падает скорость движения жидкости по трубопроводу. | ОПК-3 | 33 |
| 37 | Что является источником потерь энергии движущейся жидкости? а) плотность; б) вязкость; в) расход жидкости; г) изменение направления движения. | ОПК-3 | 33 |
| 38 | На какие виды делятся гидравлические сопротивления? а) линейные и квадратичные; б) местные и нелинейные; в) нелинейные и линейные; | ОПК-3 | 33 |

| | | | |
|----|--|-------|----|
| | г) местные и линейные. | | |
| 39 | Влияет ли режим движения жидкости на гидравлическое сопротивление а) влияет; б) не влияет; в) влияет только при определенных условиях; г) при наличии местных гидравлических сопротивлений. | ОПК-3 | 33 |
| 40 | Ламинарный режим движения жидкости это а) режим, при котором частицы жидкости перемещаются бессистемно только у стенок трубопровода; б) режим, при котором частицы жидкости в трубопроводе перемещаются бессистемно; в) режим, при котором жидкость сохраняет определенный строй своих частиц; г) режим, при котором частицы жидкости двигаются по-слою только у стенок трубопровода. | ОПК-3 | 33 |
| 41 | Турбулентный режим движения жидкости это а) режим, при котором частицы жидкости сохраняют определенный строй (двигаются по-слою); б) режим, при котором частицы жидкости перемещаются в трубопроводе бессистемно; в) режим, при котором частицы жидкости двигаются как по-слою так и бессистемно; г) режим, при котором частицы жидкости двигаются по-слою только в центре трубопровода. | ОПК-3 | 33 |
| 42 | При каком режиме движения жидкости в трубопроводе пульсация скоростей и давлений не происходит? а) при отсутствии движения жидкости; б) при спокойном; в) при турбулентном; г) при ламинарном. | ОПК-3 | 33 |
| 43 | При каком режиме движения жидкости в трубопроводе наблюдается пульсация скоростей и давлений в трубопроводе? а) при ламинарном; б) при скоростном; в) при турбулентном; г) при отсутствии движения жидкости. | ОПК-3 | 33 |
| 44 | При ламинарном движении жидкости в трубопроводе наблюдаются следующие явления а) пульсация скоростей и давлений; б) отсутствие пульсации скоростей и давлений; в) пульсация скоростей и отсутствие пульсации давлений; г) пульсация давлений и отсутствие пульсации скоростей. | ОПК-3 | 33 |
| 45 | При турбулентном движении жидкости в трубопроводе наблюдаются следующие явления а) пульсация скоростей и давлений; б) отсутствие пульсации скоростей и давлений; в) пульсация скоростей и отсутствие пульсации давлений; г) пульсация давлений и отсутствие пульсации скоростей. | ОПК-3 | 33 |
| 46 | Где скорость движения жидкости максимальна при турбу- | ОПК-3 | 33 |

| | | | |
|----|---|-------|----|
| | лентном режиме? а) у стенок трубопровода; б) в центре трубопровода; в) может быть максимальна в любом месте; г) все частицы движутся с одинаковой скоростью. | | |
| 47 | Где скорость движения жидкости максимальна при ламинарном режиме? а) у стенок трубопровода; б) в центре трубопровода; в) может быть максимальна в любом месте; г) в начале трубопровода. | ОПК-3 | 33 |
| 48 | Режим движения жидкости в трубопроводе это процесс а) обратимый; б) необратимый; в) обратим при постоянном давлении; г) необратим при изменяющейся скорости. | ОПК-3 | 33 |
| 49 | Число Рейнольдса определяется по формуле а) $Re = \frac{vd}{\mu}$; б) $Re = \frac{vd}{\nu}$; в) $Re = \frac{vd}{\nu}$; г) $Re = \frac{v\ell}{\nu}$. | ОПК-3 | 33 |
| 50 | От каких параметров зависит значение числа Рейнольдса? а) от диаметра трубопровода, кинематической вязкости жидкости и скорости движения жидкости; б) от расхода жидкости, от температуры жидкости, от длины трубопровода; в) от динамической вязкости, от плотности и от скорости движения жидкости; г) от скорости движения жидкости, от шероховатости стенок трубопровода, от вязкости жидкости. | ОПК-3 | 33 |
| 51 | Критическое значение числа Рейнольдса равно а) 2300; б) 3200; в) 4000; г) 4600. | ОПК-3 | 33 |
| 52 | При $Re > 4000$ режим движения жидкости а) ламинарный; б) переходный; в) турбулентный; г) кавитационный. | ОПК-3 | 33 |
| 53 | При $Re < 2300$ режим движения жидкости а) кавитационный; б) турбулентный; в) переходный; г) ламинарный. | ОПК-3 | 33 |
| 54 | При $2300 < Re < 4000$ режим движения жидкости а) ламинарный; б) турбулентный; | ОПК-3 | 33 |

| | | | |
|----|---|-------|----|
| | в) переходный; г) кавитационный. | | |
| 55 | Кавитация это а) воздействие давления жидкости на стенки трубопровода; б) движение жидкости в открытых руслах, связанное с интенсивным перемешиванием; в) местное изменение гидравлического сопротивления; г) изменение агрегатного состояния жидкости при движении в закрытых руслах, связанное с местным падением давления. | ОПК-3 | 33 |
| 56 | Какой буквой греческого алфавита обозначается коэффициент гидравлического трения? а) γ ; б) ζ ; в) λ ; г) μ . | ОПК-3 | 33 |
| 57 | На сколько областей делится турбулентный режим движения при определении коэффициента гидравлического трения? а) на две; б) на три; в) на четыре; г) на пять. | ОПК-3 | 33 |
| 58 | От чего зависит коэффициент гидравлического трения в первой области турбулентного режима? а) только от числа Re; б) от числа Re и шероховатости стенок трубопровода; в) только от шероховатости стенок трубопровода; г) от числа Re, от длины и шероховатости стенок трубопровода. | ОПК-3 | 33 |
| 59 | От чего зависит коэффициент гидравлического трения во второй области турбулентного режима? а) только от числа Re; б) от числа Re и шероховатости стенок трубопровода; в) только от шероховатости стенок трубопровода; г) от числа Re, от длины и шероховатости стенок трубопровода. | ОПК-3 | 33 |
| 60 | От чего зависит коэффициент гидравлического трения в третьей области турбулентного режима? а) только от числа Re; б) от числа Re и шероховатости стенок трубопровода; в) только от шероховатости стенок трубопровода; г) от числа Re, от длины и шероховатости стенок трубопровода. | ОПК-3 | 33 |
| 61 | Какие трубы имеют наименьшую абсолютную шероховатость? а) чугунные; б) стеклянные; в) стальные; г) медные. | ОПК-3 | 33 |
| 62 | Укажите в порядке возрастания абсолютной шероховатости материалы труб. а) медь, сталь, чугун, стекло; б) стекло, медь, сталь, чугун; в) стекло, сталь, медь, чугун; г) сталь, стекло, чугун, медь. | ОПК-3 | 33 |

| | | | |
|----|---|-------|----|
| 63 | <p>Что такое сопло?</p> <p>а) диффузор с плавно сопряженными цилиндрическими и коническими частями;</p> <p>б) постепенное сужение трубы, у которого входной диаметр в два раза больше выходного;</p> <p>в) конфузор с плавно сопряженными цилиндрическими и коническими частями;</p> <p>г) конфузор с плавно сопряженными цилиндрическими и параболическими частями.</p> | ОПК-3 | 33 |
| 64 | <p>Что является основной причиной потери напора в местных гидравлических сопротивлениях</p> <p>а) наличие вихреобразований в местах изменения конфигурации потока;</p> <p>б) трение жидкости о внутренние острые кромки трубопровода;</p> <p>в) изменение направления и скорости движения жидкости;</p> <p>г) шероховатость стенок трубопровода и вязкость жидкости.</p> | ОПК-3 | 33 |
| 65 | <p>Для чего служит номограмма Колбрука-Уайта?</p> <p>а) для определения режима движения жидкости;</p> <p>б) для определения коэффициента потерь в местных сопротивлениях;</p> <p>в) для определения потери напора при известном числе Рейнольдса;</p> <p>г) для определения коэффициента гидравлического трения.</p> | ОПК-3 | 33 |
| 66 | <p>С помощью чего определяется режим движения жидкости?</p> <p>а) по графику Никурадзе;</p> <p>б) по номограмме Колбрука-Уайта;</p> <p>в) по числу Рейнольдса;</p> <p>г) по формуле Вейсбаха-Дарси.</p> | ОПК-3 | 33 |
| 67 | <p>Для определения потерь напора служит</p> <p>а) число Рейнольдса;</p> <p>б) формула Вейсбаха-Дарси;</p> <p>в) номограмма Колбрука-Уайта;</p> <p>г) график Никурадзе.</p> | ОПК-3 | 33 |
| 68 | <p>Для чего служит формула Вейсбаха-Дарси?</p> <p>а) для определения числа Рейнольдса;</p> <p>б) для определения коэффициента гидравлического трения;</p> <p>в) для определения потерь напора;</p> <p>г) для определения коэффициента потерь местного сопротивления.</p> | ОПК-3 | 33 |
| 69 | <p>Теорема Борда гласит</p> <p>а) потеря напора при внезапном сужении русла равна скоростному напору, определенному по сумме скоростей между первым и вторым сечением;</p> <p>б) потеря напора при внезапном расширении русла равна скоростному напору, определенному по сумме скоростей между первым и вторым сечением;</p> <p>в) потеря напора при внезапном сужении русла равна скоростному напору, определенному по разности скоростей между первым и вторым сечением;</p> <p>г) потеря напора при внезапном расширении русла равна скоростному напору, определенному по разности скоростей</p> | ОПК-3 | 33 |

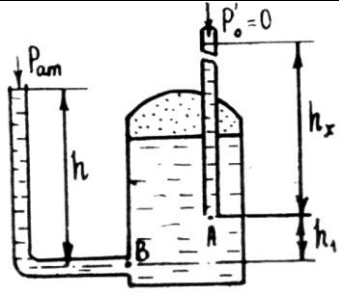
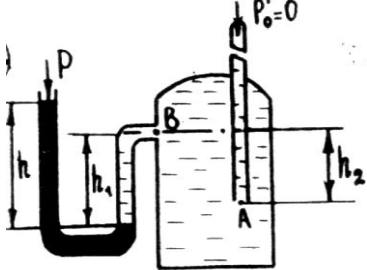
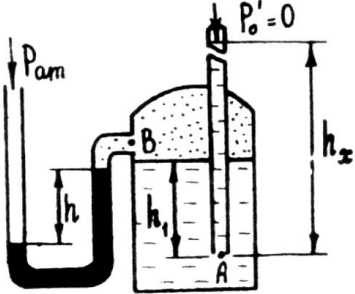
| | | | |
|----|--|-------|----|
| | между первым и вторым сечением. | | |
| 70 | Кавитация не служит причиной увеличения а) вибрации; б) нагрева труб; в) КПД гидромашин; г) сопротивления трубопровода. | ОПК-3 | 33 |
| 71 | Гидравлическими машинами называют а) машины, вырабатывающие энергию и сообщающие ее жидкости; б) машины, которые сообщают проходящей через них жидкости механическую энергию, либо получают от жидкости часть энергии и передают ее рабочим органам; в) машины, способные работать только при их полном погружении в жидкость с сообщением им механической энергии привода; г) машины, соединяющиеся между собой системой трубопроводов, по которым движется рабочая жидкость, отдающая энергию. | ОПК-3 | 33 |
| 72 | Гидропередача - это а) система трубопроводов, по которым движется жидкость от одного гидроэлемента к другому; б) система, основное назначение которой является передача механической энергии от двигателя к исполнительному органу посредством рабочей жидкости; в) механическая передача, работающая посредством действия на нее энергии движущейся жидкости; г) передача, в которой жидкость под действием перепада давлений на входе и выходе гидроаппарата, сообщает его выходному звену движение. | ОПК-3 | 33 |
| 73 | Насос, в котором жидкость перемещается под действием центробежных сил, называется а) лопастной центробежный насос; б) лопастной осевой насос; в) поршневой насос центробежного действия; г) дифференциальный центробежный насос. | ОПК-3 | 33 |
| 74 | Осевые насосы, в которых положение лопастей рабочего колеса не изменяется называется а) стационарно-лопастным; б) неповоротно-лопастным; в) жестколопастным; г) жестковинтовым. | ОПК-3 | 33 |
| 75 | Поршневые насосы по типу вытеснителей классифицируют на а) плунжерные, поршневые и диафрагменные; б) плунжерные, мембранные и поршневые; в) поршневые, кулачковые и диафрагменные; г) диафрагменные, лопастные и плунжерные. | ОПК-3 | 33 |

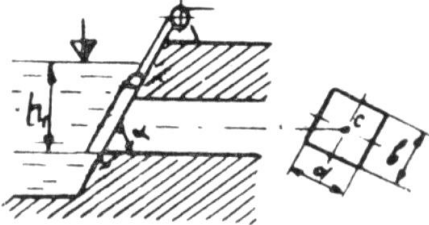
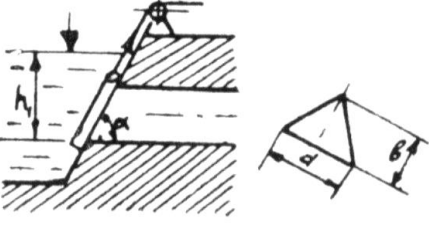
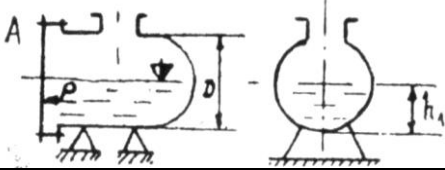
5.3.2.2. Вопросы для устного опроса

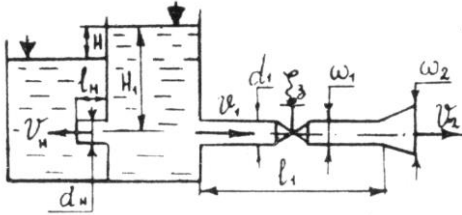
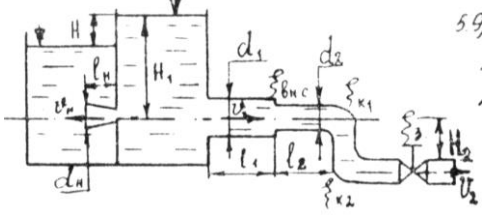
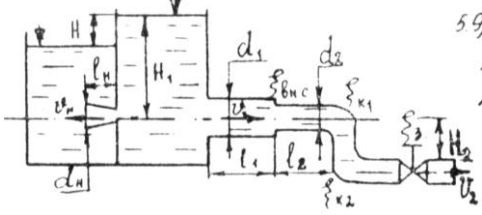
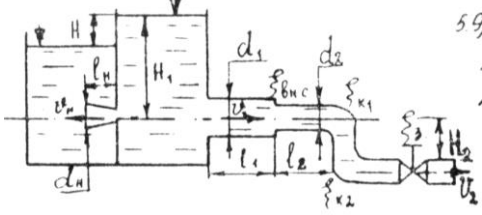
| № | Содержание | Компетенция | ИДК |
|----|--|-------------|-----|
| 1 | Гидростатическое давление и его свойства. | ОПК-3 | 33 |
| 2 | Дифференциальные уравнения равновесия жидкости (уравнение Эйлера). | ОПК-3 | 33 |
| 3 | Основное уравнение гидростатики. | ОПК-3 | 33 |
| 4 | Эпюры гидростатического давления различного рода жидкостей на вертикальную и наклонную стенки. | ОПК-3 | 33 |
| 5 | Понятия: плоскость сравнения, напор, напорная плоскость, свободная поверхность жидкости. Энергетический (физический) смысл понятий. | ОПК-3 | 33 |
| 6 | Условия равновесия жидкостей в сообщающихся сосудах. Закон Паскаля и его практическое применение. | ОПК-3 | 33 |
| 7 | Сила суммарного давления жидкости на плоские стенки. | ОПК-3 | 33 |
| 8 | Сила суммарного давления жидкости на криволинейные стенки. | ОПК-3 | 33 |
| 9 | Относительное равновесие жидкости. | ОПК-3 | 33 |
| 10 | Гидравлика: классификация движений, понятие о струйчатом движении, живое сечение и расход жидкости, понятие о средней скорости потока. | ОПК-3 | 33 |
| 11 | Гидравлический, пьезометрической и геометрические уклоны. | ОПК-3 | 33 |
| 12 | Уравнение неразрывности потока. | ОПК-3 | 33 |
| 13 | Режимы движения жидкости. Число Рейнольдса и критическая скорость. | ОПК-3 | 33 |
| 14 | Дифференциальные уравнения движения и неразрывности потока идеальной жидкости. | ОПК-3 | 33 |
| 15 | Уравнение Бернулли для элементарной струйки вязкой жидкости. Геометрический и физический смысл. | ОПК-3 | 33 |
| 16 | Уравнение Бернулли для целого потока водной жидкости. | ОПК-3 | 33 |
| 17 | Основное уравнение равномерного движение жидкости в трубах и открытых руслах. | ОПК-3 | 33 |
| 18 | Ламинарный режим движения жидкости в трубах. Вывод формулы Дарси. | ОПК-3 | 33 |
| 19 | Определение потерь напоры в трубах при турбулентном движении. Формула Шези. | ОПК-3 | 33 |
| 20 | Коэффициент сопротивления системы. | ОПК-3 | 33 |
| 21 | Виды сжатия и классификация отверстий и насадков при истечении жидкости. Области применения. | ОПК-3 | 33 |
| 22 | Истечение жидкости через не затопленное отверстие в тонкой стенке. | ОПК-3 | 33 |
| 23 | Истечение жидкости через большое отверстие в тонкой стенке. | ОПК-3 | 33 |
| 24 | Истечение через затопленное отверстие. | ОПК-3 | 33 |
| 25 | Истечение жидкости при переменном напоре. Время опорожнения резервуара. | ОПК-3 | 33 |
| 26 | Гидравлический расчет насадков: определение скорости и расходов жидкости. | ОПК-3 | 33 |
| 27 | Гидравлический удар в трубах. Природа явления и меры борьбы с гидроударом. | ОПК-3 | 33 |

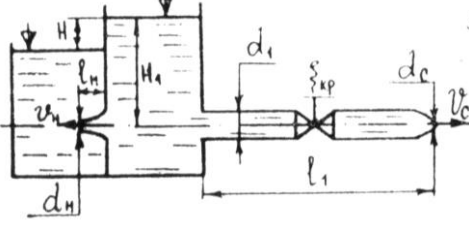
| | | | |
|----|--|-------|----|
| 28 | Теория гидравлического удара Жуковского. | ОПК-3 | 33 |
| 29 | Взаимодействие набегающей струи с неподвижной преградой. | ОПК-3 | 33 |
| 30 | Взаимодействие набегающей струи с подвижной преградой. | ОПК-3 | 33 |
| 31 | Расчет каналов и открытых русел. | ОПК-3 | 33 |
| 32 | Классификация и принцип действия лопастных машин. Основные понятия напор, подача, мощность К.П.Д., объемные и гидравлические потери. | ОПК-3 | 33 |
| 33 | Основное уравнение лопастных машин. | ОПК-3 | 33 |
| 34 | Характеристики центробежных насосов рабочая, универсальная, безразмерная | ОПК-3 | 33 |
| 35 | Рабочая точка и рабочий участок насоса. | ОПК-3 | 33 |
| 36 | Основы теории гидравлического подобия. | ОПК-3 | 33 |
| 37 | Критерии подобия Ньютона, Рейнольдса, Фруда. | ОПК-3 | 33 |
| 38 | Подобие центробежных насосов по производительности, напору и мощности. | ОПК-3 | 33 |
| 39 | Коэффициент быстроходности. Основные типы насосов. | ОПК-3 | 33 |
| 40 | Способы изменения характеристик насосов. Обточка рабочего колеса насоса. | ОПК-3 | 33 |
| 41 | Маркировка и область применения центробежных насосов. | ОПК-3 | 33 |
| 42 | Конструкции осевых и вихревых насосов. Их характеристики, особенности устройства и эксплуатации. | ОПК-3 | 33 |
| 43 | Объемные насосы и моторы гидравлических приводов. | ОПК-3 | 33 |
| 44 | Основные понятия и термины гидропривода. | ОПК-3 | 33 |
| 45 | Общие свойства объемных гидромашин. | ОПК-3 | 33 |
| 46 | Преимущества и недостатки гидропривода. | ОПК-3 | 33 |
| 47 | Характеристика рабочего процесса объемных насосов и моторов. | ОПК-3 | 33 |
| 48 | Объемные потери и объемная характеристика гидронасоса. Кавитационная кривая. | ОПК-3 | 33 |
| 49 | Объемный гидропривод. Основные понятия и определения. Типы гидроприводов. | ОПК-3 | 33 |
| 50 | Способы регулирования объемного гидропривода. | ОПК-3 | 33 |
| 51 | Регулирование изменением рабочего объема гидронасоса и гидромотора | ОПК-3 | 33 |
| 52 | К.П.Д. гидропривода с объемным регулированием. | ОПК-3 | 33 |
| 53 | Схемы гидроприводов с дроссельным регулированием. | ОПК-3 | 33 |
| 54 | К.П.Д. гидропривода при параллельном и последовательном включении дросселя. | ОПК-3 | 33 |
| 55 | Сравнительная оценка гидроприводов с различным регулированием. | ОПК-3 | 33 |
| 56 | Источники с/х водоснабжения и типы водозаборных сооружений. Зоны санитарной охраны, источников. | ОПК-3 | 33 |
| 57 | Напорная схема водоснабжения из открытого источника с проходным резервуаром. | ОПК-3 | 33 |
| 58 | Схема водоснабжения с контрольным резервуаром из подземного источника. | ОПК-3 | 33 |
| 59 | Комбинированная схема водоснабжения. Воздушные колпаки. | ОПК-3 | 33 |
| 60 | Напорно-регулирующие емкости для воды. Водонапорные башни. | ОПК-3 | 33 |

5.3.2.3. Задачи для проверки умений и навыков

| № | Содержание | Компетенция | ИДК |
|---|--|-------------|--------|
| 1 | <p>Задача 1. Закрытый резервуар с морской водой снабжен открытым и закрытым пьезометрами. Определить приведенную пьезометрическую высоту h_x поднятия воды в закрытом пьезометре (соответствующую абсолютному гидростатическому давлению в точке А), если показание открытого пьезометра h при атмосферном давлении $p_{ат}$, а точка А расположена выше точки В на величину h_1.</p> <p>Исходные данные: $h=1,2$ м; $h_1=0,4$ м.</p>  | ОПК-3 | У5; Н3 |
| 2 | <p>Задача 2. Определить абсолютное гидростатическое давление в точке А закрытого резервуара с дистиллированной водой, если при атмосферном давлении $p_{ат}$ высота столба ртути в трубке дифманометра h, а линия раздела между ртутью и водой расположена ниже точки В на величину h_1, точка В — выше точки А на величину h_2.</p> <p>Исходные данные: $h=0,6$ м; $h_1=0,4$ м; $h_2=0,3$ м.</p>  | ОПК-3 | У5; Н3 |
| 3 | <p>Задача 3. Закрытый резервуар снабжен дифманометром, установленным в точке В, и закрытым пьезометром. Определить приведенную пьезометрическую высоту h_x поднятия пресной воды в закрытом пьезометре (соответствующую абсолютному гидростатическому давлению в точке А), если при атмосферном давлении $p_{ат}$ высота столба ртути в трубке дифференциального манометра h, а точка А расположена на глубине h_1 от свободной поверхности.</p> <p>Исходные данные: $h=0,3$ м; $h_1=0,7$ м;</p>  | ОПК-3 | У5; Н3 |

| | | | |
|--|--|--------------|---------------|
| <p>4</p> | <p>Задача 4. Для сброса излишков воды используется донный водовыпуск, прямоугольный затвор которого имеет размеры a и b, угол наклона α. Глубина воды от ее свободной поверхности до нижней кромки затвора — h_1. Определить силу избыточного гидростатического давления жидкости на затвор водовыпуска.</p> | <p>ОПК-3</p> | <p>У5; НЗ</p> |
| <p>Исходные данные: $h_1=12$ м; $a=1,5$ м; $b=3$ м; $\alpha=60^\circ$.</p> |  | | |
| <p>5</p> | <p>Задача 5. Затвор донного водовыпуска треугольной формы имеет ширину a и высоту b. Угол наклона затвора α, нижняя кромка затвора находится в воде на глубине h_1. Определить силу абсолютного гидростатического давления жидкости и положение центра давления на затвор.</p> | <p>ОПК-3</p> | <p>У5; НЗ</p> |
| <p>Исходные данные: $h_1=11$ м; $a=1,5$ м; $b=2$ м; $\alpha=45^\circ$.</p> |  | | |
| <p>6</p> | <p>Задача 6. Цистерна диаметром $D=1,4$ м заполнена керосином (плотность $\rho_k=830$ кг/м³) на глубину h_1. Определить силу избыточного гидростатического давления p, которую необходимо приложить для открытия крышки А цистерны, а также найти координату точки приложения этой силы.</p> | <p>ОПК-3</p> | <p>У5; НЗ</p> |
| <p>Исходные данные: $h_1=0,7$ м.</p> |  | | |
| <p>7</p> | <p>Задача 7. Из открытого резервуара при постоянном напоре H_1 вода температурой $t=50^\circ\text{C}$ вытекает с одной стороны в атмосферу по короткому трубопроводу диаметром d_1 и длиной l_1 с шероховатостью стенок $\Delta=1$ мм, задвижкой, коэффициент сопротивления которой ξ_3 и на конце диффузором $\xi_{\text{диф}}=0,9$, площадь живого сечения которого за расширением $S_2=2S_1$, с другой стороны вода подается в другой резервуар через затопленный внешний цилиндрический насадок (насадок Вентури). Разность уровней между ними H. Насадок имеет диаметр d_n, длину $l_n=5d_1$ и коэффициент расхода насадки μ_n. Определить: 1. Скорость истечения V_2, расход воды Q_2 и коэффициент гидравлического трения λ по короткому трубопроводу. 2. Расход через насадок Q_n.</p> | <p>ОПК-3</p> | <p>У5; НЗ</p> |

| | | | | |
|----------|--|--|--------------|---------------|
| | <p>Исходные данные: $l_1=6$ м; $d_1=0,8 \cdot 10^{-2}$ м; $d_H=1 \cdot 10^{-2}$ м; $H_1=2$ м; $H_2=6$ м; $\mu_H=0,82$; $\xi_B=2,5$.</p> |  | | |
| <p>8</p> | <p>Задача 8. Истечение происходит из открытого резервуара в атмосферу при постоянном напоре воды H_1 по короткому трубопроводу переменного поперечного сечения с диаметрами d_1 и d_2 и длинами l_1 и l_2, для которых коэффициенты гидравлического трения соответственно равны λ_1 и λ_2. На втором участке трубопровода имеются два колена с плавным поворотом и понижением трубопровода на $H_2=1,5$ м и задвижка, коэффициент сопротивления каждого поворота ξ_k, коэффициент сопротивления задвижки ξ_z. Истечение из конически расходящегося насадка с диаметром выходного сечения d_H и длиной $l_H=5d_H$ происходит под уровень при постоянной разности уровней H. Коэффициент скорости и коэффициент расхода насадка равны $\varphi_H=\mu_H$. Определить: 1. Скорость истечения $V_{тр}$ и расход $Q_{тр}$ через короткий трубопровод. 2. Скорость истечения V_H и расход Q_H через затопленный конически расходящийся насадок.</p> |  | <p>ОПК-3</p> | <p>У5; Н3</p> |
| | <p>Исходные данные: $l_1=1,2$ м; $l_2=4$ м; $d_1=4 \cdot 10^{-2}$ м; $d_2=1 \cdot 10^{-2}$ м; $d_H=2 \cdot 10^{-2}$ м; $H_1=3$ м; $H_2=9$ м; $\mu_H=0,45$; $\varphi_H=0,45$; $\xi_B=8$; $\lambda_1=0,04$; $\lambda_2=0,02$; $\xi_{кол1}=0,15$; $\xi_{кол2}=0,15$.</p> |  | | |
| <p>9</p> | <p>Задача 9. Из открытого резервуара по короткому стальному трубопроводу постоянного поперечного сечения d_1 и длиной l_1 с краном, коэффициент сопротивления которого $\xi_{кр}$, заканчивающимся соплом диаметром $d_c=0,5d_1$, вытекает вода в атмосферу при $t=+30^\circ\text{C}$. Истечение происходит под напором H_1. С другой стороны к резервуару подсоединен коноидальный насадок диаметром выходного сопла d_H и длиной $l_H=5d_H$ истечение из которого происходит при разности уровней в резервуарах H с коэффициентом расхода насадка μ_H. Определить: 1. Скорость истечения из сопла V_c и расход воды по короткому трубопроводу Q_c. 2. Расход воды через затопленный коноидальный насадок Q_H.</p> |  | <p>ОПК-3</p> | <p>У5; Н3</p> |

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| | <p>Исходные данные: $l_1=5$ м; $d_1=1 \cdot 10^{-2}$ м; $d_H=0,8 \cdot 10^{-2}$ м; $H_1=2$ м; $H_2=8$ м; $\mu_H=0,97$; $\xi_{кр}=2,5$.</p> |  | | |
|--|--|--|--|--|

5.3.2.4. Перечень тем рефератов, контрольных, расчетно-графических работ
«Не предусмотрен».

5.3.2.5. Вопросы для контрольной (расчетно-графической) работы
«Не предусмотрен».

5.4. Система оценивания достижения компетенций

5.4.1. Оценка достижения компетенций в ходе промежуточной аттестации

| | | | | | |
|---|---|-------------------------|-------------------|------------------|---------------------------------------|
| <p>ОПК-3 – способен в сфере своей профессиональной деятельности проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные и результаты испытаний</p> | | | | | |
| Индикаторы достижения компетенции ОПК-3 | | Номера вопросов и задач | | | |
| Код | Содержание | вопросы к экзамену | задачи к экзамену | вопросы к зачету | вопросы по курсовому проекту (работе) |
| 33 | основные законы гидростатики и гидродинамики жидкостей и газов | 1-20 | - | - | - |
| У5 | применять основные законы движения жидкостей и газов при обработке экспериментальных данных и результатов испытаний | - | 1-6 | - | - |
| НЗ | оценки эффективности гидравлических систем различного назначения путем проведения гидравлических расчетов и опытов | - | 1-6 | - | - |

5.4.2. Оценка достижения компетенций в ходе текущего контроля

| | | | | |
|---|--|-------------------------|------------------------|--------------------------------------|
| <p>ОПК-3 – способен в сфере своей профессиональной деятельности проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные и результаты испытаний</p> | | | | |
| Индикаторы достижения компетенции ОПК-3 | | Номера вопросов и задач | | |
| Код | Содержание | вопросы тестов | вопросы устного опроса | задачи для проверки умений и навыков |
| 33 | основные законы гидростатики и гидродинамики жидкостей и газов | 1-75 | 1-60 | - |

| | | | | |
|----|---|---|---|-----|
| У5 | применять основные законы движения жидкостей и газов при обработке экспериментальных данных и результатов испытаний | - | - | 1-9 |
| НЗ | оценки эффективности гидравлических систем различного назначения путем проведения гидравлических расчетов и опытов | - | - | 1-9 |

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Рекомендуемая литература

| № | Библиографическое описание | Тип издания | Вид учебной литературы |
|----|---|-------------|------------------------|
| 1 | Штеренлихт Д. В. Гидравлика: учебник для студентов вузов, обучающихся по направлениям подгот. дипломир. специалистов в области техники и технологии, сел. и рыб. хоз-ва / Д. В. Штеренлихт - М.: КолосС, 2007 - 656 с. | Учебное | Основная |
| 2 | Штеренлихт Д. В. Гидравлика: учебник для студентов вузов, обучающихся по направлениям подготовки дипломир. специалистов в области техники и технологии, сел. и рыб. хоз-ва / Д. В. Штеренлихт - М.: КолосС, 2008 - 656 с. | Учебное | Основная |
| 3 | Штеренлихт Д. В. Гидравлика / Штеренлихт Д.В. - Москва: Лань", 2015 [ЭИ] [ЭБС Лань]. URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=64346 . – текст: электронный. | Учебное | Основная |
| 4 | Кожевникова Н.Г. Практикум по гидравлике [электронный ресурс] : ВО - Бакалавриат / Н. Г. Кожевникова, Н. П. Тогунова .- 1.- Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2019 .- 428 с. URL: http://new.znaniy.com/go.php?id=1012462 . – текст: электронный. | Практикум | Основная |
| 5 | Моргунов, К. П. Гидравлика : учебник / К. П. Моргунов. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 288 с. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/168695 . | Учебное | Основная |
| 6 | Моргунов, К. П. Насосы и насосные станции : учебное пособие / К. П. Моргунов. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2019. – 308 с. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/111207 . | Учебное | Основная |
| 7 | Сазанов И.И. Гидравлика [электронный ресурс] : ВО - Бакалавриат / И. И. Сазанов, А. Г. Схиртладзе .- 1.- Москва : ООО "КУРС", 2019 .- 320 с. URL: http://new.znaniy.com/go.php?id=1015048 . – текст: электронный. | Учебное | Основная |
| 8 | Палишкин Н.А. Гидравлика и сельскохозяйственное водоснабжение: Учеб. пособие / Н.А. Палишкин - М.: Агропромиздат, 1990 - 351с. | Учебное | Дополнительная |
| 9 | Примеры расчетов по гидравлике: учебное пособие для студентов строительных специальностей высших учебных заведений / [А.Д. Альтшуль [и др.]; под ред. А.Д. Альтшуля - Москва: Альянс, 2013 - 255 с. | Учебное | Дополнительная |
| 10 | Крестин Е. А. Задачник по гидравлике с примерами расчетов [электронный ресурс]: / Крестин Е.А., Крестин И.Е. - Москва: Лань", 2014 [ЭИ] [ЭБС Лань]. URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=50160 . – текст: электронный. | Учебное | Дополнительная |

| | | | |
|----|---|---------------|----------------|
| 11 | Шейпак А.А. Гидравлика и гидропневмопривод. Основы механики жидкости и газа [электронный ресурс] : Учебник : ВО - Бакалавриат / А. А. Шейпак .- 6 .- Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2017 . - 272 с. URL: http://new.znanium.com/go.php?id=544277 . – текст: электронный. | Учебное | Дополнительная |
| 12 | Тихоненков, Б. П. Гидравлика и гидроприводы. Часть 2. Гидроприводы [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Б. П. Тихоненков. - Москва : МГАВТ, 2005. - 40 с. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/400706 . | Учебное | Дополнительная |
| 13 | Теоретические основы и методика решения практических задач [Электронный ресурс] : методические указания по изучению дисциплины "Гидравлика" и решению практических задач для обучающихся агроинженерного факультета по направлениям: "Агроинженерия", "Наземные транспортно-технологические средства", "Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов" / Воронежский государственный аграрный университет ; [сост. Р. А. Дружинин] .— Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет, 2019 [ПТ]. <URL: http://catalog.vsau.ru/elib/metod/m149796.pdf >. | Методическое | |
| 14 | Гидравлика и гидропневмопривод [Электронный ресурс] : рабочая тетрадь для выполнения лабораторных работ по дисциплинам: "Гидравлика" и "Гидравлика и гидропневмопривод" для обучающихся агроинженерного факультета очной и заочной формы обучения по направлениям: "Агроинженерия", "Наземные транспортно-технологические средства", "Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов" / Воронежский государственный аграрный университет ; [сост. Р. А. Дружинин] .— Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет, 2019 [ПТ]. <URL: http://catalog.vsau.ru/elib/metod/m149797.pdf >. | Методическое | |
| 15 | Гидравлика и гидропневмопривод [Электронный ресурс] : методические указания для выполнения лабораторных работ по дисциплинам "Гидравлика" и "Гидравлика и гидропневмопривод" для обучающихся агроинженерного факультета по направлениям: "Агроинженерия", "Наземные транспортно-технологические средства", "Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов" / Воронежский государственный аграрный университет ; [сост. Р. А. Дружинин] . — Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет, 2019 [ПТ]. <URL: http://catalog.vsau.ru/elib/metod/m149798.pdf >. | Методическое | |
| 16 | Вестник Воронежского государственного аграрного университета: теоретический и научно-практический журнал / Воронеж. гос. аграр. ун-т - Воронеж: ВГАУ, 1998- | Периодическое | |
| 17 | Механизация и электрификация сельского хозяйства - Москва: Б.и., 1980- | Периодическое | |
| 18 | Сельский механизатор: [журнал] / учредитель : ООО "Нива" - Москва: Нива, 1958- | Периодическое | |
| 19 | Сельскохозяйственные машины и технологии: научно-производственный и информационный журнал / ВНИИ механизации сел. хоз-ва Рос. акад. с.-х. наук - Москва: ВИМ Россельхозакадемии, 2009- | Периодическое | |
| 20 | Техника в сельском хозяйстве: Производственно-технический журнал / Учредитель : АНО "Редакция журнала "Техника в сельском хозяйстве" - Москва: Редакция журнала "Техника в сельском хозяйстве", 1958- | Периодическое | |

6.2. Ресурсы сети Интернет

6.2.1. Электронные библиотечные системы

| № | Название | Размещение |
|---|-----------------------------|---|
| 1 | Лань | https://e.lanbook.com |
| 2 | ZNANIUM.COM | http://znanium.com/ |
| 3 | ЮРАЙТ | http://www.biblio-online.ru/ |
| 4 | IPRbooks | http://www.iprbookshop.ru/ |
| 5 | E-library | https://elibrary.ru/ |
| 6 | Электронная библиотека ВГАУ | http://library.vsau.ru/ |

6.2.2. Профессиональные базы данных и информационные системы

| № | Название | Адрес доступа |
|---|---|---|
| 1 | Портал открытых данных РФ | https://data.gov.ru/ |
| 2 | Справочная правовая система Гарант | http://www.consultant.ru/ |
| 3 | Справочная правовая система Консультант Плюс | http://ivo.garant.ru |
| 4 | Профессиональные справочные системы «Кодекс» | https://техэксперт.сайт/sistema-kodeks |
| 5 | Аграрная российская информационная система. | http://www.aris.ru/ |
| 6 | Информационная система по сельскохозяйственным наукам и технологиям | http://agris.fao.org/ |

6.2.3. Сайты и информационные порталы

| № | Название | Размещение |
|---|--|---|
| 1 | Все ГОСТы | http://vsegost.com/ |
| 2 | Российское хозяйство. Сельхозтехника. | http://rushoz.ru/selhoztehnika/ |
| 3 | TECHSERVER.ru: Ваш путеводитель в мире техники | http://techserver.ru/ |
| 4 | АгроСервер.ру: российский агропромышленный сервер | http://www.agroserver.ru/ |
| 5 | ВИМ: Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства | http://vim.ru/ |
| 6 | Сельхозтехника хозяину | http://hoztehnikka.ru/ |

7. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

7.1. Помещения для ведения образовательного процесса и оборудование

| | |
|--|--|
| Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения | Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор) |
| Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: комплект учебной мебели, демонстрационное оборудование, учебно-наглядные пособия | 394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 13 |

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: комплект учебной мебели, демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, презентационное оборудование, используемое программное обеспечение MS Windows, Office MS Windows, DrWeb ES, 7-Zip, MediaPlayer Classic, Яндекс Браузер/ Mozilla Firefox / Internet Explorer, ALT Linux, LibreOffice, AST Test

394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 13

Лаборатория, учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации: комплект учебной мебели, лабораторное оборудование: прибор Рейнольдса, водомер Вентури, установка для исследования потерь по длине и на местных сопротивлениях, установка по определению коэффициента Шези, установка для исследования истечения через отверстия и насадки, установка для испытания объемного гидропривода, установка для демонстрации закона Бернулли, установка для снятия характеристики центробежного насоса, установка для снятия характеристики вихревого насоса и определения рабочей точки насоса, безбашенная автоматическая водокачка, манометры, вакуумметры, счетчики количества жидкости (турбинные), счетчики количества жидкости (индукционные), расходомерные устройства, вискозиметры, ваттметры, комплекты плакатов, стенд для изучения конструкции основных узлов объемного гидропривода, стенд для демонстрации основных узлов насосов и лабораторных занятий, виртуальная лаборатория Гидромеханики. Гидравлика

394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Мичурина, 1, а.1

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: мебель для хранения и обслуживания учебного оборудования, специализированное оборудование для ремонта компьютеров

394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Мичурина, 1, а.117, 118

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: комплект мебели, компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, используемое программное обеспечение MS

394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 11, а.411

| | |
|--|---|
| <p>Windows, Office MS Windows, DrWeb ES, 7-Zip, MediaPlayer Classic, Яндекс Браузер/ Mozilla Firefox / Internet Explorer, ALT Linux, LibreOffice, AST Test, мебель для хранения и обслуживания учебного оборудования, демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия</p> <p>Помещение для самостоятельной работы: комплект учебной мебели, компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, используемое программное обеспечение MS Windows, Office MS Windows, DrWeb ES, 7-Zip, MediaPlayer Classic, Яндекс Браузер/ Mozilla Firefox / Internet Explorer, ALT Linux, LibreOffice, AST Test</p> <p>Помещение для самостоятельной работы: комплект учебной мебели, компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, используемое программное обеспечение MS Windows, Office MS Windows, DrWeb ES, 7-Zip, MediaPlayer Classic, Яндекс Браузер/ Mozilla Firefox / Internet Explorer, ALT Linux, LibreOffice, AST Test</p> <p>Помещение для самостоятельной работы: комплект учебной мебели, компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, используемое программное обеспечение MS Windows, Office MS Windows, DrWeb ES, 7-Zip, MediaPlayer Classic, Яндекс Браузер/ Mozilla Firefox / Internet Explorer, ALT Linux, LibreOffice, AST Test</p> | <p>394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 13, а.219 (с 16 до 20 ч.)</p> <p>394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 13, а.321 (с 16 до 20 ч.)</p> <p>394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Мичурина, 1, а.232а</p> |
|--|---|

7.2. Программное обеспечение

7.2.1. Программное обеспечение общего назначения

| № | Название | Размещение |
|---|--|--------------------------|
| 1 | Операционные системы MS Windows /Linux /Ред ОС | ПК в локальной сети ВГАУ |
| 2 | Пакеты офисных приложений MS Office / OpenOffice/LibreOffice | ПК в локальной сети ВГАУ |
| 3 | Программы для просмотра файлов Adobe Reader / DjVu Reader | ПК в локальной сети ВГАУ |
| 4 | Браузеры Яндекс Браузер / Mozilla Firefox / Microsoft Edge | ПК в локальной сети ВГАУ |
| 5 | Антивирусная программа DrWeb ES | ПК в локальной сети ВГАУ |

| | | |
|---|---|--------------------------|
| 6 | Программа-архиватор 7-Zip | ПК в локальной сети ВГАУ |
| 7 | Мультимедиа проигрыватель MediaPlayer Classic | ПК в локальной сети ВГАУ |
| 8 | Платформа онлайн-обучения eLearning server | ПК в локальной сети ВГАУ |
| 9 | Система компьютерного тестирования AST Test | ПК в локальной сети ВГАУ |


7.2.2. Специализированное программное обеспечение

| № | Название | Размещение |
|---|---|--------------------------------------|
| 1 | Векторный графический редактор InkScape (альтернатива CorelDraw) (free) | ПК в локальной сети ВГАУ |
| 2 | Виртуальная лаборатория Гидромеханики. Гидравлика | ПК в локальной сети ВГАУ |
| 3 | Пакет статистической обработки данных Statistica | ПК ауд.122а (К1) |
| 4 | ППП для решения задач технических вычислений Matlab 6.1/SciLab | ПК в локальной сети ВГАУ |
| 5 | Программа расчета и проектирования APM WinMachine | ПК , ауд 20 (К2), ауд. 104, 321 (К3) |
| 6 | Система компьютерной алгебры Mathcad | ПК в локальной сети ВГАУ |
| 7 | Система трехмерного моделирования Kompas 3D | ПК в локальной сети ВГАУ |

8. Междисциплинарные связи

| Дисциплина, с которой необходимо согласование | Кафедра, на которой преподается дисциплина | ФИО заведующего кафедрой |
|--|---|------------------------------|
| Математика. | Математики и физики | Шацкий Владимир Павлович |
| Теоретическая механика. | | |
| Теплотехника. | | |
| Гидравлические и пневматические системы транспортных и транспортно-технологических машин и комплексов. | Сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей | Оробинский Владимир Иванович |
| Детали машин, основы конструирования и подъемно-транспортные машины. | Прикладной механики | Беляев Александр Николаевич |

Приложение 1
Лист периодических проверок рабочей программы
и информация о внесенных изменениях

| Должностное лицо, проводившее проверку: Ф.И.О., должность | Дата | Потребность в корректировке указанием соответствующих разделов рабочей программы | Информация о внесенных изменениях |
|--|------------|--|--|
| Королькова Н.В., и.о. зав. кафедрой ТО,ППП,МСХ и БЖД  | 14.06.2022 | Да Рабочая программа актуализирована для 2022 -2023 учебного года | Скорректированы: п. 2; п.3, 3.1., 3.2.; п. 4, 4.2; п. 5; п. 7.1, табл. 7.2.1; |
| Корнев А.С. И.о. зав. кафедрой механизации жи- вотноводства и без- опасности жизнеде- тельности | 16.06.2023 | Да Рабочая программа актуализирована для 2023-2024 учебного года | Решением Ученого совета от 22.02.2023 г. № 8 кафедра технологического оборудования, процессов перерабатывающих произ- водств, механизации сель- ского хозяйства и безопас- ности жизнедеятельности реорганизована путем раз- деления на кафедру меха- низации животноводства и безопасности жизнедея- тельности и кафедру про- цессов и аппаратов перера- батывающих производств |
| Корнев А.С., зав. кафедрой механизации жи- вотноводства и безопасности жиз- недеятельности | 14.06.2024 | Нет Рабочая программа актуализирована на 2024-2025 учебный год | - |
| Корнев А.С., зав. кафедрой механизации жи- вотноводства и безопасности жиз- недеятельности | 16.06.2025 | Нет Рабочая программа актуализирована на 2025-2026 учебный год | - |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |