

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Апатенко Алексей Сергеевич

Должность: И.о. директора института механики и энергетики имени В.П. Горячкина

Дата подписания: 27.11.2023 11:43:36

Уникальный программный идентификатор:  
966df42f20792acade08f789f446556010981da



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –  
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»  
(ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт механики и энергетики им. В.П. Горячкина

Кафедра «Теплотехника, гидравлика и энергообеспечение предприятий»



УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора ИМиЭ им. В.П. Горячкина

Апатенко А.С.

« 30 » \_\_\_\_\_ 2023 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.О.11 Гидравлика

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника

Направленности: Электроснабжение

Распределительные электрические сети

Курс 3,4

Семестр 6,7

Форма обучения заочная

Год начала подготовки 2023

Москва, 2023

Разработчик: Кожевникова Н.Г., к.т.н., доцент

  
«~~24~~» 06 2023 г.


Рецензент: Андреев С.А., к.т.н., доцент

  
«~~27~~» 06 2023 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессионального стандарта и учебного плана по направлению подготовки 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника.

Программа обсуждена на заседании кафедры «Теплотехника, гидравлика и энергообеспечение предприятий» протокол № 13 от «~~24~~» 06 2023 г.


И.о.зав. кафедрой Кожевникова Н.Г., к.т.н., доцент

  
«~~27~~» 06 2023 г.

**Согласовано:**

Председатель учебно-методической комиссии ИМиЭ им. В.П. Горячкина академик РАН, д.т.н., профессор Дидманидзе О.Н.

Протокол № 13 от «~~28~~» 06 2023 г.



Заведующий выпускающей кафедрой «Электроснабжение и электротехника имени академика И.А.Будзко», к.т.н., доцент Стушкина Н.А. доцент



«~~28~~» 06 2023 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ

  
(подпись)

## **СОДЕРЖАНИЕ**

<b>АННОТАЦИЯ</b> .....	<b>4</b>
<b>1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>4</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ</b> .....	<b>4</b>
<b>3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b> .....	<b>5</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>5</b>
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ .....	5
ПО СЕМЕСТРАМ .....	5
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	7
4.3 ЛЕКЦИИ/ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ .....	9
<b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ</b> .....	<b>12</b>
<b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>13</b>
6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности.....	13
6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания.....	18
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>19</b>
7.1 Основная литература.....	19
7.2 Дополнительная литература .....	20
7.3 Нормативные правовые акты .....	20
7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям .....	20
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b> .....	<b>21</b>
<b>9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ</b> .....	<b>21</b>
<b>10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)</b> .....	<b>21</b>
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</b> ..	<b>22</b>
Виды и формы отработки пропущенных занятий.....	22
<b>12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b> .....	<b>23</b>

## АННОТАЦИЯ

**рабочей программы учебной дисциплины Б1.О.11 «Гидравлика»  
для подготовки бакалавра по направлению  
13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника  
направленности - Электроснабжение, Распределительные электрические сети**

**Цель освоения дисциплины:** получение студентами теоретических и практических знаний, приобретение умений и навыков, способностей осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач, соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач.

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина включена в обязательную часть учебного плана по направлению подготовки 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника, цикл Б1.О, дисциплина осваивается в 6,7 семестрах.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции (индикаторы достижения компетенции): УК-1 (УК-1.1), ОПК-3 (ОПК-3.5).

**Краткое содержание дисциплины:**

**Введение в гидравлику.** Определение науки «Гидравлика». Основные физические свойства жидкости. Силы, действующие на жидкость.

**Гидростатика.** Гидростатическое давление. Закон Паскаля. Приборы для измерения давления. Сила гидростатического давления, действующая на плоские стенки и криволинейные поверхности. Плавание тела.

**Гидродинамика.** Основные понятия. Уравнение Бернулли. Режимы движения жидкости. Потери напора в трубопроводах. Истечение жидкости через отверстия и насадки. Трубопроводы. Гидравлический удар в трубопроводах.

**Гидравлические машины.** Гидравлические машины. Насосы. Работа центробежного насоса на данный трубопровод.

**Водоснабжение** Система водоснабжения, основные элементы. Водоподготовка. Основы автоматизации технологических процессов в системах водоснабжения.

**Общая трудоемкость дисциплины:** 144 час./4 зач. ед.

**Промежуточный контроль:** экзамен.

### 1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Гидравлика» является формирование у обучающихся компетенций, обеспечивающих способность к осуществлению поиска, критическому анализу и синтезу информации, применению системного подхода для решения поставленных задач, овладению соответствующего физико-математического аппарата, методов анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач с использованием современных цифровых инструментов (Google Jamboard, Migo, Kahoot) и программных продуктов Excel, Word, Power Point, Pictochart и др.

### 2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Гидравлика» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана. Дисциплина «Гидравлика» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессионального стандарта, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника, дисциплина осваивается в 6,7 семестрах.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Гидравлика» являются математика (1,2 курсы), физика (1 и 2 курсы), теоретическая механика (2 курс), начертательная геометрия и инженерная графика (1 курс), теоретические основы электротехники (3 курс).

Дисциплина «Гидравлика» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: электротехнологии (5 курс).

Особенностью дисциплины является не только ее теоретическое, но прикладное значение при подготовке бакалавров данного профиля.

Рабочая программа дисциплины «Гидравлика» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

### **3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Образовательные результаты освоения дисциплины обучающимся, представлены в таблице 1.

## **4. Структура и содержание дисциплины**

### **4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам**

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач.ед. (144 часа), их распределение по видам работ семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 1

## Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций (для 3++)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	1.1 Выполняет поиск необходимой информации, её критический анализ и обобщает результаты анализа для решения поставленной задачи	информационно-коммуникационные технологии для решения типовых задач гидравлики в профессиональной деятельности, формы представления анализа для решения поставленной задачи, в том числе с применением современных цифровых инструментов (Google Jamboard, Miro, Kahoot)	применять информационно-коммуникационные технологии для решения типовых задач гидравлики в профессиональной деятельности посредством электронных ресурсов, официальных сайтов	навыками применения информационно-коммуникационных технологий для решения типовых задач гидравлики в профессиональной деятельности, навыками публичного представления результатов решения конкретной задачи, навыками обработки и интерпретации информации с помощью программных продуктов Excel, Word, Power Point, Pictochart и др., осуществления коммуникации посредством Outlook, Miro, Zoom.
2.	ОПК-3	Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	3.5 Демонстрирует понимание физических явлений и применяет законы механики, термодинамики, электричества и магнетизма	знает физические явления и законы механики применительно к движущимся жидкостям	умеет применять законы механики при решении практических задач	владеет методиками гидравлического расчета систем трубопроводов с использованием современных вычислительных цифровых инструментов и программных продуктов (Excel, Mathcad. и др.)

### Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ в семестре

Вид учебной работы	Трудоёмкость		
	час.	в т.ч. по семестрам	
		№ 4	№ 5
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>144</b>	<b>36</b>	<b>108</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>12,4</b>	<b>2</b>	<b>10,4</b>
<b>Аудиторная работа</b>	<b>12,4</b>	<b>2</b>	<b>10,4</b>
<i>в том числе:</i>			
<i>лекции (Л)</i>	4	2	2
<i>лабораторные работы (ЛР)</i>	8	-	8
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,4	-	0,4
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>123</b>	<b>34</b>	<b>89</b>
<i>расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)</i>	40	10	30
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)</i>	74,4	24	50,4
<i>Подготовка к экзамену (контроль)</i>	8,6	-	8,6
Вид промежуточного контроля:	Экзамен		

## 4.2 Содержание дисциплины

### Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнёно)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ЛР	ПКР	
Введение в гидравлику	4,1	0,1	–	–	4
Раздел 1. Гидростатика	10,4	0,4	–	–	10
Раздел 2. Гидродинамика	21,5	1,5	–	–	20
<b>Всего за 3 курс</b>	<b>36</b>	<b>2</b>			<b>34</b>
Раздел 2. Гидродинамика	50,5	0,5	5	–	45
Раздел 3. Гидравлические машины	38	1	3	–	34
Раздел 4. Водоснабжение	10,5	0,5	–	–	10
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,4	–	–	0,4	–
<i>подготовка к экзамену (контроль)</i>	8,6				8,6
<b>Всего за 4 курс</b>	<b>108</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>0,4</b>	<b>97,6</b>
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>144</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>0,4</b>	<b>131,6</b>

<i>Раздел</i>	<i>Тема</i>	<i>Перечень рассматриваемых вопросов</i>
	<b><i>Введение в гидравлику</i></b>	Определение науки «Гидравлика». Понятия реальной и идеальной жидкости. Основные физические свойства жидкости. Силы, действующие на жидкость.
<b><i>1. Гидростатика</i></b>	Гидростатическое давление и его свойства	Гидростатическое давление, его свойства. Уравнение равновесия жидкости. Поверхности равного давления. Абсолютное равновесие. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля. Избыточное давление и вакуум. Сообщающиеся сосуды. Пьезометр и вакуумметр. Гидростатический напор.
	Сила гидростатического давления, действующая на плоские стенки и криволинейные поверхности.	Определение силы гидростатического давления на плоские стенки. Центр давления. Эпюры гидростатического давления. Гидростатический парадокс. Определение силы гидростатического давления на криволинейные поверхности. Закон Архимеда.
<b><i>2. Гидродинамика</i></b>	Основы технической гидродинамики. Уравнение Бернулли.	Основные понятия гидродинамики. Уравнение неразрывности. Уравнение Бернулли, его интерпретация.
	Режимы движения жидкости. Потери напора в трубопроводах при установившемся движении жидкости.	Два режима движения жидкости, число Рейнольдса. Виды гидравлических сопротивлений. Определение потерь напора по длине трубопровода при ламинарном и турбулентном режимах движения жидкости. Местные потери напора при турбулентном напорном движении.
	Истечение жидкости через отверстия и насадки	Истечение жидкости через отверстия и насадки при постоянном и переменном напоре. Полное, неполное, совершенное, несовершенное сжатие струи. Инверсия струи. Классификация гидравлических насадков.
	Гидравлика напорных трубопроводов.	Трубопроводы. Классификация трубопроводов. Гидравлический расчет коротких и длинных напорных трубопроводов. Параллельное и последовательное соединение труб, непрерывная раздача расхода. Гидравлический удар в трубопроводах.
<b><i>3. Гидравлические машины</i></b>	Гидравлические машины. Насосы.	Назначение и классификация гидравлических машин. Классификация насосов, принцип действия, основные параметры работы насосов. Рабочие характеристики центробежных насосов, пересчет на новую частоту вращения.
	Работа центробежного насоса на данный трубопровод	Работа центробежного насоса на данный трубопровод. Характеристика трубопровода. Рабочая точка насоса. Регулирование подачи. Параллельная и последовательная работа насосов на общий трубопровод. Предельная высота всасывания, кавитация.
<b><i>4. Водоснабжение</i></b>	Водоснабжение.	Система водоснабжения, основные элементы. Схемы водоснабжения из поверхностных и подземных источников. Нормы и режимы водопотребления. Неравномерность водопотребления. Определение потребности в воде. Требования, предъявляемые к качеству питьевой воды. Способы улучшения качества воды. Основные технологические схемы.



### 4.3 Лекции/лабораторные занятия

Таблица 4

#### Содержание лекций/лабораторного практикума и контрольные мероприятия

№ п/п	Название разделов, тем	№ и название лекций/ лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
<b>Введение в гидравлику</b>					
1.	Тема 1. Введение в гидравлику. Жидкость и ее основные физические свойства.	Лекция № 1. Введение в гидравлику. Жидкость и ее основные физические свойства.	УК-1 (УК-1.1) ОПК-3 (ОПК-3.5)		0,1
<b>Раздел 1. Гидростатика</b>					
2.	Тема 2. Гидростатическое давление и его свойства	Лекция № 2. Гидростатическое давление и его свойства. Приборы для измерения давления.	УК-1 (УК-1.1) ОПК-3 (ОПК-3.5)		0,2
	Тема 3. Сила гидростатического давления, действующая на плоские стенки и криволинейные поверхности.	Лекция № 3. Сила гидростатического давления, действующая на плоские стенки и криволинейные поверхности. Закон Архимеда.	УК-1 (УК-1.1) ОПК-3 (ОПК-3.5)		0,2
<b>Раздел 2. Гидродинамика</b>					
3.	Тема 4. Основы технической гидродинамики. Уравнение Бернулли.	Лекция № 4. Основы технической гидродинамики. Уравнение Бернулли.	УК-1 (УК-1.1) ОПК-3 (ОПК-3.5)		0,5
		Лабораторная работа № 2-1 «Исследование уравнения Бернулли»	УК-1 (УК-1.1) ОПК-3 (ОПК-3.5)	защита лабораторной работы	1
	Тема 5. Режимы движения жидкости. Потери напора в трубопроводах при установившемся движении жидкости.	Лекция № 5. Режимы движения жидкости. Потери напора в трубопроводах при установившемся движении жидкости.	УК-1 (УК-1.1) ОПК-3 (ОПК-3.5)		0,5
		Лабораторная работа № 2-2 «Исследование режимов движения жидкости. Определение числа Рейнольдса»	УК-1 (УК-1.1) ОПК-3 (ОПК-3.5)	защита лабораторной работы	1
		Лабораторная работа № 2-3 «Определение коэффициента гидравлического трения по длине трубы». с обработкой результатов эксперимента с использованием Excel или Mathcad.	УК-1 (УК-1.1) ОПК-3 (ОПК-3.5)	защита лабораторной работы	0,5
Лабораторная работа № 2-4 «Определение коэффициен-	УК-1 (УК-1.1)	защита лабораторной	0,5		

№ п/п	Название разделов, тем	№ и название лекций/ лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		тов местных сопротивлений» с обработкой результатов эксперимента с использованием Excel или Mathcad.	ОПК-3 (ОПК-3.5)	работы	
	Тема 6. Истечение жидкости через отверстия и насадки	Лекция № 6. Истечение жидкости через отверстия и насадки.	УК-1 (УК-1.1) ОПК-3 (ОПК-3.5)		0,5
		Лабораторная работа № 2-5 «Определение коэффициентов расхода, сжатия и скорости при истечении из отверстий и насадков»	УК-1 (УК-1.1) ОПК-3 (ОПК-3.5)	защита лабораторной работы	1
	Тема 7. Гидравлика напорных трубопроводов.	Лекция № 7. Основы гидравлического расчета напорных трубопроводов.	УК-1 (УК-1.1) ОПК-3 (ОПК-3.5)		0,5
		Лабораторная работа № 2-6 «Методы определения расхода жидкости. Расходомеры».	УК-1 (УК-1.1) ОПК-3 (ОПК-3.5)	защита лабораторной работы	0,5
		Лабораторная работа № 2-7 «Исследование гидравлического удара в напорном трубопроводе». Второй рубежный контроль.	УК-1 (УК-1.1) ОПК-3 (ОПК-3.5)	защита лабораторной работы	0,5
	<b>Раздел 3. Гидравлические машины.</b>				
3.	Тема 8. Гидравлические машины. Насосы.	Лекция № 8. Гидравлические машины. Насосы.	УК-1 (УК-1.1) ОПК-2 (ОПК-2.5) ОПК-3 (ОПК-3.5)		0,5
		Лабораторная работа № 3-1 «Испытание центробежного насоса»	УК-1 (УК-1.1) ОПК-3 (ОПК-3.5)	защита лабораторной работы	1
	Тема 9. Работа центробежного насоса на данный трубопровод.	Лекция № 9. Работа центробежного насоса на данный трубопровод	УК-1 (УК-1.1) ОПК-3 (ОПК-3.5)		0,5
		Лабораторная работа № 3-2 «Параллельная и последовательная работа насосов»	УК-1 (УК-1.1) ОПК-3 (ОПК-3.5)	защита лабораторной работы	1
		Лабораторная работа № 3-3 «Построение характеристики трубопровода»	УК-1 (УК-1.1) ОПК-3 (ОПК-3.5)	защита лабораторной работы	0,5
		Лабораторная работа № 3-4 «Подбор насоса по каталогу».	УК-1 (УК-1.1) ОПК-3 (ОПК-3.5)	защита лабораторной работы	0,5
		<b>Раздел 4. Водоснабжение</b>			
4.	Тема 10. Водоснабжение	Лекция № 10. Система водоснабжения, основные элементы. Водоподготовка.	УК-1 (УК-1.1) ОПК-3 (ОПК-3.5)		0,5

## Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	Название разделов, тем	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Введение в гидравлику</b>		
1.	Тема 1. Введение в гидравлику. Жидкость и ее основные физические свойства.	История развития науки «Гидравлика». Основоположники современной гидравлики. Особые состояния жидкости. Уникальные свойства воды при температуре 4 <sup>0</sup> С. (УК-1 (УК-1.1)).
<b>Раздел 1. Гидростатика</b>		
2.	Тема 2. Гидростатическое давление и его свойства	Графическая интерпретация основного уравнения гидростатики. Способы измерения гидростатического давления. Современные приборы для измерения гидростатического давления. (УК-1 (УК-1.1)).
4.	Тема 3. Сила гидростатического давления, действующая на плоские стенки и криволинейные поверхности.	Графоаналитический метод определения силы давления. Теория плавания тел. (УК-1 (УК-1.1)).
<b>Раздел 2. Гидродинамика</b>		
6.	Тема 4. Основы технической гидродинамики. Уравнение Бернулли.	Кинематика жидкости. (УК-1 (УК-1.1)).
7.	Тема 5. Режимы движения жидкости. Потери напора в трубопроводах при установившемся движении жидкости.	Турбулентные потоки. Определение скорости напряжения. Пульсационные составляющие. График Никурадзе, характеристика зон и областей сопротивления. Потери напора при неравномерном движении жидкости (УК-1 (УК-1.1)).
9.	Тема 6. Истечение жидкости через отверстия и насадки	Истечение через малые отверстия в тонкой стенке и насадки при переменном напоре. (УК-1 (УК-1.1)).
10.	Тема 7. Гидравлика напорных трубопроводов.	Гидравлический расчет кольцевой сети трубопроводов. Защита от воздействия гидравлических ударов. Использование гидравлического удара для очистки водопроводных труб от отложений. (УК-1 (УК-1.1)).
<b>Раздел 3. Гидравлические машины.</b>		
12.	Тема 8. Гидравлические машины. Насосы.	Особенности конструкции и принцип действия роторных (шестеренные, винтовые), роторно-шиберных, поршеньковых насосов. Основы теории подобия лопастных насосов. (УК-1 (УК-1.1)).
13.	Тема 9. Работа центробежного насоса на данный трубопровод.	Условия работы нескольких центробежных насосов на общий трубопровод. (УК-1 (УК-1.1)).
<b>Раздел 4. Водоснабжение</b>		
14.	Тема 10. Водоснабжение.	Запасные и регулирующие сооружения. Напоры в системах водоснабжения. Зонирование трубопроводной сети. Оборудование и приборы на водопроводной сети. Состав природных вод. Требования, предъявляемые к ним различными водопотребителями. Водоподъемники: шнуровые, ленточные. Средства автоматизации подачи и распределе-

№ п/п	Название разделов, тем	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
		ния воды. Механизация водораспределения. Дождевальные машины. (УК-1 (УК-1.1)).

## 5. Образовательные технологии

В процессе преподавания дисциплины «Гидравлика» в совокупности с традиционной (объяснительно-иллюстративной) технологией обучения используются инновационные технологии.

Согласно учебному плану и графику учебного процесса для организации процесса освоения студентами дисциплины используются следующие формы теоретического и практического обучения:

- *основные формы теоретического обучения:* лекции, консультации, экзамены.
- *основные формы практического обучения:* лабораторные занятия.
- *дополнительные формы организации обучения:* расчетно-графическая работа..
- *информационные:* иллюстрация слайд-презентаций, самостоятельная работа студентов с электронными образовательными ресурсами, учебно-методическим порталом при подготовке к лекциями и лабораторным работам;
- *активного обучения:* консультации по сложным, непонятным вопросам; опережающая самостоятельная работа студентов по изучению нового материала до его изучения в ходе аудиторных занятий; работа в команде при выполнении лабораторных работ;
- *интерактивное обучение:* посещение специализированных выставок (экскурсии).

В процессе реализации форм обучения предполагается применение различных методов и средства обучения, соответствующих традиционной и инновационным технологиям.

Таблица 6

### Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	
1.	Тема 1. Введение в гидравлику. Жидкость и ее основные физические свойства..	Л	Иллюстрация слайд-презентаций. Проблемная лекция.
		ЛР	Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении лабораторных работ. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов, самостоятельная работа студентов с электронными образовательными ресурсами, учебно-методическим порталом..
2.	Тема 2. Гидростатическое давление и его свойства	Л	Иллюстрация слайд-презентаций. Проблемная лекция.
		ЛР	Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении лабораторных работ. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов, самостоятельная работа студентов с электронными образовательными ресурсами, учебно-методическим порталом..
4.	Тема 3. Сила гидростатического давления, действующая на плоские стенки и криволинейные поверхности.	Л	Иллюстрация слайд-презентаций. Проблемная лекция.
		ЛР	Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении лабораторных работ. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов, самостоятельная работа студентов с электронными образовательными ресурсами, учебно-методическим порталом.
6.	Тема 4. Основы технической гидродинамики. Уравнение Бернулли.	Л	Иллюстрация слайд-презентаций. Проблемная лекция.
		ЛР	Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении лабораторных работ. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов, самостоятельная

			работа студентов с электронными образовательными ресурсами, учебно-методическим порталом.
7.	Тема 5. Режимы движения жидкости. Потери напора в трубопроводах при установившемся движении жидкости.	Л	Иллюстрация слайд-презентаций. Проблемная лекция.
		ЛР	Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении лабораторных работ. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов, самостоятельная работа студентов с электронными образовательными ресурсами, учебно-методическим порталом..
9.	Тема 6. Истечение жидкости через отверстия и насадки	Л	Иллюстрация слайд-презентаций. Проблемная лекция.
		ЛР	Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении лабораторных работ. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов, самостоятельная работа студентов с электронными образовательными ресурсами, учебно-методическим порталом.
10.	Тема 7. Гидравлика напорных трубопроводов.	Л	Иллюстрация слайд-презентаций. Проблемная лекция.
		ЛР	Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении лабораторных работ. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов, самостоятельная работа студентов с электронными образовательными ресурсами, учебно-методическим порталом.
12.	Тема 8. Гидравлические машины. Насосы.	Л	Иллюстрация слайд-презентаций. Проблемная лекция.
		ЛР	Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении лабораторных работ. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов, самостоятельная работа студентов с электронными образовательными ресурсами, учебно-методическим порталом.
13.	Тема 9. Работа центробежного насоса на данный трубопровод.	Л	Иллюстрация слайд-презентаций. Проблемная лекция.
		ЛР	Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении лабораторных работ. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов, самостоятельная работа студентов с электронными образовательными ресурсами, учебно-методическим порталом.
14.	Тема 10. Водоснабжение.	Л	Иллюстрация слайд-презентаций.
		ЛР	Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении лабораторных работ. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов. Экскурсия в «Музей воды» Мосводоканала.
		ЛР	Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении лабораторных работ. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов, самостоятельная работа студентов с электронными образовательными ресурсами, учебно-методическим порталом.

## 6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

### 6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

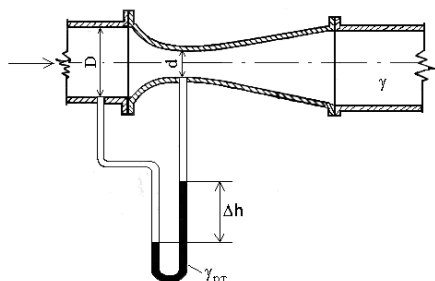
#### Расчетно-графическая работа (РГР).

Задание на РГР включает в себя 7 задач: 6 разновариантных задач примерно одного уровня сложности и 1 комплексную задачу. Каждая из задач, включенных в задание по РГР, представляет одну из тем курса дисциплины «Гидравлика».

Перечень тем, рассматриваемых в РГР, следующий: жидкости и их физические свойства; приборы для измерения давления; сила гидростатического давления, действующая на плоские стенки и криволинейные поверхности; основы технической гидродинамики; основы гидравлического расчета напорных трубопроводов; система водоснабжения.

Примеры условий типовых задач расчетно-графической работы приведен ниже.

### Задача 1.



Для измерения расхода жидкости на трубопроводе диаметром  $D = \underline{\hspace{1cm}}$  мм установлен расходомер Вентури. Наименьшее сечение расходомера  $d = \underline{\hspace{1cm}}$  мм. Разность уровней дифференциального манометра равно  $\Delta h \underline{\hspace{1cm}}$  мм рт. ст. Жидкость, протекающая по трубопроводу, керосин с удельным весом  $7750 \text{ Н/м}^3$ , режим движения турбулентный ( $Re = 500\,000$ ) Определить теоретический расход жидкости. Коэффициент  $\alpha$  принять равными 1.

Вариант №	1	2	3	4	5
$D$ , мм	175	200	225	250	275
$d$ , мм	40	60	80	100	120
$\Delta h$ , мм рт. ст	650	675	690	700	725

### Задача 7.

Рассчитать тупиковый водопровод, обслуживающий населенный пункт.

Необходимо определить:

- расчетные расходы на участках водопровода и диаметр трубопроводов;
- общие потери напора по участкам и необходимую высоту водонапорной башни;
- построить напорную и пьезометрическую линии;
- используя кривую суммарного водопотребления и прямую суммарной подачи водонапорной станции, определить регулируемую емкость бака водонапорной башни;
- выбрать типовой проект башни;
- определить необходимую подачу и напор погружного насоса, подающего воду в систему и выбрать марку насос.

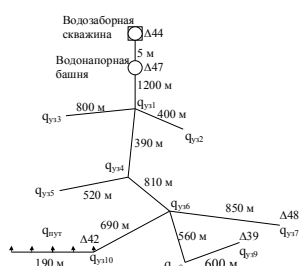


Схема систем водоснабжения

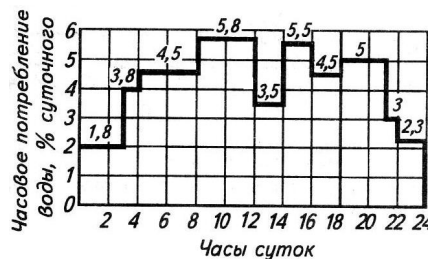


График суточного водопотребления

### Исходные данные

Таблица 1

Максимальное суточное водопотребление, м <sup>3</sup> /сут.		150
деление пикового часового расхода по узлам водопровода	$Q_{y31}$	1
	$Q_{y32}$	15
	$Q_{y33}$	10,3
	$Q_{y34}$	9

	$Q_{y35}$	6
	$Q_{y36}$	5
	$Q_{y37}$	7
	$Q_{y38}$	3
	$Q_{y39}$	13
	$Q_{y310}$	15
Путевой расход, л/(с·м)		0,002
Минимальный свободный напор, м		8
Материал труб		асбестоцементные
Время непрерывной работы погружного насоса, ч.		с 6 до 16
Заглубление погружного насоса под динамический уровень, м		1
Расстояние от поверхности земли до динамического уровня воды в скважине, м		30

**Лабораторные работы** (ЛР) направлены на практическое закрепление теоретического материала дисциплины «Гидравлика», в результате чего студент должен знать основы гидравлики систем водоснабжения и использования водных ресурсов в сельском хозяйстве.

В курсе «Гидравлика» предполагается выполнение 7 лабораторных работ в разделе «Гидродинамика», 4 – в разделе «Гидравлические машины». Допуск к выполнению ЛР происходит при условии освоения материала и наличия у студентов подготовленной таблицы опытных данных в журнале лабораторных работ. Отчет по лабораторной работе представляется с полностью обработанными результатами измерений, графическим материалом (при необходимости), выводами по работе. Защита отчета в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя, решение задачи по теме лабораторной работы.

**Пример перечня вопросов при защите лабораторной работы № 2-1 «Исследование уравнения Бернулли».**

1. Как записывается уравнение Бернулли для элементарной струйки и для потока реальной (вязкой) жидкости при установившемся плавно изменяющемся движении? Чем они отличаются?
2. Как записывается уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости?
3. Как записывается уравнение Бернулли для напорного движения жидкости в горизонтальной цилиндрической трубе?
4. Как показывается на графике напорная линия (линия полной удельной энергии) для идеальной жидкости?
5. Почему измеренные в лабораторной работе скорости  $u$  осевой струйки в различных сечениях больше средних скоростей  $v$  в тех же сечениях?
6. Как определить давление в любом сечении трубопровода по построенной в масштабе пьезометрической линии  $P-P$ ?
7. Как определить среднюю скорость  $v$  в любом сечении потока по построенным в масштабе напорной и пьезометрической линиям?
8. При каких условиях линии полной удельной энергии (напорная линия)  $E-E$  и пьезометрическая линия  $P-P$  параллельны? Имеются ли такие условия на лабораторном стенде?
9. В чем заключается геометрический смысл уравнения Бернулли?
10. В чем заключается физический смысл уравнения Бернулли?

**Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (экзамен)**

№ п.п.	Вопрос
1.	Наука «Гидравлика», история развития, современное состояние.
2.	Основные физические свойства жидкости.
3.	Приборы для измерения плотности, удельного веса и вязкости.
4.	Силы и напряжения, действующие в жидкости. Гидростатическое давление и его свойства.
5.	Дифференциальные уравнения равновесия жидкости (уравнения Эйлера).
6.	Основное уравнение гидростатического давления.
7.	Гидростатический напор. Показать на чертеже сосуда с жидкостью и пьезометрами гидростатический напор и его составные части.
8.	Пьезометрический напор. Показать на чертеже сосуда с жидкостью и пьезометрами пьезометрический напор и его составные части.
9.	Понятие абсолютного давления, избыточного давления и вакуума. Их измерение.
10.	Закон Паскаля. Принцип устройства и расчета гидравлического пресса.
11.	Использование законов Паскаля и сообщающихся сосудов в гидростатических машинах.
12.	Приборы для измерения давления жидкости.
13.	Определение силы гидростатического давления жидкости на плоскую стенку. Центр давления.
14.	Гидростатический парадокс.
15.	Построение эпюр гидростатического давления жидкости на плоские и ломаные стенки.
16.	Определение силы гидростатического давления жидкости на криволинейную поверхность.
17.	Определение вертикальной составляющей силы гидростатического давления на криволинейную поверхность. Построение тела давления.
18.	Определение горизонтальной составляющей силы гидростатического давления на криволинейную поверхность.
19.	Объяснить следующие понятия: расход, средняя скорость, смоченный периметр, гидравлический радиус. Вывести уравнение неразрывности для потока жидкости.
20.	Объяснить следующие понятия: установившееся и неустановившееся движение, траектория и линия тока, напорное и безнапорное движение потока, равномерное движение потока.
21.	Вывести уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости и объяснить физический и геометрический смысл входящих в него членов.
22.	Вывести уравнение Бернулли для потока идеальной жидкости. Объяснить физический и геометрический смысл входящих в него членов.
23.	Вывести уравнение Бернулли для потока реальной жидкости и объяснить физический и геометрический смысл входящих в него членов.
24.	Объяснить геометрический и физический смысл уравнения Бернулли для потока реальной жидкости.
25.	Режимы движения жидкости. Число Рейнольдса и его критическое значение.
26.	Определение потерь напора при напорном движении жидкости в круглых трубах.
27.	Формула Дарси. Определение коэффициента $\lambda$ в зависимости от режима движения жидкости.
28.	Гидравлически гладкие и шероховатые поверхности. От чего зависит коэффициент $\lambda$ в указанных условиях движения жидкости в трубопроводах.
29.	От каких факторов и как зависят потери энергии, коэффициент Дарси при ламинарном и при турбулентном режиме движения жидкости.



30.	Местные сопротивления и местные потери напора. Принцип сложения потерь.
31.	Опытное определение местных потерь напора и коэффициентов местных потерь.
32.	Объяснить следующие понятия: малое отверстие, тонкая стенка, сжатие струи, полное сжатие, совершенное сжатие, инверсия струи.
33.	Вывести формулу для определения скорости истечения жидкости через отверстие в тонкой стенке в атмосферу при постоянном напоре. Дать понятия коэффициентов скорости, сжатия, расхода.
34.	Вывести формулу для определения расхода истечения жидкости через отверстие в тонкой стенке в атмосферу при постоянном напоре. Дать понятия коэффициентов скорости, сжатия, расхода.
35.	Классификация насадков. Особенности истечения через насадки.
36.	Методы и приборы для измерения расхода жидкости.
37.	Гидравлический удар в трубах. Формула профессора Н.Е. Жуковского.
38.	Виды гидравлического удара. Определение повышения давления при различных видах удара.
39.	Методы предотвращения и борьбы с гидравлическим ударом.
40.	Классификация трубопроводов.
41.	Гидравлический расчет коротких трубопроводов. Типы решаемых задач.
42.	Гидравлический расчет коротких трубопроводов. Выбор сечений для составления уравнения Бернулли.
43.	Методика расчета короткого трубопровода.
44.	Длинные трубопроводы.
45.	Гидравлический расчет длинных трубопроводов. Типы решаемых задач.
46.	Тупиковые трубопроводы. Особенности гидравлического расчета.
47.	Общая классификация насосов. Принцип действия насосов различных классов.
48.	Устройство и принцип действия центробежных насосов. Область их применения, пуск в ход, регулирование подачи, достоинства и недостатки.
49.	Что такое напор насоса? Вывести эксплуатационную формулу напора насоса.
50.	Напор насоса. Вывод проектной формулы напора.
51.	Определение напора насоса по показаниям приборов (эксплуатационная формула).
52.	Основное уравнение работы центробежного насоса.
53.	Рабочие характеристики $H-Q$ , $N-Q$ , $\eta-Q$ центробежных насосов. Как они получаются на практике?
54.	Работа центробежного насоса на данный трубопровод. Характеристика трубопровода и ее построение. Рабочая точка.
55.	Как подобрать насос по рабочим характеристикам?
56.	Параллельная и последовательная работа центробежных насосов на общий трубопровод.
57.	Пересчет рабочей характеристики $H-Q$ центробежного насоса на новую частоту вращения.
58.	Схемы систем водоснабжения с забором воды из поверхностного и подземного водоисточников. Основные элементы схемы.
59.	Схемы систем водоснабжения с забором воды из поверхностного водоисточника. Основные элементы схемы.
60.	Суточная и часовая неравномерность водопотребления. Определение расчетного (пикового) расхода.
61.	Производительность и напор водопроводной насосной станции.
62.	Определение емкости бака водонапорной башни.

63.	Определение высоты водонапорной башни.
64.	Эрлифт, схема и принцип действия.
65.	Пневматическая водоподъемная установка. Схема и принцип действия.
66.	Водоструйная водоподъемная установка. Схема и принцип действия.
67.	Требования, предъявляемые к качеству питьевой воды.
68.	Способы улучшения качества воды.
69.	Технологические схемы очистки воды
70.	Пригодность источника водоснабжения определяется следующими основными требованиями. Санитарная охрана источников водоснабжения и водопроводных сооружений.

## 6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Оценка текущей работы и промежуточный контроль знаний студентов осуществляется на основе традиционной системы контроля и оценки успеваемости. Традиционная система контроля и оценки успеваемости студентов представлена критериями выставления оценок «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо» и «отлично».

Таблица 7

### Критерии оценивания защиты лабораторных работ

Оценка	Критерии оценивания
«зачет»	студент представил отчет по выполненной лабораторной работе, правильно ответил на контрольные вопросы, решил задачу по теме лабораторной работы.
«незачет»	студент представил отчет по выполненной лабораторной работе, не ответил на контрольные вопросы или не решил задачу по теме лабораторной работы.

Расчетно-графическая работа (РГР) состоит из 7 разнвариантных задач по темам изучаемого курса дисциплины «Гидравлика» предполагающих выполнение гидравлических расчетов, построение гидравлических схем, графиков или диаграмм. Студенты самостоятельно выполняют РГР и представляют ее в рукописном или печатном виде на листах формата А4. РГР не может быть принята и подлежит доработке в случае: отсутствия необходимого графического материала или отсутствие в графическом материале необходимых обозначений (силы, давления, расстояния, площади и т.д.), используемых в расчете; некорректной обработки результатов расчетов. Выполнение РГР является обязательным элементом, влияющим на допуск, к сдаче экзамена по дисциплине.

Таблица 7а

### Критерии оценивания РГР

Оценка	Критерии оценивания
«зачет»	студент самостоятельно и в полном объеме выполнил РГР, логично, последовательно и аргументировано изложил решение задач.
«незачет»	студент не в полном объеме выполнил РГР.

При получении неудовлетворительной оценки по «РГР», она подлежит исправлению и повторной сдаче.

### Критерии оценивания промежуточного контроля:

К экзамену допускается студент, полностью выполнивший все виды учебной и самостоятельной работы и сдавший отчетные материалы.

Экзамен проводится в устной форме, в виде доклада студента по каждому экзаменационному вопросу с представлением на листе ответа: уравнений, формул, расчетных схем, графиков и т.п. и ответов (если потребуется) на дополнительные вопросы преподавателя.

Качество освоения дисциплины, уровень сформированности заявленных компетенций, знания и умения студента оцениваются в соответствии с традиционной технологией.

## Критерии оценивания результатов обучения

Таблица 8

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку <b>«отлично»</b> заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. <b>Компетенции</b> , закреплённые за дисциплиной, <b>сформированы на уровне – высокий.</b>
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку <b>«хорошо»</b> заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки. <b>Компетенции</b> , закреплённые за дисциплиной, <b>сформированы на уровне – хороший (средний).</b>
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку <b>«удовлетворительно»</b> заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы. <b>Компетенции</b> , закреплённые за дисциплиной, <b>сформированы на уровне – достаточный.</b>
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку <b>«неудовлетворительно»</b> заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. <b>Компетенции</b> , закреплённые за дисциплиной, <b>не сформированы.</b>

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1 Основная литература

1. Гидравлика: Учебник / А.П. Исаев, Н.Г. Кожевникова, А.В. Ещин – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. – 420 с.
2. Кожевникова Н.Г., Тогунова Н.П., Ещин А.В., Шевкун Н.А., Кривчанский В.Ф. Практикум по гидравлике: Учебное пособие М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. – 428 с.
3. Гидравлика и гидравлические машины. Лабораторный практикум: Учебное пособие. / Н.Г. Кожевникова, А.В. Ещин, Н.А. Шевкун, А.В. Драный, В.А. Шевкун, А.А. Цымбал, Б.Т. Бекишев - СПб.: Издательство «Лань», 2016. - 352 с.: ил. - Режим доступа <https://e.lanbook.com/reader/book/76272/#1>
4. Механика жидкости и газа: учебное пособие / Н.Г. Кожевникова, Н.А. Шевкун, А.В. Драный / ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. – М.: ООО «Мегаполис», 2021. – 161.

5. Гидравлика и гидропневмопривод: Учебное пособие для выполнения расчетно-графической работы по курсу «Гидравлика» / Н.Г. Кожевникова, Н.А. Шевкун, А.В. Драный, В.А. Шевкун / ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. – М.: ООО «Мегаполис», 2023. – 95 с. <https://sdo.timacad.ru/mod/folder/view.php?id=45873>

## **7.2 Дополнительная литература**

1. Журба М.Г., Соколов Л.И., Говорова Ж.М. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений. Учебное пособие. Т.1. – М.: Издательство АСВ, 2003. – 288 с.
2. Журба М.Г., Соколов Л.И., Говорова Ж.М. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений. Учебное пособие. Т.2. – М.: Издательство АСВ, 2004. – 494 с.
3. Журба М.Г., Соколов Л.И., Говорова Ж.М. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений. Учебное пособие. Т.3. – М.: Издательство АСВ, 2004. – 256 с.
4. Калекин А. А. Гидравлика и гидравлические машины: Учебное пособие. – М.: Мир, 2005. – 512 с.
5. Орлов В.А., Квитка Л.А. Водоснабжение: Учебник. – И.: ИНФРА-М, 2015. – 443 с.
6. Шевелев Ф.А., Шевелев А.Ф. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб: Справочное пособие. 9-е изд. – М.: ООО «БАСЕТ», 2007. – 336 с.

## **7.3 Нормативные правовые акты**

1. ГОСТ 2.704-2011 Единая система конструкторской документации. Правила выполнения гидравлических и пневматических схем.
2. СП 31.13330.2021 «СНиП 2.04.02-84\*. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения».
3. ГОСТ Р 51232-98 «Вода питьевая. Общие требования к организации методам контроля качества».
4. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»

## **7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям**

1. Кожевникова Н.Г. Гидростатика: методические указания / Н.Г. Кожевникова, А.В. Ещин, Н.А. Шевкун, А. В. Драный ; Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева. – Москва : РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, 2018. – 84 с.– Текст : электронный.
2. Кожевникова Н.Г. Гидродинамика : практикум/ Н.Г. Кожевникова, А.В. Ещин, Н.А. Шевкун[и др.] ; Российский государственный аграрный университет –МСХА имени К.А. Тимирязева. - Москва: РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2019. –154 с.–Текст : электронный. DOI: 10.34677/2019.049
3. Кожевникова Н.Г., Ещин А.В., Шевкун Н.А. и др. Гидравлика, гидромашин и сельскохозяйственное водоснабжение Часть 3. Гидравлические машины: Практикум / Н.Г. Кожевникова, А.В. Ещин, Н.А. Шевкун, А.В. Драный. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2016. 82 с.
4. Кожевникова Н.Г., Ещин А.В., Шевкун Н.А., Драный А.В. Журнал лабораторных работ по дисциплинам «Гидравлика», «Гидравлика и гидравлические машины», «Гидрогазодинамика» и «Водоснабжение» / Кожевникова Н.Г., Ещин А.В., Шевкун Н.А., Драный А.В. – М.: ООО «УМЦ «Триада», 2021. – 44 с.
5. Исаев А.П., Кожевникова Н.Г., Ещин А.В. и др. Насосы: Методическое пособие. – М.: МГАУ, 2008 г. – 80 с.

## 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. <http://www.agrovodcom.ru> ООО «Агроводком» официальный дилер крупнейших производителей насосного оборудования России (открытый доступ).
2. <http://library.timacad.ru> Электронно-библиотечная система ЦНБ имени Н.И. Железнова ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (открытый доступ).
3. <http://rucont.ru> Электронно-библиотечная система «Национальный цифровой ресурс РУКОНТ» (открытый доступ).
4. <http://www.techgidravlika.ru> Информационно-справочная система (открытый доступ).

## 9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 9

### Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1	Раздел 1 «Гидравлика» Раздел 2 «Гидравлические машины» Раздел 3 «Гидравлические машины» Раздел 4 «Водоснабжение»	Microsoft Office 365	Офисный пакет	Microsoft	2021

## 10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Таблица 10

### Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	2
23 корпус, 7 аудитория	1.Экран ClassicLyra (Инв.№ 410134000001609) 2. Проектор BenQMX711 (Инв. № 410134000001611) 3. Доска настенная 3-элементная (Инв. № 210136000005980)
23 корпус, 7а лаборатория	1. Стенд гидравлический универсальный лабораторный ГУЛС-1 (Инв.№ 210134000002961) 2. Стенд гидравлический универсальный лабораторный ГУЛС-2 “Гидростатика” (Инв.№ 210134000002962) 3. Стенд лабораторный по исследованию работы пневматической водоподъемной установки (Инв.№ 210134000002963)

	4. Манометр МТ2С-712М1-1-0-10 (Инв. №210134000002454) 4. Емкость для воды (Инв.№210134000001926) 5. Макет ГСТ (Инв.№ 410134000001760) 6. Система трубопроводов на станине с гидроемкостью (Инв.№ 210134000002785) 7. Датчик расхода с индикацией параметров (Инв.№210134000002783) 8. Датчик давления –2 шт. (Инв.№210134000002782; 210134000002781). 9. Шкаф системы управления с индикаторами (Инв.№210134000002784). 10. Центробежные насосы –2шт. (Инв. № 210134000002779; 210134000002780)
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, включающая 9 читальных залов (в том числе 5 компьютеризированных), организованных по принципу открытого доступа и оснащенных WI-FI, Интернет-доступом.	
Общежитие № 4, № 5 и № 11, комната для самоподготовки.	

## 11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

Образовательный процесс по дисциплине организован в форме учебных занятий (контактная работа (аудиторной и внеаудиторной) обучающихся с преподавателем и самостоятельная работа обучающихся). Учебные занятия представлены следующими видами, включая учебные занятия и проведение текущего контроля успеваемости:

- лекции (занятия лекционного типа);
- лабораторные работы;
- групповые консультации;
- индивидуальные консультации и иные учебные занятия, предусматривающие индивидуальную работу преподавателя с обучающимся;
- самостоятельная работа обучающихся;
- занятия иных видов.

На учебных занятиях обучающиеся выполняют запланированные настоящей программой отдельные виды учебных работ, в том числе отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

### Виды и формы отработки пропущенных занятий

Студент, пропустивший лекционное занятие, обязан самостоятельно проработать пропущенную тему (раздел), предоставить преподавателю конспект пропущенной лекции и ответить в устной форме на вопросы задаваемые преподавателем по теме лекции.

Пропущенные лабораторные работы отрабатываются в конце семестра в соответствии с установленным кафедрой графиком отработок. Перед отработкой лабораторной работы студент самостоятельно изучает теоретический материал по теме работы, порядок ее проведения и методику обработки опытных данных. Данные полученные при выполнении пропущенной лабораторной работы заносит в заранее подготовленный отчет. После обработки опытных данных оформленный должным образом отчет о выполнении лабораторной работы предоставляется ведущему преподавателю для защиты.

## 12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

Наилучшей формой организации обучения дисциплине «Гидравлика» представляется такая, при которой все виды учебных занятий (лекция, лабораторные занятия) образуют единый взаимосвязанный учебный процесс. Главным звеном этого процесса являются лекции, на которых налагается основное содержание курса и дается научная и методическая установка в изучении преподаваемой дисциплины. При условии своевременного закрепления лекционного материала на групповых занятиях и в процессе выполнения домашних заданий студенты являются на очередные лекции достаточно подготовленными для их прослушивания и усвоения.

Во время лекций демонстрация слайдов или презентаций является предпочтительнее. Применение слайдов и презентаций требует тщательной работы, по методическому обеспечению таких занятий: отбор необходимых фрагментов фильмов и слайдов, подбор иллюстраций и чертежей, проверка качества их демонстрации, затрачиваемого времени и т.д.

Проведение лабораторных работ является одним из важнейших элементов закрепления пройденного материала, а также приобретения практических навыков студентами.

Лабораторные работы целесообразнее проводить с подгруппой. Необходимо заранее известить студентов о теме будущего лабораторного занятия, указать на необходимость самостоятельного ознакомления с:

- целью лабораторной работы;
- теоретическим материалом, необходимым для выполнения данной работы;
- порядком выполнения работы и снятием экспериментальных данных;
- методикой обработки полученных в процессе лабораторной работы результатов;
- подумать о выводах, которые необходимо сделать в конце работы.

На лабораторную работу студент должен прийти с подготовленным конспектом лабораторной работы.

Все лабораторные работы должны быть оформлены в отдельном «Журнале для лабораторных работ». Это может быть отдельная тетрадь, в которой студент на основе методических рекомендаций для проведения лабораторной работы, разработанных кафедрой, готовит свой персональный конспект, либо отдельный разработанный и изданный кафедрой макет конспекта лабораторной работы.

При достаточной технической оснащённости учебной лаборатории кафедры студенты выполняют лабораторную работу, предварительно разбившись по «бригадам», включающим в себя по 4 – 5 студентов. Если же нет такой технической возможности, то лабораторная работа выполняется сразу всей подгруппой или  $\frac{1}{2}$  подгруппы. При этом преподаватель распределяет между студентами обязанности по выполнению лабораторной работы, стараясь задействовать в работе как можно больше студентов.


Перед проведением лабораторной работы преподаватель или ассистирующий ему инженер (лаборант) учебной лаборатории проводит инструктаж по технике безопасности.

После снятия опытных данных студенты обрабатывают результаты эксперимента, строят графики (если они предусмотрены в работе), делают выводы по работе.

После выполнения лабораторной работы целесообразно проводить ее «защиту». Это позволяет студентам еще раз повторить и осмыслить пройденный материал, а преподавателю оценить степень усвоения пройденного студентами материала.

**Программу разработала:**

Кожевникова Н.Г., к.т.н., доцент



(подпись)

## РЕЦЕНЗИЯ

### на рабочую программу дисциплины «Гидравлика» ОПОП ВО по направлению 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника направленности – Электроснабжение, Распределительные электрические сети (квалификация выпускника – бакалавр)

Андреевым Сергеем Андреевичем, к.т.н., доцентом кафедры автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородина Института механики и энергетики им. В.П. Горячкина РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Гидравлика» по направлению 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника направленности – Электроснабжение; Распределительные электрические сети (квалификация выпускника – бакалавр) разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре «Теплотехника, гидравлика и энергообеспечение предприятий (разработчик – Кожевникова Н.Г., и.о.зав.кафедрой, к.т.н., доцент).

Рассмотрев представленные на рецензирование материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Гидравлика» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника. Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

2. Представленная в Программе **актуальность** учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к обязательной части учебного цикла – Б1.

3. Представленные в Программе **цели** дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника. шифр.

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Гидравлика» закреплено две **компетенции**. Дисциплина «Гидравлика» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях. Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

5. Общая трудоёмкость дисциплины «Гидравлика» составляет 4 зачётных единицы (144 часа).

6. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Гидравлика» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника и возможность дублирования в содержании отсутствует.

7. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

8. Программа дисциплины «Гидравлика» предполагает занятия в интерактивной форме.

9. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника.

10. Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзамена, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины обязательной части учебного цикла – Б1 ФГОС ВО направления 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника.



11. Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

12. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 5 источника (базовый учебник), дополнительной литературой – 6 наименований, Интернет-ресурсы – 4 источника и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника.

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Гидравлика» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

14. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Гидравлика».

### **ОБЩИЕ ВЫВОДЫ**

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Гидравлика» ОПОП ВО по направлению 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника, направленности – Электроснабжение, Распределительные электрические сети. (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная Кожевниковой Н.Г., к.т.н., доцентом соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Андреев С.А., доцент кафедры автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородина,  
кандидат технических наук

« 17 » 06 2023  
г.