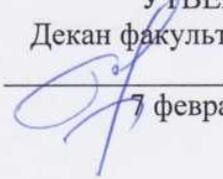


**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**ИНСТИТУТ АГРОИНЖЕНЕРИИ ФГБОУ ВО ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГАУ**

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета ТС в АПК  
 С.А. Барышников  
7 февраля 2018 г

Кафедра «Энергообеспечение и автоматизация технологических процессов»

Рабочая программа дисциплины

**Б1.В.09 ГИДРАВЛИКА**

Направление подготовки **35.03.06. Агроинженерия**

Профиль **Технологическое оборудование для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции**

Уровень высшего образования – **бакалавриат (прикладной)**  
Квалификация - **бакалавр**

Форма обучения – **очная**

Челябинск  
2018

Рабочая программа дисциплины «Гидравлика» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО), утвержденного Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации 20.10.2015 г. № 1172. Рабочая программа дисциплины предназначена для подготовки бакалавра по направлению **35.03.06 Агроинженерия, профиль - Технологическое оборудование для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции**

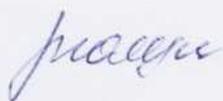
Настоящая рабочая программа дисциплины составлена в рамках основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) и учитывает особенности обучения при инклюзивном образовании лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалидов.

Составитель – кандидат технических наук, доцент кафедры «Энергообеспечение и автоматизация технологических процессов» Пташкина – Гирина О.С.

Рабочая программа дисциплины обсуждена на заседании кафедры «Энергообеспечение и автоматизация технологических процессов»

«2» февраля 2018 г. (протокол № 8).

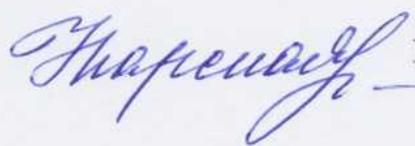
Зав. кафедрой «Энергообеспечение и автоматизация технологических процессов»  
профессор, д.т.н.

 / В.М. Попов

Рабочая программа дисциплины одобрена методической комиссией факультета ТС в АПК

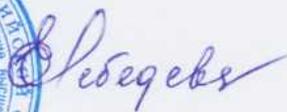
«7» февраля 2018 г. (протокол №6).

Председатель методической комиссии  
факультета ТС в АПК,  
кандидат педагогических наук доцент

 Н.В. Парская

Директор научной библиотеки





Е.Л. Лебедева

## СОДЕРЖАНИЕ

1.	Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП	4
1.1.	Цель и задачи дисциплины	4
1.2.	Планируемые результаты обучения по дисциплине (показатели сформированности компетенций)	4
2.	Место дисциплины в структуре ОПОП	5
3.	Объем дисциплины и виды учебной работы	5
3.1.	Распределение объема дисциплины по видам учебной работы	5
3.2.	Распределение учебного времени по разделам и темам	6
4.	Структура и содержание дисциплины	6
4.1.	Содержание дисциплины	7
4.2.	Содержание лекций	9
4.3.	Содержание лабораторных занятий	9
4.4.	Содержание практических занятий	9
4.5.	Виды и содержание самостоятельной работы обучающихся	10
5.	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	10
6.	Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине	10
7.	Основная и дополнительная учебная литература, необходимая для освоения дисциплины	11
8.	Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины	12
9.	Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	12
10.	Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем	12
11.	Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	12
12.	Инновационные формы образовательных технологий	13
	Приложение №1. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине	14
	Лист регистрации изменений	24

# 1. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП

## 1.1. Цель и задачи дисциплины

Бакалавр по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия должен быть подготовлен к следующим видам профессиональной деятельности: научно-исследовательской; проектной; производственно-технологической; организационно-управленческой.

**Цель дисциплины** – сформировать у студента систему фундаментальных знаний в области механики жидкостей и газов, необходимых для последующей подготовки бакалавра, способного к эффективному решению практических задач сельскохозяйственного производства, а также способствующих дальнейшему развитию личности.

### Задачи дисциплины:

изучить основные законы механики жидкости и газообразных сред и овладеть методами их применения в практической деятельности.

## 1.2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (показатели сформированности компетенций)

Планируемые результаты освоения ОПОП (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУН)		
	знания	умения	навыки
ОПК-4 способность решать инженерные задачи с использованием основных законов механики, электротехники, гидравлики, термодинамики и теплообмена	Обучающийся должен знать: основные законы гидравлики, на которых основаны принципы действия объектов профессиональной деятельности и которые используются для решения инженерных задач - (Б1.В.09-3.1)	Обучающийся должен уметь: использовать основные законы гидравлики в профессиональной деятельности и для решения инженерных задач (Б1.В.09 – У.1)	Обучающийся должен владеть: навыками описания основных законов гидравлики, на которых основаны принципы действия объектов профессиональной деятельности и которые используются для решения инженерных задач - (Б1.В.09 – Н.1)
ПК-2 готовность к участию в проведении исследований рабочих и технологических процессов машин	Обучающийся должен знать физическую природу жидкостей и их движения (Б1.В.09 -3.2)	Обучающийся должен уметь разрабатывать гидравлическую модель установки (Б1.В.09 -У.2)	Обучающийся должен владеть анализом гидродинамической картины состояния гидравлической системы (Б1.В.09 -Н.2)

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Гидравлика» относится к вариативной части Блока 1 (Б1.В.09) основной профессиональной образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия, профиль - Технологическое оборудование для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции

### Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предшествующими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечивающих (предшествующих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин, практик	Формируемые компетенции		
		Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
Предшествующие дисциплины, практики				
1	Математика	ОПК-4	ОПК-4	ОПК-4
2	Физика	ОПК-4	ОПК-4	ОПК-4
3	Химия	ОПК-4	ОПК-4	ОПК-4
3	Математический анализ в агроинженерии	ОПК-4, ПК -2	ОПК-4, ПК -2	ОПК-4, ПК -2
4	Теоретическая механика	ОПК-4, ПК -2	ОПК-4, ПК -2	ОПК-4, ПК -2
5	Теория механизмов и машин	ОПК-4, ПК -2	ОПК-4, ПК -2	ОПК-4, ПК -2
6	Сопротивление материалов	ОПК-4, ПК -2	ОПК-4, ПК -2	ОПК-4, ПК -2
7	Электротехника и электроника	ОПК-4, ПК -2	ОПК-4, ПК -2	ОПК-4, ПК -2
Последующие дисциплины, практики отсутствуют				

## 3. Объём дисциплины и виды учебной работы

Объём дисциплины составляет 4 зачетных единиц (ЗЕТ), 144 академических часа (далее часов). Дисциплина изучается в 7 семестре.

### 3.1. Распределение объема дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Количество часов
<b>Контактная работа (всего)</b>	<b>56</b>
В том числе:	
Лекции (Л)	28
Практические занятия (ПЗ)	14
Лабораторные занятия (ЛЗ)	14
<b>Самостоятельная работа обучающихся (СР)</b>	<b>88</b>
<b>Контроль</b>	<b>-</b>
<b>Итого</b>	<b>144</b>

### 3.2. Распределение учебного времени по разделам и темам

№ темы	Наименование разделов и тем	Всего часов	в том числе				
			контактная работа			СР	контроль
			Л	ЛЗ	ПЗ		
<b>Раздел 1. Гидростатика</b>							
1.1	Введение	2	2	х	х	х	х
1.2	Гидростатика	18	4	х	4	10	х
<b>Раздел 2. Гидродинамика</b>							
2.1	Основные понятия	16	2	2	х	12	х
2.2	Гидравлические потери	20	4	4	2	10	х
2.3	Гидравлический расчет	28	4	4	2	18	х
<b>Раздел 3. Гидравлические машины</b>							
3.1	Лопастные насосы	22	4	4	2	12	х
3.2	Объемные насосы. Гидравлические двигатели	8	2	х	2	4	х
<b>Раздел 4. Гидравлический и пневматический привод</b>							
4.1	Объемный гидропривод. Гидродинамические передачи	16	4	х	2	10	х
4.2	Пневматический привод. Гидропневмотранспорт	14	2	х	х	12	х
	Контроль	х	х	х	х	х	х
	<b>Итого</b>	<b>144</b>	<b>28</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>88</b>	<b>х</b>

## Структура и содержание дисциплины

### 4.1. Содержание дисциплины

#### Раздел 1. Гидростатика

Общие сведения. Предмет гидравлики и его значение в народном хозяйстве. Краткая история науки.

Понятие "жидкость". Основные физические свойства жидкости. Модели жидкой среды. Силы, действующие в жидкости.

Гидростатическое давление и его свойства. Дифференциальные уравнения равновесия жидкости. Закон Паскаля.

Абсолютное и избыточное давления. Вакуум. Пьезометрическая высота. Гидростатический напор. Приборы для измерения давления. Силы гидростатического давления на плоские и криволинейные поверхности. Закон Архимеда.

Принципы и схемы использования законов гидростатики в гидростатических машинах и механизмах.

#### Раздел 2. Гидродинамика

**Основные понятия.** Неустановившееся и установившееся движения жидкости. Струйная модель движения жидкости. Элементарный расход. Элементы потока. Напорное и безнапорное движения. Расход и средняя скорость потока. Уравнения неразрывности. Уравнения Бернулли для элементарной струйки идеальной и реальной жидкости и для потока реальной жидкости.

Одномерные потоки жидкостей. Общее уравнение энергии в интегральной и дифференциальной форме. Динамика вязкой жидкости.

**Гидравлическое моделирование.** Основы гидродинамического подобия. Геометрическое, кинематическое и динамическое подобия. Критерии Ньютона, Эйлера, Рейнольдса.

**Гидравлические сопротивления и потери напора при движении жидкости.** Физическая природа гидравлических сопротивлений. Основное уравнение равномерного движения. Режимы движения жидкости. Критерий Рейнольдса. Особенности ламинарного и турбулентного режимов движения жидкости в трубах. Зависимость коэффициента гидравлического трения в трубах от режима движения жидкости и шероховатости стенок (график Никурадзе). Местные сопротивления и потери напора. Способы снижения гидравлических потерь.

**Гидравлический расчет трубопроводов.** Классификация трубопроводов. Короткие и длинные трубопроводы. Расчет коротких трубопроводов. Расходная характеристика трубопровода (модуль расхода). Гидравлические характеристики трубопроводов. Расчет трубопровода с равномерным путевым расходом. Расчет длинных трубопроводов: простых и сложных. Гидравлический удар в трубопроводах. Защита от воздействия гидравлических ударов. Гидравлический таран.

**Истечение жидкости через отверстия и насадки.** Истечение через малое отверстие в тонкой стенке при установившемся движении. Истечение через насадки. Виды насадок. Применение насадок в технических устройствах. Истечение через отверстия и насадки при переменном напоре (опорожнение резервуаров).

**Раздел 3. Гидравлические машины.** Классификация. Насосы и гидродвигатели.

**Насосы.** Классификация. Область применения. Рабочие параметры.

**Динамические насосы.** Определение. Общая характеристика.

**Центробежные насосы.** Устройство и принцип действия. Струйная модель движения жидкости в рабочем колесе насоса (модель Эйлера). Основное уравнение. Подача насоса. Теоретическая, действительная и универсальная характеристики. Законы пропорциональности. Процесс всасывания и явление кавитации. Работа насоса на сеть. Регулирование режима работы насоса. Последовательная и параллельная работа насосов на сеть. Основные конструктивные разновидности центробежных насосов.

**Насосы трения:** вихревые, струйные, воздушные (эрлифты, газлифты), дисковые, шнековые. Устройство и принцип действия.

**Объемные насосы.** Принцип действия. Насосы поступательного движения: поршневые, плунжерные и диафрагменные. Роторные насосы: шестеренные, шиберные, аксиально-поршневые и радиально-поршневые. Устройство, принцип действия. Рабочие характеристики, регулирование подачи. Обратимость роторных насосов.

**Гидравлические двигатели.** Назначение. Общая классификация. Объемные гидродвигатели поступательного, вращательного и поворотного движений. Конструктивные схемы и принцип работы. Область применения. Лопастные гидродвигатели (турбины). Классификация. Активные и реактивные турбины. Принцип действия. Область применения.

**Раздел 4. Гидравлический и пневматический приводы.** Назначение и общая классификация. Роль гидропневмопривода в комплексной механизации и автоматизации сельскохозяйственного производства.

**Объемный гидропривод.** Функциональная и принципиальная схемы. Достоинства и недостатки. Гидропривод поступательного, вращательного и поворотного движений.

Параметры, характеризующие объемные гидроприводы. Гидропривод с разомкнутой и замкнутой циркуляцией рабочей жидкости. Регулирование скорости гидропривода: объемное и дроссельное. Следящий гидропривод (гидроусилитель). Назначение, принцип действия и характеристики.

**Пневматический привод.** Основные понятия и принцип работы. Общие сведения о воздушных компрессорах. Конструктивные особенности пневмодвигателей и пневмоаппаратуры. Классификация и принципиальные схемы пневмоприводов.

#### 4.2. Содержание лекций

№п/п	Наименование лекций	Количество часов
1.	Гидравлика. Общие сведения. Предмет гидравлики и его значение в народном хозяйстве. Краткая история науки. Понятие "жидкость". Основные физические свойства жидкости. Модели жидкой среды: идеальная, ньютоновская и неньютоновская жидкости	2
2	Силы, действующие в жидкости. Абсолютный и относительный покой жидких сред. Гидростатическое давление и его свойства. Дифференциальные уравнения равновесия жидкости (уравнения Эйлера).	2
3.	Закон Паскаля. Абсолютное и избыточное давления. Вакуум. Пьезометрическая высота. Гидростатический напор, его физический и геометрический смысл. Методы и приборы для измерения давления. Сила гидростатического давления.	2
4.	Основные понятия. Неустановившееся и установившееся движения жидкости. Струйная модель движения жидкости. Элементарный расход. Поток, как совокупность элементарных струек. Элементы потока. Напорное и безнапорное движения. Расход и средняя скорость потока. Уравнения неразрывности (сплошности) для элементарной струйки и потока жидкости.	2
5	Уравнение Бернулли для элементарной струйки и потока идеальной и реальной жидкости. Основы гидродинамического подобия. Критерии Ньютона, Эйлера, Рейнольдса. Режимы движения жидкости.	2
6.	Особенности ламинарного и турбулентного режима движения жидкости в трубах. Зависимость коэффициента гидравлического трения от режима движения и шероховатости стенок (график Никурадзе, график Мурина)	2
7.	Гидравлический расчет трубопроводов. Местные сопротивления и потери напора короткие и длинные трубопроводы. Гидравлические характеристики трубопроводов. Расчет трубопровода с равномерным путевым расходом. Расчет длинных трубопроводов: простых и сложных.	2
8	Истечение жидкости через отверстия и насадки при установившемся движении и при переменном напоре (опорожнение резервуаров)	2

9	Гидравлические машины. Классификация. Область применения. Рабочие параметры. Динамические насосы. Центробежные насосы. Законы пропорциональности. Процесс всасывания и явления кавитации. Работа насоса на сеть.	2
10	Совместная работа насосов на сеть. Погружные насосы, особенности их эксплуатации. Регулирование работы центробежных насосов. Коэффициент быстроходности. Выбор насосов. Конструктивные разновидности насосов. Насосы трения: вихревые, струйные, воздушные.	2
11	Объемные гидромашины. Насосы поступательного движения. Показатели работы объемных гидромашин. Роторные гидромашины: шестеренные, пластинчатые. Аксиально-поршневые, радиально-поршневые. Рабочие характеристики. Регулирование подачи. Обратимость.	2
12	Гидравлические двигатели: объемные, лопастные (турбины). Объемный гидропривод с разомкнутой и замкнутой циркуляцией. Регулирование скорости гидропривода.	2
13	Гидравлические муфты, гидротрансформаторы. Следящий гидропривод. Основные показатели и характеристики	2
14	Пневматический привод. Основные понятия и принцип работы. Общие сведения о воздушных компрессорах. Конструктивные особенности пневмодвигателей и пневмоаппаратуры. Классификация и принципиальные схемы пневмоприводов.	2
	<b>Итого</b>	<b>28</b>

#### 4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование лабораторных занятий	Количество часов
1.	Исследование режимов движения жидкости	2
2.	Исследование уравнения Д. Бернулли	2
3.	Экспериментальное определения коэффициента сопротивления трения	2
4.	Экспериментальное определение коэффициентов местных сопротивлений	2
5.	Исследование истечения жидкости через отверстия и насадки	2
6.	Испытание центробежного насоса	2
7.	Совместная работа центробежных насосов	2
	<b>Итого</b>	<b>14</b>

#### 4.4. Содержание практических занятий

№ пп	Наименование практических занятий	Количество часов
1.	Физические свойства жидкости	2
2.	Сила гидростатического давления на поверхности	2

3.	Использование законов гидродинамики для практических расчетов	2
4	Использование законов гидродинамики для практических расчетов	2
5	Насосы трения. Теория и конструкции	2
6	Объемные насосы. Поршневые и роторные	2
7.	Расчет объемного гидропривода	2
	<b>Итого</b>	<b>14</b>

#### 4.5. Виды и содержание самостоятельной работы обучающихся

##### 4.5.1. Виды самостоятельной работы обучающихся

Виды самостоятельной работы обучающихся	Количество часов
Подготовка к практическим занятиям	23
Подготовка к лабораторным занятиям и к защите лабораторных работ	23
Самостоятельное изучение отдельных тем и вопросов	33
Подготовка к зачету	9
<b>Итого</b>	<b>88</b>

##### 4.5.2. Содержание самостоятельной работы обучающихся

№ пп	Наименование тем и вопросов	Количество часов
1.	Гидростатика, решение задач	10
2.	Основные понятия гидродинамики, решение задач	10
3.	Гидравлическое моделирование	2
4.	Гидравлические потери, решение задач	10
5.	Гидравлический расчет трубопроводов, решение задач	10
6.	Истечение жидкости через отверстия насадки, решение задач	8
7.	Центробежные насосы, решение задач	8
8.	Насосы трения	4
9.	Объемные насосы и гидродвигатели	4
10.	Объемный гидропривод	6
11.	Гидродинамические передачи	4
12.	Пневматический привод	4
13.	Гидравлический транспорт	4
14.	Пневматический транспорт	4
	<b>Итого</b>	<b>88</b>

#### 5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Учебно-методические разработки имеются в Научной библиотеки ФГБУ ВО Южно-Уральский ГАУ:

1. Методические указания для самостоятельной работы по дисциплине "Гидравлика" [Электронный ресурс] : для обучающихся по направлению подготовки 35.03.06 "Агроинженерия". Форма обучения - очная, заочная. [Уровень высш. образования - бакалавр] / сост. О. С. Пташкина-Гирина ; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии .— Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2018 .— 77 с. : ил., табл. — 1,6 МВ. - Режим доступа: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/tvgs/45.pdf>.

## **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Для установления соответствия уровня подготовки обучающихся требованиям ФГОС ВО разработан фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине. Фонд оценочных средств представлен в Приложении № 1.

## **7. Основная и дополнительная учебная литература, необходимая для освоения дисциплины**

Основная и дополнительная учебная литература имеется в Научной библиотеке и электронной информационно-образовательной среде ФГБУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

### **Основная:**

1. Пташкина-Гирина, О. С. Гидравлика и сельскохозяйственное водоснабжение [Электронный ресурс] / О. С. Пташкина-Гирина .— Москва: Лань, 2017. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/94744>
2. Крестин Е. А. Задачник по гидравлике с примерами расчетов [Электронный ресурс]: / Крестин Е.А., Крестин И.Е.. Москва: Лань", 2014.- Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=50160](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=50160).
3. Общая гидравлика [Электронный ресурс]: практикум к лабораторным работам для студентов, обучающихся по направлению 110800 - "Агроинженерия" / сост.: О. С. Пташкина-Гирина, В. Д. Щирий, В. В. Бакунин; ЧГАА. Челябинск: ЧГАА, 2012.- 74 с. Режим доступа: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/tvgs/8.pdf>.
4. Пташкина-Гирина О. С. Гидравлика учебное пособие / О. С. Пташкина-Гирина, В. Д. Щирий; ЧГАУ. Челябинск: ЧГАУ, 2009.- 212 с. Режим доступа: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/tvgs/2.pdf>
5. Разинов Ю. И. Гидравлика и гидравлические машины [Электронный ресурс] / Ю.И. Разинов; П.П. Суханов. Казань: КГТУ, 2010.- 159 с. Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=270580>.
6. Штеренлихт Д. В. Гидравлика [Электронный ресурс] / Штеренлихт Д.В.. Москва: Лань, 2015.- Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=64346](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=64346).

### **Дополнительная:**

1. Вакина В. В. Машиностроительная гидравлика:Примеры расчетов [Текст]: Учеб.пособие для вузов / В.В.Вакина,И.Д.Денисенко,А.Л.Столяров. Киев: Вища шк., 1987.- 207с.
2. Гидравлика,гидромашины и гидроприводы [Текст]: Учеб.для вузов / Т.М.Башта,С.С.Руднев,Б.Б.Некрасов и др.. М.: Машиностроение, 1982.- 423с.
3. Кудинов В. А. Гидравлика [Текст]: учебное пособие / В. А. Кудинов, Э. М. Карташов. М.: Высшая школа, 2007.- 199с.

4. Палишкин Н. А. Гидравлика и сельскохозяйственное водоснабжение [Текст]: Учебник / Ред. Попова Г.П.. М.: Агропромиздат, 1990.- 351с.

#### **Периодические издания:**

«Приборы и техника эксперимента», «Достижения науки и техники в АПК», «Механизация и электрификация сельского хозяйства», «Сибирский вестник сельскохозяйственной науки», «Сельскохозяйственные машины и технологии», «Российская сельскохозяйственная наука», «Светотехника», «Энергонадзор».

#### **8. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины**

1. Единое окно доступа к учебно-методическим разработкам <https://юургау.рф>
2. ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>
3. Университетская библиотека ONLINE <http://biblioclub.ru/>

#### **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Учебно-методические разработки имеются в Научной библиотеке и электронной информационно-образовательной среде ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ:

1. Методические указания для самостоятельной работы по дисциплине "Гидравлика" [Электронный ресурс] : для обучающихся по направлению подготовки 35.03.06 "Агроинженерия". Форма обучения - очная, заочная. [Уровень высш. образования - бакалавр] / сост. О. С. Пташкина-Гирина ; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии .— Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2018 .— 77 с. : ил., табл. — 1,6 МВ. - Режим доступа: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/tvgs/45.pdf>.

2. Общая гидравлика [Электронный ресурс] : практикум к лабораторным работам для студентов, обучающихся по направлению 110800 - "Агроинженерия" / сост.: О. С. Пташкина-Гирина, В. Д. Щирый, В. В. Бакунин ; ЧГАА .— Челябинск: ЧГАА, 2012 .— 74 с. : ил. Для просмотра файла необходимо установить программу Adobe Reader .— 0,7МВ . Режим доступа: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/tvgs/8.pdf>.

3. Методические указания для самостоятельной работы по дисциплине "Водоснабжение и водоотведение в сельском хозяйстве" [Электронный ресурс] : для обучающихся по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия. Форма обучения - очная, заочная / сост.: О. С. Пташкина-Гирина, О. А. Гусева ; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии .— Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2017 .— 38 с. : ил., табл. — Библиогр.: с. 38 (6 назв.). Режим доступа: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/tvgs/22.pdf>

#### **10. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

В Научной библиотеке с терминальных станций предоставляется доступ к базам данных:

- КонсультантПлюс (справочные правовые системы);
- Техэксперт (информационно-справочная система ГОСТов).

Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа: ОС спец. назнач. «Astra Linux Special Edition» с офисной программой

LibreOffice (ЮУрГАУ) №РБТ-14/1653-01-ВУЗ от 14.03.2018 (Бессрочная), MyTestXPPro 11.0 Суб. Дого. № А0009141844/165/44 от 04.07.2017, nanoCAD Электро версия 8.0 локальная № NCEL80-05851 от 23.03.2018, ПО «Maxima» (аналог MathCAD) свободно распространяемое, ПО «GIMP» (аналог Photoshop) свободно распространяемое, ПО «FreeCAD» (аналог AutoCAD) свободно распространяемое, Учебный комплект ПО КОМПАС 3D v 18, Договор № КАД-18-0863 от 06.07.2018 г, Вертикаль 2014 № ЧЦ-15-00053 от 07.05.2015, Windows 10 HomeSingleLanguage 1.0.63.71, Договор № 1146Ч от 09.12.16, Договор № 1143Ч от 24.10.16 г., Договор № 1142Ч от 01.11.16 г., Договор № 1141Ч от 10.10.16 г., Договор № 1140Ч от 03.10.16 г., Договор № 1145Ч от 06.12.16 г., Договор № 1144Ч от 14.11.16 г. MicrosoftOfficeProfessionalPlus2010 RussianAcademicOPEN 1 LicenseNoLevel № 47882503 67871967ZZE1212 APMWinMachine 12 №4499 от 15.09.2014 MicrosoftWindowsServerCAL 2012 RussianAcademicOPEN 1 LicenseUserCAL № 61887276 от 08.05.13 года, MicrosoftOffice 2010 RussianAcademicOPEN 1 LicenseNoLevel №47544515 от 15.10.2010..

### **11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы.

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного, семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 454080, Челябинская обл., г. Челябинск, ул. Сони-Кривой, 48, лабораторный корпус.

#### **Перечень учебных лабораторий, аудиторий, компьютерных классов**

1. Аудитории №153, 155 предназначены для выполнения лабораторных работ по общей гидравлики, гидравлическим машинам и сельскохозяйственному водоснабжению.

#### **Перечень основного учебно-лабораторного оборудования**

1. Насос НАР 40/200.
2. Насос НА 40/200.
3. Насос НАР 400/200.
4. Модуль «Система подачи жидкости» для учебного стенда. «Экспериментальная механика жидкости» (рама стенда, бак гидравлический накопительный, ёмкость мерная с датчиками уровня, насос центробежный с двигателем, столешница, панель вертикальная.
5. Модуль «Стационарное течение жидкости» для учебного стенда «Экспериментальная механика жидкости».

### **12. Инновационные формы образовательных технологий**

Вид занятия Формы работы	Лекции	ЛЗ	ПЗ
Учебные дискуссии	-	+	+

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации

обучающихся по дисциплине

**Б1.В.09 ГИДРАВЛИКА**

Направление подготовки **35.03.06** **Агроинженерия**

Профиль **Технологическое оборудование для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции**

Уровень высшего образования – **бакалавриат (прикладной)**

Квалификация - **бакалавр**

Форма обучения – **очная**

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Компетенции с указанием этапа их формирования в процессе освоения ОПОП.....	16
2. Показатели, критерии и шкала оценивания сформированности компетенций.....	16
3. Типовые контрольные задания и (или) иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этап(ы) формирования компетенций в процессе освоения ОПОП.....	17
4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этап(ы) формирования компетенций	19
4.1. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости.....	19
4.1.1. Устный ответ на практическом занятии.....	19
4.1.2. Отчет по лабораторной работе.....	20
4.1.3. Учебные дискуссии.....	21
4.2. Процедуры и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации...	21
4.2.1. Зачет.....	21

## 1. Компетенции с указанием этапа их формирования в процессе освоения ОПОП

Компетенции по данной дисциплине формируются на продвинутом этапе.

Контролируемые результаты освоения ОПОП (компетенции)	Контролируемые результаты обучения по дисциплине		
	знания	умения	навыки
ОПК-4 способность решать инженерные задачи с использованием основных законов механики, электротехники, гидравлики, термодинамики и теплообмена	Обучающийся должен знать: основные законы гидравлики, на которых основаны принципы действия объектов профессиональной деятельности и которые используются для решения инженерных задач - (Б1.В.09-3.1)	Обучающийся должен уметь: использовать основные законы гидравлики в профессиональной деятельности и для решения инженерных задач (Б1.В.09– У.1)	Обучающийся должен владеть: навыками описания основных законов гидравлики, на которых основаны принципы действия объектов профессиональной деятельности и которые используются для решения инженерных задач - (Б1.В.09– Н.1)
ПК-2 готовность к участию в проведении исследований рабочих и технологических процессов машин	Обучающийся должен знать физическую природу жидкостей и их движения (Б1.В.09 -3.2)	Обучающийся должен уметь разрабатывать гидравлическую модель установки (Б1.В.09 -У.2)	Обучающийся должен владеть анализом гидродинамической картины состояния гидравлической системы (Б1.В.09 -Н.2)

## 2. Показатели, критерии и шкала оценивания сформированности компетенций

Показатели оценивания (ЗУН)	Критерии и шкала оценивания результатов обучения по дисциплине			
	Недостаточный уровень	Достаточный уровень	Средний уровень	Высокий уровень
Б1.В.09-3.1	Обучающийся не знает основные законы гидравлики, на которых основаны принципы	Обучающийся слабо знает основные законы гидравлики, на которых основаны принципы действия объектов профессиональной	Обучающийся с незначительными ошибками и отдельными пробелами знает основные законы гидравлики, на которых основаны	Обучающийся с требуемой степенью полноты и точности знает основные законы гидравлики, на которых основаны принципы

	действия объектов профессиональной деятельности и которые используются для решения инженерных задач	деятельности и которые используются для решения инженерных задач	принципы действия объектов профессиональной деятельности и которые используются для решения инженерных задач	действия объектов профессиональной деятельности и которые используются для решения инженерных задач
Б1.В.09-У.1	Обучающийся не умеет использовать основные законы гидравлики в профессиональной деятельности и для решения инженерных задач	Обучающийся слабо умеет использовать основные законы гидравлики в профессиональной деятельности и для решения инженерных задач	Обучающийся умеет использовать основные законы гидравлики в профессиональной деятельности и для решения инженерных задач	Обучающийся умеет использовать основные законы гидравлики в профессиональной деятельности и для решения инженерных задач
Б1.В.09-Н.1	Обучающийся не владеет навыками описания основных законов гидравлики, на которых основаны принципы действия объектов профессиональной деятельности и которые используются для решения инженерных задач	Обучающийся слабо владеет навыками описания основных законов гидравлики, на которых основаны принципы действия объектов профессиональной деятельности и которые используются для решения инженерных задач	Обучающийся с небольшими затруднениями владеет навыками описания основных законов гидравлики, на которых основаны принципы действия объектов профессиональной деятельности и которые используются для решения инженерных задач	Обучающийся свободно владеет навыками описания основных законов гидравлики, на которых основаны принципы действия объектов профессиональной деятельности и которые используются для решения инженерных задач
Б1.В.09-З.3	Обучающийся не знает физическую природу жидкостей и их движения	Обучающийся слабо знает физическую природу жидкостей и их движения	Обучающийся с незначительными ошибками и отдельными пробелами знает физическую природу жидкостей и их движения	Обучающийся с требуемой степенью полноты и точности знает физическую природу жидкостей и их движения
Б1.В.09-У.3	Обучающийся не умеет разрабатывать гидравлическую модель установки	Обучающийся слабо умеет разрабатывать гидравлическую модель установки	Обучающийся умеет разрабатывать гидравлическую модель установки	Обучающийся умеет разрабатывать гидравлическую модель установки

Б1.В.09-Н.3	Обучающийся не владеет навыками анализа гидродинамической картины состояния гидравлической системы	Обучающийся слабо владеет навыками анализа гидродинамической картины состояния гидравлической системы	Обучающийся с небольшими затруднениями владеет навыками анализа гидродинамической картины состояния гидравлической системы	Обучающийся свободно владеет навыками анализа гидродинамической картины состояния гидравлической системы
-------------	--	---	--	--

### 3. Типовые контрольные задания и (или) иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения ОПОП

Типовые контрольные задания и материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих продвинутой этап формирования компетенций в процессе освоения ОПОП, содержатся в учебно-методических разработках, приведенных ниже.

1. Общая гидравлика [Электронный ресурс] : практикум к лабораторным работам для студентов, обучающихся по направлению 110800 - "Агроинженерия" / сост.: О. С. Пташкина-Гирина, В. Д. Щирый, В. В. Бакунин ; ЧГАА .— Челябинск: ЧГАА, 2012 .— 74 с. : ил. Для просмотра файла необходимо установить программу Adobe Reader .— 0,7МВ . Режим доступа: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/tvgs/8.pdf>.

2. Методические указания для самостоятельной работы по дисциплине "Гидравлика" [Электронный ресурс] : для обучающихся по направлению подготовки 35.03.06 "Агроинженерия". Форма обучения - очная, заочная. [Уровень высш. образования - бакалавр] / сост. О. С. Пташкина-Гирина ; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии .— Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2018 .— 77 с. : ил., табл. — 1,6 МВ. - Режим доступа: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/tvgs/45.pdf>.

3. Сельскохозяйственное водоснабжение из подземных источников [Электронный ресурс] : методические указания для самостоятельной работы студентов, обучающихся по направлению 35.03.06 - "Агроинженерия" / сост.: О. С. Пташкина-Гирина, Р. Ж. Низамутдинов ; ЧГАА .— Челябинск: ЧГАА, 2014 .— 28 с. — С прил. — Библиогр.: с. 20 (2 назв.) .— 1,7МВ .— Режим доступа: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/tvgs/13.pdf>.

4. Методические указания для самостоятельной работы по дисциплине "Водоснабжение и водоотведение в сельском хозяйстве" [Электронный ресурс] : для обучающихся по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия. Форма обучения - очная, заочная / сост.: О. С. Пташкина-Гирина, О. А. Гусева ; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии .— Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2017 .— 38 с. : ил., табл. — Библиогр.: с. 38 (6 назв.). Режим доступа: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/tvgs/22.pdf>

### 4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этап(ы) формирования компетенций

В данном разделе методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих продвинутой этап формирования компетенций по дисциплине «Гидравлика», приведены применительно к каждому из используемых видов текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

## 4.1. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости

### 4.1.1. Устный ответ на практическом занятии

Устный ответ на практическом занятии используется для оценки качества освоения студентом основной профессиональной образовательной программы по отдельным темам дисциплины. Ответ оценивается оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Критерии оценки ответа (табл.) доводятся до сведения студентов в начале занятий. Оценка объявляется студенту непосредственно после устного ответа.

<b>Шкала</b>	<b>Критерии оценивания</b>
Оценка 5 (отлично)	<ul style="list-style-type: none"><li>- студент полно усвоил учебный материал;</li><li>- проявляет навыки анализа, обобщения, критического осмысления и восприятия информации, навыки описания основных физических законов, явлений и процессов;</li><li>- материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности, точно используется терминология;</li><li>- показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их в новой ситуации;</li><li>- продемонстрировано умение решать инженерные задачи;</li><li>- продемонстрирована сформированность и устойчивость компетенций, умений и навыков;</li><li>- могут быть допущены одна–две неточности при освещении второстепенных вопросов.</li></ul>
Оценка 4 (хорошо)	ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет место один из недостатков: <ul style="list-style-type: none"><li>- в усвоении учебного материала допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание ответа;</li><li>- в решении инженерных задач допущены незначительные неточности.</li></ul>
Оценка 3 (удовлетворительно)	<ul style="list-style-type: none"><li>- неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала;</li><li>- имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, описании физических законов, явлений и процессов, решении инженерных задач, исправленные после нескольких наводящих вопросов;</li><li>- при неполном знании теоретического материала выявлена недостаточная сформированность компетенций, умений и навыков, студент не может применить теорию в новой ситуации.</li></ul>
Оценка 2 (неудовлетворительно)	<ul style="list-style-type: none"><li>- не раскрыто основное содержание учебного материала;</li><li>- обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала;</li><li>- допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, в описании физических законов, явлений и процессов, решении инженерных задач, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов;</li><li>- не сформированы компетенции, отсутствуют соответствующие знания, умения и навыки.</li></ul>

#### 4.1.2. Отчет по лабораторной работе

Отчет по лабораторной работе используется для оценки качества освоения студентом основной профессиональной образовательной программы по отдельным темам дисциплины. Отчет оценивается по усмотрению преподавателя оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» или оценкой «зачтено», «не зачтено».

<b>Шкала</b>	<b>Критерии оценивания</b>
Оценка 5 (отлично)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- изложение материала логично, грамотно;</li> <li>- свободное владение терминологией;</li> <li>- умение высказывать и обосновать свои суждения при ответе на контрольные вопросы;</li> <li>- умение описывать физические законы, явления и процессы;</li> <li>- умение проводить и оценивать результаты измерений;</li> <li>- способность решать инженерные задачи.</li> </ul>
Оценка 4 (хорошо)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- изложение материала логично, грамотно;</li> <li>- свободное владение терминологией;</li> <li>- осознанное применение теоретических знаний для описания физических законов, явлений и процессов, решения конкретных физических и инженерных задач, проведения и оценивания результатов измерений, но содержание и форма ответа имеют отдельные неточности.</li> </ul>
Оценка 3 (удовлетворительно)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- изложение материала неполно, непоследовательно,</li> <li>- неточности в определении понятий, в применении знаний для описания физических законов, явлений и процессов, решения конкретных физических и инженерных задач, проведения и оценивания результатов измерений,</li> <li>- затруднения в обосновании своих суждений;</li> <li>- обнаруживается недостаточно глубокое понимание изученного материала.</li> </ul>
Оценка 2 (неудовлетворительно)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- отсутствие необходимых теоретических знаний; допущены ошибки в определении понятий и описании физических законов, явлений и процессов, искажен их смысл, не решены инженерные задачи, не правильно оцениваются результаты измерений;</li> <li>- незнание основного материала учебной программы, допускаются грубые ошибки в изложении.</li> </ul>

Содержание отчета и критерии оценки ответа (табл.) доводятся до сведения студентов в начале занятий. Оценка объявляется студенту непосредственно после сдачи отчета.

<b>Шкала</b>	<b>Критерии оценивания</b>
Оценка «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>- изложение материала логично, грамотно;</li> <li>- свободное владение терминологией;</li> <li>- умение высказывать и обосновать свои суждения при ответе на контрольные вопросы;</li> <li>- умение описывать физические законы, явления и процессы;</li> <li>- умение проводить и оценивать результаты измерений;</li> <li>- способность решать инженерные задачи (допускается наличие</li> </ul>

	малозначительных ошибок или недостаточно полное раскрытие содержание вопроса или погрешность непринципиального характера в ответе на вопросы).
Оценка «не зачтено»	- отсутствие необходимых теоретических знаний; допущены ошибки в определении понятий и описании физических законов, явлений и процессов, искажен их смысл, не решены инженерные задачи, не правильно оцениваются результаты измерений; - незнание основного материала учебной программы, допускаются грубые ошибки в изложении.

#### 4.1.3. Учебная дискуссия

Дискуссия – это метод обсуждения и разрешения спорных вопросов. В настоящее время она является одной из важнейших форм образовательной деятельности, стимулирующей инициативность учащихся, развитие рефлексивного мышления.

Цель технологии проведения учебных дискуссий: развитие критического мышления обучающихся, формирование их коммуникативной и дискуссионной культуры.

Критерии оценки участия в учебных дискуссиях доводятся до сведения студентов в начале занятий. Оценка объявляется студенту непосредственно после проведения дискуссии.

Шкала	Критерии оценивания
Оценка 5 (отлично)	- студент полно усвоил учебный материал; проявляет навыки анализа, обобщения, критического осмысления, публичной речи, аргументации, ведения дискуссии и полемики, критического восприятия информации; - материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности, точно используется терминология; - показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их в новой ситуации; - продемонстрирована сформированность и устойчивость компетенций, умений и навыков; - могут быть допущены одна–две неточности при освещении второстепенных вопросов.
Оценка 4 (хорошо)	ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет один из недостатков: - в усвоении учебного материала допущены небольшие пробелы, не искажившие содержание ответов.
Оценка 3 (удовлетворительно)	- неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала; - имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии; - при неполном знании теоретического материала выявлена недостаточная сформированность компетенций, умений и навыков, студент не может применить теорию в новой ситуации.
Оценка 2 (неудовлетворительно)	- не раскрыто основное содержание учебного материала; - обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала; - плагиат.

Примерные темы учебных дискуссий:

1. Предмет гидравлики и его значение в народном хозяйстве.
2. Основные физические свойства жидкости.
3. Неустановившееся и установившееся движения жидкости.
4. Особенности ламинарного и турбулентного режима движения жидкости в трубах.
5. Гидравлические машины.
6. Пневматический привод. Основные понятия и принцип работы.
7. Пневматический транспорт.
8. Объемные насосы. Поршневые и роторные
9. Сельскохозяйственное водоснабжение, мелиорация и гидротранспорт.

## 4.2. Процедуры и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

### 4.2.1. Зачет

Зачет является формой оценки качества освоения студентом основной профессиональной образовательной программы по разделам дисциплины. По результатам зачета студенту выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

Зачет проводится в форме опроса по билетам. Зачет проводится в специально установленный период, предусмотренный учебным планом.

Критерии оценки ответа студента (табл.), а также форма его проведения доводятся до сведения студентов до начала зачета. Результат зачета объявляется студенту непосредственно после его сдачи, затем выставляется в зачетно-экзаменационную ведомость и зачетную книжку.

Шкала	Критерии оценивания
Оценка «зачтено»	знание программного материала, усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной программой дисциплины, правильное решение инженерной задачи (допускается наличие малозначительных ошибок или недостаточно полное раскрытие содержания вопроса или погрешность не принципиального характера в ответе на вопросы).
Оценка «не зачтено»	пробелы в знаниях основного программного материала, принципиальные ошибки при ответе на вопросы.

### Вопросы к зачету

1. Гидравлика как наука. Использование законов гидравлики в машиностроении и сельскохозяйственном производстве.
2. Плотность и удельный вес жидкости.
3. Сжимаемость и температурное расширение жидкости.
4. Вязкость жидкостей.
5. Силы, действующие в жидкости.
6. Гидростатика. Свойства гидростатического давления.
7. Дифференциальные уравнения равновесия жидкости.
8. Основное уравнение гидростатики.
9. Пьезометрический и гидростатический напоры.
10. Определение силы давления на плоские поверхности.
11. Определение силы давления на криволинейные поверхности.
12. Закон Архимеда. Плавание тел.
13. Гидростатические машины и механизмы.

14. Основные понятия гидродинамики.
15. Уравнение неразрывности.
16. Уравнение Бернулли для струйки идеальной жидкости.
17. Уравнение Бернулли для струйки реальной жидкости. График уравнения Бернулли.
18. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости. График уравнения Бернулли.
19. Основное уравнение равномерного движения.
20. Гидравлические потери. Формулы для определения гидравлических потерь.
21. Гидравлическое моделирование. Критерий Ньютона.
22. Критерии гидравлического подобия: Фруда, Эйлера, Рейнольдса.
23. Режимы движения жидкостей.
24. Особенности ламинарного движения.
25. Особенности турбулентного движения.
26. График Никурадзе.
27. Классификация трубопроводов. Модуль расхода.
28. Гидравлические характеристики трубопроводов.
29. Расчет длинных трубопроводов (простых и сложных).
30. Расчет коротких трубопроводов.
31. Равномерный путевой расход.
32. Гидравлический удар в трубах.
33. Истечение жидкостей через малое отверстие в тонкой стенке.
34. Истечение жидкости через насадки.
35. Насосы. Область применения насосов.
35. Напор, развиваемый насосом. Мощность, КПД насосов.
36. Основное уравнение центробежного насоса.
37. Подача центробежного насоса. Теоретическая характеристика.
38. Энергетическая и универсальная характеристики центробежных насосов.
39. Процесс всасывания и явление кавитации в центробежном насосе.
40. Закон пропорциональности центробежных насосов.
41. Работа центробежного насоса на сеть.
42. Совместная работа центробежного насоса.
43. Регулирование работы центробежного насоса.
44. Насосы трения. Вихревые насосы.
45. Струйные насосы. Эрлифты.
46. Объемные насосы. Поршневые насосы.
47. Роторные насосы.
48. Гидравлический привод. Классификация.
49. Объемный гидропривод. Достоинства и недостатки.
50. Требования к рабочей жидкости гидропередач.
51. Объемные гидропередачи возвратно-поступательного движения.
52. Объемные гидропередачи вращательного движения.
53. Регулирование скорости гидропередач. Объемное регулирование.
54. Дроссельное регулирование скорости гидропередач.
55. Следящий гидропривод.

