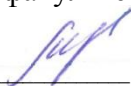


**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
**ИНСТИТУТ АГРОИНЖЕНЕРИИ ФГБОУ ВО ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГАУ**

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета заочного обучения

 Э.Г. Мухамадиев

« 25 » \_\_\_\_\_ апреля \_\_\_\_\_ 2016 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 (академический)**  
Квалификация - **бакалавр**

Форма обучения – **заочная**

Челябинск  
2016

Рабочая программа дисциплины «Гидравлика» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утвержденного Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации 20.10.2015 г. № 1172. Рабочая программа 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 энергообеспечения и автоматизации технологических процессов

« 25 » апреля 2016г. (протокол № 1 )

Зав. кафедрой «Энергообеспечение и автоматизация технологических процессов»,  
доктор технических наук, профессор -



В.М. Попов

Рабочая программа дисциплины одобрена методической комиссией факультета заочного обучения

« 25 » апреля 2016г. (протокол № 1 ).

Председатель методической комиссии,  
кандидат технических наук, доцент



А.Н. Козлов

Директор Научной библиотеки



Е.И. 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	11
4.3.	Содержание лабораторных занятий	13
4.4.	Содержание практических занятий	14
4.5.	Виды и содержание самостоятельной работы обучающихся	15
5.	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	16
6.	Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине	16
7.	Основная и дополнительная учебная литература, необходимая для освоения дисциплины	16
8.	Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины	19
9.	Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	19
10.	Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем	21
11.	Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	22
12.	Инновационные формы образовательных технологий	23
	Приложение №1. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине	24
	Лист регистрации изменений	28

## 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 научно-исследовательской, проектной, производственно-технологической, организационно-управленческой деятельности.

**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		
	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 академического 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 (предшествующие) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих (предшествующие) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин			
		Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
Предшествующие дисциплины					
1	Физика	ОПК-4	ОПК-4	ОПК-4	ОПК-4
2	Математика	ОПК-4	ОПК-4	ОПК-4	ОПК-4
Последующие дисциплины в учебном плане отсутствуют					
1	Теплотехника	ОПК-4	ОПК-4	ОПК-4	ОПК-4
2	Математический анализ в агроинженерии	ОПК-4	ОПК-4	ОПК-4	ОПК-4

**3. Объём дисциплины и виды учебной работы**

Объём дисциплины составляет 4 зачетных единиц (ЗЕТ), 144 академических часа (далее часов). Дисциплина изучается в 6 семестре.

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

Вид учебной работы	Всего часов / зачетных единиц
<b>Контактная работа (всего)</b>	<b>18</b>
В том числе:	
Лекции	8
Практические занятия (ПЗ)	4
Лабораторные работы (ЛР)	6
<b>Самостоятельная работа обучающихся (СР)</b>	<b>122</b>
<b>Контроль</b>	<b>4</b>
<b>Итого</b>	<b>144</b>

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

№ темы	Наименование раздела и темы	Всего часов	в том числе				
			контактная работа			СР	контроль
			Л	ЛЗ	ПЗ		
1	2	3	4	5	6	7	8

Раздел 1. Гидростатика							
1.1	Введение	8	-	-	-	8	x
1.2	Гидростатика	16	2	-	2	12	x
Раздел 2. Гидродинамика							
2.1	Основные понятия	9	1	-	-	8	x
2.2	Гидравлические потери	15	1	4	-	10	x
2.3	Гидравлический расчет трубопровода. Истечение жидкости	22	-	-	2	20	x
Раздел 3. Гидравлические машины							
3.1	Лопастные насосы	23	1	2	-	20	x
3.2	Объемные насосы. Гидравлические двигатели	21	1	-	-	20	x
Раздел 4. Гидравлический и пневматический привод							
4.1	Объемный гидропривод. Гидродинамические передачи	13	1	-	-	12	x
4.2	Пневматический привод	13	1	-	-	12	x
	Контроль	4	x	x	x	x	4
	<b>Итого</b>	<b>144</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>122</b>	

## 4. 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 бешинах 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	<p><b>Гидравлика.</b> Общие сведения. Предмет гидравлики и его значение в народном хозяйстве. Краткая история науки. Понятие «жидкость». Силы, действующие в жидкости.</p> <p><b>Гидростатика.</b> Абсолютный и относительный покой жидких сред. Гидростатическое давление и его свойства. Дифференциальные уравнения равновесия жидкости (уравнения Эйлера). Интегрирование уравнений равновесия для несжимаемой жидкости, находящейся под действием сил тяжести и инерции. Закон Паскаля. Абсолютное и избыточное давления. Вакуум. Пьезометрическая высота. Гидростатический напор, его физический и геометрический смысл. Методы и приборы для измерения давления. Силы гидростатического давления на плоские и криволинейные поверхности</p>	2
2	<p><b>Гидродинамика.</b> Основные понятия. Уравнения неразрывности (сплошности) для элементарной струйки и потока жидкости. Уравнения Бернулли для элементарной струйки идеальной и реальной жидкостей и для потока реальной жидкости. Гидравлические сопротивления и потери напора при движении жидкости. 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.</p>	2
3	<p><b>Гидравлические машины.</b> Классификация. Насосы и гидродвигатели. Насосы. Классификация. Область применения. Рабочие параметры: подача, напор, мощность и кпд. <b>Динамические насосы.</b> 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</p>	2
4	<p><b>Гидравлический и пневматический приводы.</b> 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.</p>	2
	Итого	<b>8</b>



### 4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование лабораторных занятий	Количество часов
1	Исследование уравнения Д. Бернулли. Исследование режимов движения жидкости	2
2	Экспериментальное определения коэффициента сопротивления трения. Экспериментальное определение коэффициентов местных сопротивлений	2
3	Испытание центробежного насоса	2
	<b>Итого</b>	<b>6</b>

### 4.4. Содержание практических занятий

№ /пп	Наименование практических занятий	Количество часов
1	Физические свойства жидкости. Гидростатика.	2
3	Использование законов гидродинамики для практических расчетов	2
	<b>Итого</b>	<b>4</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	33
Подготовка к лабораторным занятиям и к защите лабораторных работ	34
Самостоятельное изучение отдельных тем и вопросов	26
Контрольная работа	20
Подготовка к зачету	9
<b>Итого</b>	<b>122</b>

#### 4.5.2. Содержание самостоятельной работы обучающихся

№ п/п	Наименование изучаемых тем или вопросов	Количество часов
1	Основные физические свойства жидкостей	2
2	Гидростатика. Абсолютный и относительный покой жидких сред интегрирования уравнений равновесия несжимаемой жидкости находящейся под давлением	4
3	Силы гидравлического давления на плоские и криволинейные поверхности	2
4	Основы теории плавания тел гидростатические машины	2
5	Основные понятия гидродинамики	2
6	Общее уравнение энергии в интегральной и дифференциальной формах	2
7	Динамика вязкой жидкости. Уравнение Навье-Стокса	2
8	Основы гидродинамического подобия. Критерии Ньютона Эйлера, Рейнольдса, Вебера	2
9	Физическая природа гидравлических сопротивлений	2

10	Основное уравнение равномерного движения	2
11	График Никурадзе. Зависимость гидравлического трения от режима движения жидкости и шероховатости стенок трубы. Снижение гидравлических потерь	2
12	Гидравлических расход трубопроводов. Расходная характеристика трубопровода. Расчет трубопровода с равномерным путевым расходом. Расчет длинных трубопроводов	6
13	Гидравлический удар. Защита от воздействия гидравлических ударов	2
14	Истечение жидкости через отверстия и насадки. Виды насадков. Применение насадков	6
15	Гидравлические машины. Классификация. Область применения гидравлических машин	2
16	Динамические насосы. Центробежные насосы.	2
17	Струйная модель движения жидкости в рабочем колесе. Основное уравнение лопастных насосов	2
18	Законы пропорциональности. Работа насосов на сеть. Основные конструктивные разновидности центробежных насосов	6
19	Насосы трения. Объемные насосы. Насосы поступательного движения.	2
20	Роторные насосы. Рабочие характеристики, регулирование подачи	2
21	Гидравлические и пневматические приводы. Роль гидропривода в комплексной механизации и автоматизации производства	2
22	Объемный гидропривод. Принципиальные схемы. Параметры, характеризующие объемные гидроприводы. Регулирование скорости гидропривода.	4
23	Гидродинамические передачи. Гидромукфы и гидротрансформаторы. Принцип действия. Характеристики и область применения	4
24	Гидравлический транспорт	4
25	Пневматический транспорт	4
24	Контрольная работа	50
	<b>Итого</b>	<b>122</b>

## 5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

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. Режим доступа: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/tvgs/45.pdf>

## 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся

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. Щирый, В. В. Бакунин; ЧГАА. Челябинск: ЧГАА, 2012.- 74 с. Режим доступа: http://192.168.0.1:8080/localdocs/tvgs/8.pdf.](http://192.168.0.1:8080/localdocs/tvgs/8.pdf)

4. [Пташкина-Гирина О. С. Гидравлика \[Текст\]: учебное пособие / О. С. Пташкина-Гирина, В. Д. Щирый; ЧГАУ. Челябинск: ЧГАУ, 2009.- 212 с. Режим доступа: http://192.168.0.1:8080/localdocs/tvgs/2.pdf](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.](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 сельскохозяйствен-

ной науки», «Сельскохозяйственные машины и технологии», «Российская сельскохозяйственная наука», «Светотехника», «Энергоназор».

## **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. — 0,7 МВ. 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);
- «Сельхозтехника» (автоматизированная справочная система).

Программное обеспечение: APMWinMachine, Kompas, AutoCad.

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

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

1. Общая гидравлика.
2. Гидравлические машины и гидроприводы.
3. Сельскохозяйственное водоснабжение, мелиорация и гидротранспорт.

**Перечень основного учебно-лабораторного оборудования**

1. Гидравлический пресс
2. Насосные установки
3. Стенд по исследованию объемного гидропривода
4. Стенд по испытанию объемных насосов.
5. Стенд по исследованию работы насосов трения.
6. Стенды по исследованию гидравлических явлений и закономерностей.
7. Стенд по изучению явления кавитации в центробежном насосе.
8. Гидротранспортные установки.

**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 (академический)**

Квалификация – **бакалавр**

Форма обучения – **заочная**

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Компетенции с указанием этапа их формирования в процессе освоения ОПОП.....	17
2. Показатели, критерии и шкала оценивания сформированности компетенций.....	17
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.....	18
4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этап(ы) формирования компетенций.....	20
4.1. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости.....	20
4.1.1. Устный ответ на практическом занятии.....	20
4.1.2. Отчет по лабораторной работе.....	21
4.1.3. Инновационные формы образовательных технологий.....	22
4.2. Процедуры и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации.....	22
4.2.1. Зачет.....	22
4.3. Контрольная работа.....	23

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

Компетенции по данной дисциплине формируются на базовом 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 действия объектов профессиональной деятельности и которые используются для решения инженерных задач	Обучающийся слабо знает основные законы гидравлики, на которых основаны принципы действия объектов профессиональной деятельности и которые используются для решения инженерных задач	Обучающийся с незначительными ошибками и отдельными пробелами знает основные законы гидравлики, на которых основаны принципы действия объектов профессиональной деятельности и которые используются для решения инженерных задач	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
Б1.В.09 -У.1	Обучающийся не умеет использовать основные законы гидравлики в	Обучающийся слабо умеет использовать основные законы гидравлики в профес-	Обучающийся умеет использовать основные законы гидравлики в профессиональ-	Обучающийся умеет использовать основные законы гидравлики в профессиональ-



	профессиональной деятельности и для решения инженерных задач	сиональной деятельности и для решения инженерных задач	ной деятельности и для решения инженерных задач	ной 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 -3.2	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.2	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.2	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 базовый этап формирования компетенций в процессе освоения ОПОП, содержатся в учебно-методических разработках, приведенных ниже.

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>

#### **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 базовый этап формирования компетенций по дисциплине «Гидравлик», приведены применительно к каждому из используемых видов текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

##### **4.1. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости**

#### **4. Оценочные средства для проведения текущего контроля**

##### **4.1. 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	ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при

(хорошо)	этом имеет место один из недостатков: - в усвоении учебного материала допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание ответа; - в решении инженерных задач допущены незначительные неточности.
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, описании физических законов, явлений и процессов, решении инженерных задач, исправленные после нескольких наводящих вопросов; - 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; - 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; - не сформированы компетенции, отсутствуют соответствующие знания, умения и навыки.

#### 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».

Шкала	Критерии оценивания
Оценка 5 (отлично)	- изложение материала логично, грамотно; - свободное владение терминологией; - умение высказывать и обосновать свои суждения при ответе на контрольные вопросы; - умение описывать физические законы, явления и процессы; - умение проводить и оценивать результаты измерений; - способность решать инженерные задачи.
Оценка 4 (хорошо)	- изложение материала логично, грамотно; - свободное владение терминологией; - 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.
Оценка 3 (удовлетворительно)	- изложение материала неполно, непоследовательно, - неточности в определении понятий, в применении знаний для описания физических законов, явлений и процессов, решения конкретных физических и инженерных задач, проведения и оценивания ре-

	зультатов измерений, - затруднения в обосновании своих суждений; - обнаруживается недостаточно глубокое понимание изученного материала.
Оценка 2 (неудовлетворительно)	- 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.

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

Шкала	Критерии оценивания
Оценка «зачтено»	- изложение материала логично, грамотно; - свободное владение терминологией; - умение высказывать и обосновать свои суждения при ответе на контрольные вопросы; - умение описывать физические законы, явления и процессы; - умение проводить и оценивать результаты измерений; - способность решать инженерные задачи (допускается наличие 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. Инновационные формы образовательных технологий

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 кон-

	<p>кретными примерами, применять их в новой ситуации;</p> <ul style="list-style-type: none"> <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)	<p>ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет один из недостатков:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- в усвоении учебного материала допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание ответов.</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;</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>- плагиат.</li> </ul>

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 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 экзаменационную ведомость и зачетную книжку.

<b>Шкала</b>	<b>Критерии оценивания</b>
Оценка «зачтено»	знание программного материала, усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной программой дисциплины, пра-

	вильное решение инженерной задачи (допускается наличие малозначительных ошибок или недостаточно полное раскрытие содержание вопроса или погрешность непринципиального характера в ответе на вопросы).
Оценка «не зачтено»	пробелы в знаниях основного программного материала, принципиальные ошибки при ответе на вопросы.

### Вопросы к зачету 6 семестр

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 гидropередач.
51. Объемные гидropередачи возвратно-поступательного движения.
52. Объемные гидropередачи вращательного движения.
53. Регулирование скорости гидropередач. Объемное регулирование.
54. Дроссельное регулирование скорости гидropередач.
55. Следящий гидропривод.

#### **4.2. Контрольная работа**

Контрольная работа выдается на установочной лекции и выполняется по учебному пособию для выполнения контрольных работ.

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>.




Вопросы к контрольной работе:

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.



## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Номер изм.	Номера листов (разделов)			Основание для внесения изменений	Подпись	Расшифровка подписи	Дата	Дата вве- дения из- менения
	заменен- ных	новых	анну- лирован- ных					
1	стр. 2	-	стр. 2	Приказ ректора ФГБОУ ВО «Южно-Уральский ГАУ» №36 от 25.02.2016 «О проведении организационно-штатных мероприятий»		А.Н.Козлов	25.04.2016	25.04.2016
2	пп. 8.5, 8.6	-	пп. 8.5, 8.6	Актуализация учебно-методического обеспечения		А.Н.Козлов	01.04.2017	01.04.2017
3	пп. 8.5, 8.6	-	пп. 8.5, 8.6	Актуализация учебно-методического обеспечения		А.Н.Козлов	01.04.2018	01.04.2018