

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Бенин Дмитрий Михайлович

Должность: И.о. директора института мелиорации, водного хозяйства и

строительства имени А.Н. Костякова

Дата подписания: 15.07.2021 09:00:17

Уникальный программный ключ: dcb6dc8315334aed86f2a7c3ad0e2af517ae1e29



1) 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 мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова

Кафедра комплексного использования водных ресурсов и гидравлики

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова

Д.М. Бенин

09 2021 г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ Б1.0.17 ГИДРАВЛИКА

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 20.03.02 Природообустройство и водопользование

Направленности:

Экспертиза и управление земельными ресурсами

Инженерные системы водоснабжения, обводнения и водоотведения

Управление водными ресурсами и природоохранные гидротехнические сооружения

Курс 2

Семестр 4

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2021 г.

Москва, 2021

Разработчик : И.Е. Козырь к.т.н., доцент \_\_\_\_\_  
(ФИО, ученая степень, ученое звание) «25» 08 2021 г.

Рецензент: А.В. Перминов, к.т.н., доцент \_\_\_\_\_  
(ФИО, ученая степень, ученое звание) (подпись) «25» 08 2021 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, ПООП по направлению подготовки 20.03.02 Природообустройство и водопользование и учебного плана

Программа обсуждена на заседании кафедры комплексного использования водных ресурсов и гидравлики протокол № 1 от «25» августа 2021г.

Зав. кафедрой Бакштанин А.М., к.т.н., доцент \_\_\_\_\_  
(ФИО, ученая степень, ученое звание) (подпись) «25» 08 2021 г.

**Согласовано:**

Председатель учебно-методической комиссии института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова  
Смирнов А.П., к.т.н., доцент \_\_\_\_\_

(ФИО, ученая степень, ученое звание) (подпись) «25» 08 2021 г.

Заведующий выпускающей кафедрой комплексного использования водных ресурсов и гидравлики Бакштанин А.М., к.т.н., доцент \_\_\_\_\_

(ФИО, ученая степень, ученое звание) (подпись) «25» 08 2021 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ \_\_\_\_\_

(подпись) Ершова А.С.

## 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>5</b>
<b>3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), 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.....	8
4.3 ЛЕКЦИИ/ЛАБОРАТОРНЫЕ/ПРАКТИЧЕСКИЕ/ ЗАНЯТИЯ.....	12
<b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....</b>	<b>18</b>
<b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>19</b>
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....	19
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ .....	22
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> <b>ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.</b>	
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	25
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	<b>ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.</b>
7.3 НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ .....	<b>ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.</b>
7.4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ..	<b>ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.</b>
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....</b>	<b>25</b>
<b>9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ) .....</b>	<b>25</b>
<b>10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ).....</b>	<b>26</b>
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ .</b>	<b>27</b>
Виды и формы отработки пропущенных занятий .....	28
<b>12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....</b>	<b>28</b>

## Аннотация

### рабочей программы учебной дисциплины Б1.0.17 Гидравлика для подготовки бакалавров по направлению 20.03.02 Природообустройство и водопользование

**Направленности:** Экспертиза и управление земельными ресурсами; Инженерные системы водоснабжения, обводнения и водоотведения; Управление водными ресурсами и природоохранные гидротехнические сооружения

**Цель освоения дисциплины:** Целью освоения дисциплины «Гидравлика» является освоение студентами теоретических и практических знаний о законах покоя и движения жидкости, методов математического анализа и моделирования, составляющие основу расчета гидравлических систем и сооружений и приобретение умений и навыков в области природообустройства и водопользования для принятия профессиональных решений при проектировании, строительстве и эксплуатации инженерных сооружений, их конструктивных элементов.

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина включена в базовую часть учебного плана по направлению подготовки 20.03.02 Природообустройство и водопользование.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: УК-1.1; УК-1.2; ОПК-1.2.

**Краткое содержание дисциплины:** Предмет гидравлики. Гидростатика. Дифференциальное уравнение равновесия жидкости и газа (уравнение Эйлера). Абсолютное, избыточное и вакуумметрическое давление. Сила давления жидкости на произвольно ориентированную поверхность. Сила давления на цилиндрические поверхности. Центр давления. Способы описания жидкости. Классификация видов движения жидкости. Гидравлические характеристики для потока жидкости. Уравнение неразрывности при установившемся движении. Дифференциальные уравнения движения невязкой жидкости (уравнения Эйлера). Интеграл Бернулли для установившегося движения невязкой жидкости. Уравнение Бернулли для элементарной струйки невязкой и несжимаемой жидкости. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости, газа и его интерпретации. Потери напора и формулы для их определения. Основное уравнение равномерного движения. Коэффициент Шези и формулы для его определения. Ламинарный и турбулентный режимы движения жидкости. Потери напора при ламинарном и турбулентном режимах движения. Гидравлически гладкие и шероховатые стенки. Коэффициент Дарси при ламинарном и турбулентном режимах движения. Истечение через малые отверстия в тонкой стенке, насадки, короткие трубы при постоянном и при переменном напоре. Расчет гидравлически длинных трубопроводов при последовательном и параллельном соединениях труб. Расчет трубопровода с непрерывным изменением расхода по длине. Гидравлический удар в трубах. Формула Н.Е. Жуковского. Скорость распространения ударной волны. Прямой и не прямой гидравлический удар при заданном законе закрытия задвижки. Диаграмма изменения давления у задвижки.

**Общая трудоемкость дисциплины: 144 часа (4 зач. ед.)**

**Промежуточный контроль:** Защита К.Р, экзамен.

### 1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Гидравлика» является освоение студентами теоретических и практических знаний о законах покоя и движения жидкости, методов математического анализа и моделирования, составляющие основу расчета гидравлических систем и сооружений и приобретение умений и навыков в области природообустройства и водопользования для принятия профессиональных решений при проектировании, строительстве и эксплуатации инженерных сооружений, их конструктивных элементов.

## **2. Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина «Гидравлика» включена в обязательный перечень дисциплин учебного плана базовой части. Дисциплина «Гидравлика» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 20.03.02 «Природообустройство и водопользование».

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Гидравлика» являются: Математика, Физика, Теоретическая механика, Гидрология, гидрометрия.

Дисциплина «Гидравлика» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: Гидротехнические сооружения, Гидравлика каналов, Насосы и насосные установки, Инженерные системы водоснабжения, водоотведения и очистки вод, Проектирование природоохранных гидротехнических сооружений, Гидромелиорация, Комплексное использование водных ресурсов.

Особенность дисциплины заключается в том, что гидравлика представляет собой основу для инженерных расчетов во многих областях техники. В частности, знание законов гидравлики необходимо для решения многих задач в области строительства: расчета трубопроводов различного назначения, расчета каналов, водосбросных и других гидротехнических сооружений.

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 обучающимися, 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 часов), 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	УК-1.1 Знание и владение методами анализа и синтеза процессов, информационных технологий	Знать теоретические основы и методы расчета основных гидравлических параметров при равновесии и движении жидкости.	использовать знания основных законов гидростатики и гидродинамики, решать практические задачи, применяя нормативную и справочную литературу, грамотно подходить к решению вопросов, использовать информационные технологии.	Владеть навыками выполнения инженерных гидравлических расчетов; проведения лабораторных гидравлических исследований. Владеть информационными технологиями, методами получения, обработки анализа результатов гидравлических расчетов.
			УК-1.2 Умение применять в практической деятельности для решения поставленных задач методы анализа и синтеза процессов информационных технологий	Знать способы гидравлического обоснования размеров сооружений принципы работы приборов для измерений гидравлических параметров и способы измерений	Использовать знания основных законов гидростатики и гидродинамики, решать теоретические задачи и проводить расчеты гидравлических элементов объектов природопользования, используя информационные технологии.	Владеть способами и методами проведения численных экспериментов, исследуя влияние различных факторов на изучаемый процесс, установления причинно-следственных связей между явлениями, методы анализа и синтеза процессов информационных технологий
2.	ОПК-1	Способен участвовать в осуществлении технологических процессов по инженерным изысканиям, проектированию, строительству, эксплуатации и реконструк-	ОПК-1.2 Умение решать задачи, связанные с управлением процессами в области инженерных изысканий, проектирования,	Знать теоретические основы гидравлических расчетов, необходимых для обоснования размеров основных водопропускных сооружений и методы ис-	Анализировать и оценивать достоверность материалов полученных при гидравлических расчетах и экспериментальных исследованиях	Владеть методами математического анализа и моделирования, методами проведения лабораторных гидравлических исследований,

		ции объектов природообу- стройства и водопользова- ния	строительства, экс- плуатации и рекон- струкции объектов природообустройства и водопользова- ния на основе использования естественнонаучных и технических наук при соблюдении экологи- ческой безопасности и качества работ	следований с использо- ванием современных техни- ческих средств	Оценивать состояние эле- ментов водопропускных сооружений, используя данные расчетов и числен- ных экспериментов.	обработки и анализа их результатов.
--	--	--	---	---	---	--

## ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2а

### Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час. всего	4 семестр
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>144</b>	<b>144</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>70.4</b>	<b>70.4</b>
<b>Аудиторная работа</b>	<b>70.4</b>	<b>70.4</b>
<i>в том числе:</i>		
<i>лекции (Л)</i>	34	34
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	16	16
<i>лабораторные работы (ЛР)</i>	16	16
<i>курсовая работа (КР) (консультация, защита)</i>	2	2
<i>консультации перед экзаменом<sup>1</sup></i>	2	2
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0.4	0.4
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>73.6</b>	<b>73.6</b>
<i>курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)</i>	30	30
<i>контрольная работа</i>	2	2
<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>	8	8
<i>Подготовка к экзамену (контроль)</i>	33.6	33.6
Вид промежуточного контроля:	Экзамен/ защита КР	

## 4.2 Содержание дисциплины

## ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 3а

### Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ/С всего	ЛР	ПКР	
Введение						
<b>Раздел 1. Основные законы гидростатики</b>	18	5	3			10
Тема 1.1. Предмет и задачи дисциплины «Гидравлика»						
Тема 1.2. Основные законы гидростатики						
<b>Раздел 2. Виды движения, основные гидравлические параметры потока</b>	8	3				5
Тема 2.1. Основные виды движения жидкости						
Тема 2.2 Основные гидравлические параметры потока жидкости						
<b>Раздел 3. Основы гидродинамики</b>	18.6	5	2	3		8.6
Тема 3.1. Основные уравнения гидродинамики вязкой жидкости						
Тема 3.2. Применение уравнения						



Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ/С всего	ЛР	ПКР	
Бернулли для элементарной струйки жидкости						
<b>Раздел 4. Бернулли для потока реальной жидкости. Определение потерь напора</b> Тема 4.1. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости. Тема 4.2 Потери напора.	21	4	3	4		10
<b>Раздел 5 Режимы движения жидкости</b> Тема 5.1. Особенности ламинарного и турбулентного режимов движения Тема 5.2 Коэффициент трения (коэффициенте Дарси) $\lambda$	19	4	2	3		10
<b>Раздел 6 Истечение через отверстия, насадки, короткие трубопроводы</b> Тема 1 Истечение через отверстия, насадки, короткие трубопроводы при постоянном напоре. Тема 2 Истечение через отверстия, насадки, короткие трубопроводы при переменном напоре.	20	5	2	3		10
<b>Раздел 7 Гидравлические расчеты напорных трубопроводов</b> Тема 1 Основные зависимости для расчета простого гидравлически длинного трубопровода Тема 2 Расчет трубопровода с непрерывным изменением расхода по длине	16	4	2			10
<b>Раздел 8. Неустановившееся движение в напорных трубопроводах</b> Тема 1 Гидравлический удар как неустановившееся движение жидкости Тема 2 Гидравлический удар	19	4	2	3		10
<b>Всего за 4 семестр</b>	139.6	34	16	16		73.6
<i>курсовая работа (КР) (консультация, защита)</i>	2				2	
<i>консультации перед экзаменом</i>	2				2	
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0.4				0.4	
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>144</b>	<b>34</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>4.4</b>	<b>73.6</b>

## Раздел 1. Основные законы гидростатики

### Тема 1.1. Предмет и задачи дисциплины «Гидравлика».

- Основные понятия и определения, используемые в гидравлике.
- Связь гидравлики с другими науками.
- Основные свойства жидкости.

### Тема 1.2. Основные законы гидростатики.

- Гидростатическое давление, его основные свойства.
- Уравнения равновесия жидкости (уравнения Эйлера).
- Основное уравнение гидростатики. Поверхности равного давления.

- Гидростатическое давление в точке, избыточное и вакуумметрическое давление.
- Эпюры избыточного давления. Гидростатический парадокс.
- Сила гидростатического давления на произвольно ориентированные плоские поверхности. Центр давления.
- Сила давления на цилиндрические поверхности.

## **Раздел 2. Виды движения, основные гидравлические параметры потока**

### **Тема 2.1. Основные виды движения жидкости**

- Классификация видов движения жидкости, установившееся и неустановившееся движение.
- Понятие о вихревом и безвихревом (потенциальном) движении.
- Напорное и безнапорное движение жидкости.
- Равномерное и неравномерное движение жидкости (плавно изменяющееся и резко изменяющееся).

### **Тема 2.2 Основные гидравлические параметры потока.**

- Модель потока, линии тока, элементарная струйка жидкости.
- Живое сечение, смоченный периметр, гидравлический радиус.
- Местная скорость, средняя скорость в живом сечении, эпюры скоростей.
- Уравнение неразрывности для потока жидкости.

## **Раздел 3. Основы гидродинамики**

### **Тема 3.1. Основные уравнения гидродинамики невязкой жидкости**

- Уравнения Эйлера и их интегрирование.
- Интеграл Бернулли.

### **Тема 3.2. Уравнение Бернулли для элементарной струйки жидкости.**

- Уравнение Бернулли для элементарной струйки невязкой и вязкой жидкости.
- Уравнение Бернулли для частных случаев.
- Пьезометрический и гидравлический уклоны.

## **Раздел 4. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости. Определение потерь напора**

### **Тема 4.1. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости.**

- Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости.
- Коэффициент кинетической энергии.
- Геометрическая и энергетическая интерпретация уравнения Бернулли.
- Применение уравнения Бернулли для расчета напорных трубопроводов.
- Основное уравнение равномерного движения. Формулы для определения коэффициента Шези.

### **Тема 4.2. Потери напора.**

- Местные потери напора.
- Потери напора по длине.
- Основные данные о гидравлическом коэффициенте трения (коэффициенте Дарси)  $\lambda$ .

## **Раздел 5 Режимы движения жидкости**

### **Тема 5.1. Особенности ламинарного и турбулентного режимов движения.**

- Ламинарный и турбулентный режимы движения. Критерий Рейнольдса.
- Распределение касательных напряжений и скоростей в круглой трубе.
- Пульсация скоростей и давлений. Осредненная скорость, пульсационные составляющие скорости.

### **Тема 5.2 Коэффициент гидравлического трения (коэффициент Дарси) - Гидравлически гладкие и шероховатые поверхности.**

- Гидравлический коэффициент трения для различных режимов движения и зон сопротивления.

## **Раздел 6. Истечение через отверстия, насадки, короткие трубопроводы.**

### **Тема 6.1. Истечение через отверстия, насадки, короткие трубопроводы при постоянном напоре.**

- Истечение через малые отверстия в тонкой стенке
- Виды сжатия струи, коэффициенты расхода, скорости, сжатия струи.
- Истечение через насадки, виды насадков.
- Истечение через гидравлически короткие трубы, коэффициент расхода системы.

### **Тема 6.2. Истечение через отверстия, насадки, короткие трубопроводы при переменном напоре.**

- Общая характеристика явления.
- Истечение из призматического резервуара через незатопленное и затопленное отверстие при отсутствии притока.
- Истечение при изменении уровней в обоих резервуарах.

## **Раздел 7 Гидравлические расчеты напорных трубопроводов.**

### **Тема 7.1. Основные зависимости для расчета простого гидравлически длинного трубопровода**

- Основные расчетные уравнения.
- Составной трубопровод. Последовательное и параллельное соединение.

### **Тема 7.2. Расчет трубопровода с непрерывным изменением расхода по длине.**

- Основные расчетные уравнения.
- Потери напора при изменяющемся по длине расходе.

## **Раздел 8 Неустановившееся движение в напорных трубопроводах**

### **Тема 8.1. Гидравлический удар как неустановившееся движение жидкости.**

- Гидравлический удар при мгновенном закрытии затвора,
- Формула Жуковского для определения повышения давления в трубопроводе.

### **Тема 8.2. Гидравлический удар**

- Скорость распространения волны гидравлического удара.
- Гидравлический удар при постепенном закрытии затвора
- Диаграммы изменения давления в трубопроводе при гидравлическом ударе.

### 4.3 Лекции, лабораторные, практические занятия

Таблица 4а

#### Содержание лекций, лабораторного практикума, практических занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций, лабораторных, практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия <sup>2</sup>	Кол-во Часов/ из них практическая подготовка
1.	<b>Раздел 1. Основные законы гидростатики</b>				<b>7</b>
	Тема 1.1. Предмет и задачи дисциплины «Гидравлика»	Лекция 1 - Основные понятия и определения, используемые в гидравлике. -Связь гидравлики с другими науками. - Основные свойства жидкости			2
		Практическая работа 1 Физические свойства жидкостей. давления в точке. Абсолютное, избыточное и вакуумметрическое давление. Пьезометры, вакуумметры, дифференциальные манометры. Гидростатический парадокс.	УК-1.1 УК-1.2	Тестирование	1
		Лабораторная работа № (название)			
	Тема 1.2. Основные законы гидростатики..	Лекция 2. Основные законы гидростатики. Сила давления на плоские и цилиндрические поверхности	УК-1.1 УК-1.2		2
		Практическая работа 2. Сила давления жидкости на произвольно ориентированную поверхность. Эпюры давления	УК-1.1 УК-1.2	Тестирование	1
	Практическая работа 3 Сила давления на цилиндрические поверхности. Центр давления.	УК-1.1 УК-1.2	Тестирование	1	
	<b>Раздел 2. Виды движения, основные гидравлические параметры потока</b>				<b>4</b>
	Тема 2.1. Основные виды дви-	Лекция 3. Основные виды движения жидкости - Классификация видов дви-	УК-1.1 УК-1.2		2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций, лабораторных, практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия <sup>2</sup>	Кол-во Часов/ из них практическая подготовка
	жения жидкости	жения жидкости, - Модель потока, линии тока, элементарная струйка жидкости.			
	Тема 2.2 Основные гидравлические параметры потока жидкости	Лекция 4 - Живое сечение, смоченный периметр, гидравлический радиус. - Местная скорость, средняя скорость в живом сечении, эпюры скоростей. - Уравнение неразрывности для потока жидкости.	УК-1.1 УК-1.2		2
3	<b>Раздел 3.</b>	Основы гидродинамики			9
	Тема 3.1. Основные уравнения гидродинамики невязкой жидкости	Лекция 5. Основные уравнения гидродинамики невязкой жидкости - Уравнения Эйлера и их интегрирование. Лекция 6. - Интеграл Бернулли. - Уравнение Бернулли для струйки идеальной жидкости	УК-1.1 УК-1.2		4
		Лабораторная работа №1 Определение коэффициента расхода водомера	ПК-16 ОПК2	Защита лабораторной работы	3
	Тема 3.2 Применение уравнения Бернулли для элементарной струйки жидкости	Практическая работа 4 Применение уравнения Бернулли для расчета коротких трубопроводов, состоящих из нескольких участков разного диаметра	УК-1.1 УК-1.2	Тестирование	2
4	<b>Раздел 4</b>	<b>Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости. Определение потерь напора</b>			12
	Тема 4.1. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости.	Лекция 7. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости. Лекция 8. Энергетическая и геометрическая интерпретация уравнения Бернулли. Уравнение равномерного движения Лекция 9 Определение потерь напора.	УК-1.1 УК-1.2		2  1  2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций, лабораторных, практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия <sup>2</sup>	Кол-во Часов/ из них практическая подготовка
		Практическая работа 5 Определение потерь напора. Практическая работа 6 Определение диаметра трубы при заданном расходе и напоре	УК-1.1 УК-1.2 ОПК 1.2	Тестирование	1 2
	Тема 4.2. Потери напора.	Лабораторная работа №2 Изучение уравнения Бернулли Лабораторная работа №3 Определение коэффициента Дарси	УК-1.1 УК-1.2	Защита лабораторных работ	2 2
5	<b>Раздел 5</b>	Режимы движения жидкости			9
	Тема 5.1. особенности ламинарного и турбулентного режимов движения	Лекция 10 Режимы движения жидкости Лекция 11 Особенности турбулентного и ламинарного режимов движения	УК-1.1 УК-1.2		2 2
		Лабораторная работа №4 Режимы движения жидкости	УК-1.1 УК-1.2	Защита лабораторной работы	3
	Тема 5.2. Коэффициент трения (коэффициенте Дарси) $\lambda$	Практическая работа 7 Гидравлически гладкие и шероховатые поверхности. Определение коэффициента Дарси при различных режимах движения	УК-1.1 УК-1.2 ОПК 1.2	Тестирование	2
6	<b>Раздел 6</b>	Истечение через отверстия, насадки, короткие трубопроводы.			10

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций, лабораторных, практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия <sup>2</sup>	Кол-во Часов/ из них практическая подготовка
	Тема 6.1 Истечение через отверстия, насадки, короткие трубопроводы при постоянном напоре.	Лекция 12 Истечение через отверстия, постоянном напоре Виды сжатия струи Лекция 13 Истечение через насадки, короткие трубопроводы при Постоянном напоре Практическая работа 8 Истечение через малые отверстия в тонкой стенке, насадки, короткие трубы при постоянном напоре Определение действующего напора. Лабораторная работа №5 Истечение через отверстия, насадки при постоянном напоре	УК-1.1 УК-1.2  УК-1.1 УК-1.2 ОПК 1.2  УК-1.1 УК-1.2	Тестирование  Защита лабораторной работы	2  1  1  1.5
	Тема 6.2 Истечение через отверстия, насадки, короткие трубопроводы при переменном напоре.	Лекция 14 Истечение через отверстия, насадки, короткие трубопроводы при переменном напоре Практическая работа 9 Истечение через малые отверстия в тонкой стенке, насадки, короткие трубы при переменном напоре. Определение времени изменения напора Лабораторная работа №6 Истечение через отверстия, насадки при переменном напоре	УК-1.1 УК-1.2  УК-1.1 УК-1.2 ОПК 1.2  УК-1.1 УК-1.2	Тестирование  Защита лабораторной работы	2  1  1.5
7	<b>Раздел 7</b>	Гидравлические расчеты напорных трубопроводов			6
	Тема 7.1 основные зависимости для расчета простого гидравлически длинного трубопровода	Лекция 15 Основные зависимости для расчета простого гидравлически длинного трубопровода Практическая работа 10 Расчеты простого гидравлически длинного трубопровода.	УК-1.1 УК-1.2  УК-1.1 УК-1.2 ОПК 1.2	Тестирование	2  1
	Тема 7.2. Расчет тру-	Лекция 16 Последовательное и парал-			2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций, лабораторных, практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия <sup>2</sup>	Кол-во Часов/ из них практическая подготовка
	бопровода с непрерывным изменением расхода по длине.	лельное соединение труб, непрерывное изменение расхода по длине трубопровода. Практическая работа 11 Расчет трубопровода при непрерывной раздаче и транзитном расходе	УК-1.1 УК-1.2  УК-1.1 УК-1.2 ОПК 1.2	Тестирование	1
8	<b>Раздел 8</b>	Неустановившееся движение в напорных трубопроводах			9
	Тема 8.1. Гидравлический удар как неустановившееся движение жидкости	Лекция 17 Гидравлический удар как неустановившееся движение жидкости Практическая работа 12 Расчет повышения давления при гидравлическом ударе в трубопроводе при мгновенном и постепенном закрытии затвора Лекция 18 Диаграммы изменения давления при гидравлическом ударе	УК-1.1 УК-1.2  УК-1.1 УК-1.2 ОПК 1.2	Тестирование	2  2  2
	Тема 8.2. Гидравлический удар	Лабораторная работа №7 Гидравлический удар в трубопроводе	УК-1.1 УК-1.2	Защита лабораторной работы	3

Таблица 5а

**Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины**

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	Формируемые компетенции
<b>Раздел 1. Основные законы гидростатики</b>			
1.	Тема 1.1 Предмет и задачи дисциплины - «Гидравлика»	Силы, действующие в покоящейся и в движущейся жидкости. Размерность и единицы измерения динамической и кинематической вязкости $\mu$ и $\nu$ .	УК-1.1 УК-1.2
2.	Тема 1.2 Основные законы гидростатики	Взаимосвязь между давлением, геометрической высотой и плотностью жидкости в случае, когда из массовых сил действует только сила тяжести	УК-1.1 УК-1.2
<b>Раздел 2. Виды движения, основные гидравлические параметры потока</b>			
3	Тема 2.1 Основные виды движе-	Понятие о вихревом и потенциальном движении. Способ Лагранжа и способ Эйлера, который ис-	УК-1.1



№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	Формируемые компетенции
	ния жидкости	пользуется при описании движения жидкости.	УК-1.2
4	Тема 2.2. Основные гидравлические параметры потока жидкости	Понятие о плоском (двумерном) движении, одномерном движении. Взаимосвязь площади живого сечения $\omega$ , смоченного периметра $\chi$ и гидравлического радиуса $R$ , а также расхода потока $Q$ , средней скорости $V$ и площади живого сечения $\omega$ .	УК-1.1 УК-1.2
<b>Раздел 3. Основы гидродинамики</b>			
5	Тема 3.1. Основные уравнения гидродинамики невязкой жидкости	Понятие невязкой жидкости. Напряжения, возникающие в движущейся вязкой жидкости.	УК-1.1 УК-1.2
6	Тема 3.2. Уравнение Бернулли для элементарной струйки жидкости	Уравнение Бернулли для частных случаев. Факторы, от которых зависит гидродинамический напор.	УК-1.1 УК-1.2 ОПК 1.2
<b>Раздел 4. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости. Определение потерь напора</b>			
7	Тема 4.1. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости	Энергетическая интерпретация уравнения Бернулли. Взаимосвязь удельной кинетической энергии, скоростного напора и коэффициента кинетической энергии $\alpha$ .	УК-1.1 УК-1.2 ОПК 1.2
8	Тема 4.2. Потери напора	Касательные напряжения и их распределения при равномерном движении. Зависимость потерь напора от параметров потока.	УК-1.1 УК-1.2 ОПК 1.2
<b>Раздел 5. Режимы движения жидкости</b>			
	Тема 5.1. Особенности ламинарного и турбулентного режимов движения	Число Рейнольдса и его критическое значение. Двухслойная модель турбулентного потока. Логарифмический закон распределения скоростей в турбулентном потоке.	УК-1.1 УК-1.2 ОПК 1.2
	Тема 5.2. Коэффициенте трения (коэффициенте Дарси) $\lambda$	Коэффициент Дарси при ламинарном и турбулентном режиме движения. Турбулентный режим и зоны сопротивления.	УК-1.1 УК-1.2 ОПК 1.2
<b>Раздел 6. Истечение через отверстия, насадки, короткие трубопроводы</b>			
	Тема 6.1. Истечение через отверстия, насадки, короткие трубопроводы при постоянном напоре.	Вакуум во внешнем цилиндрическом насадке. Сравнение гидравлических характеристик отверстий и насадков. Коэффициент расхода системы	УК-1.1 УК-1.2 ОПК 1.2
	Тема 6.2. Истечение через отверстия, насадки, ко-	Истечение при изменении уровней в обоих резервуарах. Время опорожнения цилиндрического резервуара	УК-1.1 УК-1.2

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	Формируемые компетенции
	роткие трубопроводы при переменном напоре	через отверстие в его дне.	ОПК 1.2
<b>Раздел 7. Гидравлические расчеты напорных трубопроводов</b>			
	Тема 7.1. основные зависимости для расчета простого гидравлически длинного трубопровода	Понятие гидравлически длинного, напорного, простого трубопровода.  Основное расчетное уравнение гидравлически длинного трубопровода	УК-1.1 УК-1.2 ОПК 1.2
	Тема 7.2. Расчет трубопровода с непрерывным изменением расхода по длине.	Понятие транзитного расхода и расхода непрерывной раздачи. Расходная характеристика, ее размерность.	УК-1.1 УК-1.2 ОПК 1.2
<b>Раздел 8. Неустановившееся движение в напорных трубопроводах</b>			
	Тема 8.1. Гидравлический удар как неустановившееся движение жидкости	Характеристики трубопровода и жидкости, от которых зависит величина повышения давления при гидравлическом ударе.	УК-1.1 УК-1.2 ОПК 1.2
	Тема 8.2. Гидравлический удар	Гидравлический удар при мгновенном и постепенном закрытии задвижки.	УК-1.1 УК-1.2 ОПК 1.2

## 5. Образовательные технологии

Таблица 6

### Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1.	Основные законы гидростатики	Л ПЗ	Тестовые технологии
2.	Виды движения, основные гидравлические параметры потока	Л	
3.	Основы гидродинамики	Л ПЗ ЛР	Тестовые технологии. Технологии активного обучения (работа малыми группами)
4.	Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости. Определение потерь напора.	Л ПЗ ЛР	Технологии активного обучения (лекция-беседа) Тестовые технологии. Технологии активного обучения (работа малыми группами)
5.	Режимы движения жидкости.	Л ПЗ ЛР	Технологии активного обучения (лекция-беседа) Тестовые технологии. Технологии активного обучения (работа малыми группами)

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
6.	Истечение жидкости при постоянном и переменном напоре	Л ПЗ ЛР	Тестовые технологии Технологии активного обучения (работа в малых группах)
7.	Гидравлические расчеты напорных трубопроводов	Л ПЗ	Тестовые технологии
8.	Неустановившееся движение жидкости в напорных трубопроводах.	Л ПЗ ЛР	Тестовые технологии Технологии активного обучения (работа в малых группах)

## 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

Примерная тематика курсовой работы

«Гидравлический расчет элементов водозабора на реке N»

Разделы:

- гидростатика (определение силы давления на плоские и криволинейные поверхности);
- применение уравнения Бернулли (Применение уравнения Бернулли для расчета коротких трубопроводов, состоящих из нескольких участков разного диаметра);
- истечение жидкости через отверстие, насадки, короткие трубы (Определение действующего напора при истечении через малые отверстия в тонкой стенке, насадки, короткие трубы при постоянном и переменном напоре);
- гидравлический расчет напорных трубопроводов (Расчет трубопровода при непрерывной раздаче и транзитном расходе);
- гидравлический удар в трубопроводе (Расчет повышения давления при гидравлическом ударе в трубопроводе).

Примерные тесты для текущего и промежуточного контроля знаний обучающихся

Раздел 2. Основные гидравлические параметры потока жидкости.

1. ОБЪЕМНОЕ КОЛИЧЕСТВО ЖИДКОСТИ, ПРОХОДЯЩЕЙ ЧЕРЕЗ ЖИВОЕ СЕЧЕНИЕ ПОТОКА В ЕДИНИЦУ ВРЕМЕНИ, НАЗЫВАЕТСЯ \_\_\_\_\_

2. ДЛИНА ЛИНИИ, ПО КОТОРОЙ ЖИДКОСТЬ В ЖИВОМ СЕЧЕНИИ СОПРИКАСАЕТСЯ С ТВЕРДЫМИ ПОВЕРХНОСТЯМИ, ОГРАНИЧИВАЮЩИМИ ПОТОК, НАЗЫВАЕТСЯ \_\_\_\_\_

3. ПОТЕНЦИАЛЬНОЕ ДВИЖЕНИЕ ЯВЛЯЕТСЯ

1. всегда безвихревым
2. всегда вихревым
3. вихревым или безвихревым, в зависимости от скорости
4. вихревым или безвихревым, в зависимости от давления

4. ПРИ НЕУСТАНОВИВШЕМСЯ ДВИЖЕНИИ СКОРОСТЬ ЧАСТИЦЫ ЖИДКОСТИ ЗАВИСИТ

1. от времени и координат
2. только от времени
3. только от координат
4. от времени и координаты X

#### 5. СРЕДНЯЯ СКОРОСТЬ ПОТОКА В ДАННОМ СЕЧЕНИИ ОПРЕДЕЛЯЕТСЯ ПО ФОРМУЛЕ

1.  $V = \frac{Q}{\omega}$
2.  $U = \sqrt{2gh}$
3.  $U_* = \sqrt{gRI}$
4.  $V = C\sqrt{RI}$

#### Вопросы к защите лабораторных работ

Раздел 3, тема 3.2. Потери напора.

Лабораторная работа №3 Определение коэффициента Дарси

1. Приведите формулу потерь по длине и поясните входящие в нее величины.
2. Как опытным путем найти значение  $\lambda$ ?
3. От каких характеристик зависит коэффициент Дарси?
4. При каких условиях коэффициент  $\lambda$  не зависит от шероховатости?
5. В какой зоне сопротивления коэффициент  $\lambda$  не зависит от числа Re?
6. Почему одну из зон сопротивления называют квадратичной?

#### Вопросы к защите курсовой работы

Раздел 8 Тема 8.2. Гидравлический удар

1. Причины возникновения гидравлического удара?
2. От каких характеристик трубопровода и жидкости зависит величина повышения давления при гидравлическом ударе?
3. Виды гидравлического удара?
4. Где больше величина фазы удара: в чугунном или бетонном трубопроводе (при одинаковых размерах), и почему?

#### Перечень вопросов, выносимых на экзамен:

1. Физические свойства жидкостей.
2. Особые свойства воды.
3. Вязкость жидкости.
4. Силы, действующие на частицу жидкости.
5. Гидростатическое давление и его свойства.
6. Дифференциальные уравнения равновесия жидкости (Уравнения Эйлера).
7. Основное уравнение гидростатики.
8. Формула для вычисления гидростатического давления в точке.
9. Абсолютное, избыточное и вакуумметрическое давление (разрежение).
10. Пьезометры, манометры, дифференциальные манометры.
11. Поверхности равного давления
12. Закон Паскаля.
13. Эпюры давления.
14. Сила гидростатического давления жидкости на плоские горизонтальные поверхности.
15. Гидростатический парадокс.

16. Сила гидростатического давления жидкости на плоскую произвольно ориентированную поверхность.
17. Центр давления и определение его положения при действии силы гидростатического давления на плоскую произвольно ориентированную поверхность.
18. Графо-аналитический способ определения положения центра давления при действии силы гидростатического давления на плоскую произвольно ориентированную поверхность.
19. Сила гидростатического давления жидкости на криволинейную цилиндрическую поверхность с горизонтальной образующей.
20. Тело давления.
21. Способы описания движения жидкости.
22. Движение частицы жидкости. Понятие о вихревом и потенциальном движении.
23. Линия тока и ее уравнение.
24. Неустановившееся и установившееся движения жидкости.
25. Равномерное и неравномерное движение.
26. Плавно-изменяющееся движение жидкости
27. Поток жидкости и его классификация по характеру границ.
28. Площадь живого сечения потока, смоченный периметр и гидравлический радиус.
29. Расход, средняя скорость.
30. Определить расход жидкости в круглой трубе диаметром  $d = 0,2$  м при средней скорости движения  $V = 1$  м/с
31. Уравнение неразрывности для потока жидкости.
32. Дифференциальные уравнения движения невязкой жидкости (уравнение Эйлера).
33. Интеграл Бернулли
34. Общий вид уравнения Бернулли.
35. Уравнение Бернулли для установившегося движения невязкой несжимаемой жидкости (случай, когда из массовых сил действует только сила тяжести).
36. Энергетическая интерпретация уравнения Бернулли для установившегося движения жидкости.
37. Геометрическая интерпретация уравнения Бернулли для установившегося движения жидкости.
38. Уравнение Бернулли для элементарной струйки реальной жидкости.
39. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости.
40. Гидравлический и пьезометрический уклоны. Напорная и пьезометрическая линии.
41. Классификация потерь напора.
42. Потери напора по длине, формула для их определения.
43. Местные потери напора, формула для их определения.
44. Формулы для средней скорости и расхода при равномерном движении жидкости (формула Шези).
45. Определение расхода при равномерном движении.
46. Режимы движения жидкости.
47. Особенности ламинарного и турбулентного режима движения.
48. Двухслойная модель турбулентного потока.
49. Число Рейнольдса и его критическое значение.
50. Определить число Рейнольдса потока в круглой трубе диаметром  $d = 0,2$  м при средней скорости движения жидкости  $V=1$  м/с и коэффициенте кинематической вязкости  $\nu = 0,01$  см<sup>2</sup>
51. Гидравлически гладкие и шероховатые стенки.
52. Распределение скоростей при ламинарном и турбулентном режимах движения.
53. Пульсации скорости при турбулентном режиме движения.
54. Зависимость потерь напора по длине от средней скорости потока жидкости.
55. Понятие об областях сопротивления при турбулентном режиме движения (границы, определение коэффициента Дарси).

56. Определение коэффициента гидравлического трения в квадратичной зоне сопротивления.
57. Определение коэффициента гидравлического трения в области гидравлически гладких поверхностей.
58. Определение коэффициента гидравлического трения при ламинарном режиме движения.
59. Определение коэффициента гидравлического трения в лабораторных условиях.
60. Истечение жидкости через малое незатопленное отверстие с острой кромкой (истечение при постоянном напоре).
61. Основные расчетные формулы при истечении жидкости через малое незатопленное отверстие с острой кромкой.
62. Полное и неполное сжатие струи; совершенное и несовершенное сжатие струи.
63. Формулы для коэффициента расхода при неполном и несовершенном сжатии.
64. Коэффициенты сжатия, скорости и расхода при истечении через незатопленное отверстие с острой кромкой.
65. Инверсия струи.
66. Истечения жидкости через внешние незатопленные цилиндрические насадки (истечение при постоянном напоре). Основные расчетные формулы.
67. Вакуум во внешнем цилиндрическом насадке и его определение.
68. Истечения жидкости через нецилиндрические насадки.
69. Истечения жидкости через короткие трубы.
70. Коэффициент расхода системы труб.
71. Истечение жидкости через отверстия, насадки и короткие трубы при переменном напоре и постоянном притоке.
72. Истечение жидкости из призматического резервуара через незатопленное и затопленное отверстие при отсутствии притока (истечение при переменном напоре).
73. Истечение жидкости при изменении уровней в обоих резервуарах (истечение при переменном напоре).
74. Расчет длинного трубопровода постоянного диаметра.
75. Основные расчетные формулы простого гидравлически длинного трубопровода.
76. Расчет последовательно соединенных гидравлически длинных труб.
77. Расчет параллельно соединенных гидравлически длинных труб.
78. Потери напора при непрерывной раздаче и транзитном расходе жидкости.
79. Гидравлический удар в трубах (определение) и причины его возникновения.
80. Гидравлический удар при мгновенном закрытии затвора в трубах.
81. Гидравлический удар при постепенном закрытии затвора в трубах.
82. Формула Н.Е. Жуковского для определения повышения давления.
83. Вывод формулы Н.Е. Жуковского для повышения давления при гидравлическом ударе.
84. Виды гидравлического удара.
85. Фаза удара и период колебаний при гидравлическом ударе.
86. Скорость распространения волны гидравлического удара.
87. Прямой и не прямой гидравлические удары и формулы для определения максимального повышения давления.

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

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине может применяться **традиционная** система контроля и оценки успеваемости студентов.

Система текущего контроля и успеваемости студента осуществляется при выполнении тестирования по каждому разделу дисциплины, выполнения и защиты лабораторных работ, а также решения типовых задач.

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции при промежуточной аттестации знаний также применяется традиционная система контроля знаний.

При контроле знаний в форме экзамена преподаватель использует метод индивидуального собеседования, в ходе которого обсуждает со студентом несколько вопросов, входящих в билет из учебной программы. При необходимости могут быть предложены дополнительные вопросы, задачи и примеры.

Описание критериев оценивания для проведения текущей аттестации обучающихся по дисциплине «Гидравлика» в форме тестирования.

Таблица 7а

Критерии оценивания текущей успеваемости в форме тестирования

Шкала оценивания	Зачет
имеется более 60% правильных ответов теста	Зачёт
имеется менее 60% правильных ответов теста	Незачёт

Описание критериев оценивания для проведения текущей аттестации обучающихся по дисциплине «Гидравлика» в форме защиты лабораторных работ.

Таблица 7б

Критерии оценивания в форме защиты лабораторных работ.

Оценка	Критерии оценивания
зачет	"зачет" выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопросы по теоретической части лабораторной работы, правильно формулирует цели и задачи лабораторной работы, порядок ее выполнения, владеет необходимыми навыками анализа и моделирования, экспериментального исследования.
Незачет	"незачет" выставляется студенту, который не знает значительной части материала лабораторной работы, неуверенно, с большими затруднениями определяет цели и задачи лабораторной работы, порядок ее выполнения, не владеет необходимыми навыками анализа и моделирования, экспериментального исследования

Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Гидравлика» в форме защиты курсовой работы.

Таблица 7в

Критерии оценивания в форме защиты курсовой работы

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку « <b>отлично</b> » заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; умеет увязывать теорию с практикой, правильно обосновывает принятое решение, владеет навыками и приемами выполнения практических задач и владеет методиками расчета, выполнивший курсовую работу и включающие в нее графики и чертежи на высоком качественном уровне. Практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку « <b>хорошо</b> » заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал,

	грамотно и по существу излагает его, допуская не существенные неточностей в ответе на вопросы, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, курсовая работа и представленные графики и чертежи не оценена максимальным числом баллов. В основном сформировал практические навыки. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний).
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку <b>«удовлетворительно»</b> заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении, испытывает затруднения при выполнении курсовой работы, которая оценена числом баллов близким к минимальному, не владеет всеми методиками расчета, выполнивший курсовую работу и включающие в нее графики и чертежи на низком качественном уровне. Некоторые практические навыки не сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку <b>«неудовлетворительно»</b> заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, курсовую работу не выполнил, практические навыки не сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы.

Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Гидравлика» в форме экзамена

Таблица 8

### Критерии оценивания результатов обучения

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку <b>«отлично»</b> заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач, выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку <b>«хорошо»</b> заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения, в основном сформировал практические навыки. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний).
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку <b>«удовлетворительно»</b> заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изло-



	жении программного материала, испытывает затруднения при решении практических задач, некоторые практические навыки не сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку <b>«неудовлетворительно»</b> заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, не владеет навыками и приемами выполнения практических задач, практические навыки не сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы.

### 7.1 Основная литература

1. Штеренлихт, Д.В. Гидравлика [Электронный ресурс]: учебник / Д.В. Штеренлихт. - Электрон. дан.- Санкт-Петербург: Лань, 2015. — 656 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/64346>.
2. Ухин, Б.В. Гидравлика.: учебное пособие / Б.В. Ухин. – М.: ИНФРА-М, 2014 . – 464 с.

### 7.2 Дополнительная литература

1. Козырь, И.Е. Практикум по гидравлике [Текст]: учебно-методическое пособие / И.Е. Козырь, И.Ф. Пикалова, Н.В. Ханов.— Санкт-Петербург: Лань, 2016. — 176 с.
2. Козырь И.Е. Общая гидравлика: Учебно-методическое пособие / И.Е. Козырь, И.Ф. Пикалова, А.А. Степанов, Н.В. Ханов. – М.: Издательство РГАУ-МСХА, 2016. – 80 с.
3. Чугаев Р.Р. Гидравлика (Техническая механика жидкости) [Текст]: учеб. для вузов / Р.Р. Чугаев. – изд. 6-е, репринт. – М.: 2013 . – 672 с.

### 7.3 Нормативные правовые акты

Нет необходимости по данной дисциплине.

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

1. Учебно-методическое пособие к лабораторным работам по общей гидравлике / С.В. Вершинина. – М.: МГУП, 2013 . – 125 с.: 0 .
2. Сборник заданий по общей гидравлике.: Учебно-методическое пособие./ С.В. Вершинина, И.Е. Козырь, И.Ф. Пикалова, А.А. Степанов, Н.В. Ханов. – М.: Издательство РГАУ-МСХА, 2015. – 137 с..

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

1. Электронно-библиотечная система издательства "ЛАНЬ": <http://www.e.lanbook.com> (открытый доступ)
2. Центральная Научная Библиотека имени Н.И. Железнова <http://www.library.timacad.ru> (открытый доступ)

### 9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Нет необходимости.

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

Для реализации учебной программы, методической концепции преподавания дисциплины, реализуемой на кафедре, необходимы измерительные приборы (пьезометры, манометры, вакуумметры, микровертушки, трубки Пито, шпигенмасштабы, секундомеры, мерные сосуды, водосливы-водомеры), демонстрационные модели (для исследования уравнения Бернулли, потерь напора, местных сопротивлений, режимов движения жидкости, истечения через отверстия и насадки, гидравлического удара), стенды, макеты, лотки и др. оборудование, видео-, кино- и телефильмы по гидравлике, комплекты плакатов.

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
<p>учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, для текущего контроля и промежуточной аттестации, учебная аудитория для проведения курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебный корпус № 28, аудитория 123</p>	<p>1. Парта моноблок двухместная 13шт. 2. Доска маркерная 1шт.</p>
<p>учебная лаборатория для проведения лабораторных занятий, научных исследований Учебный корпус № 28, аудитория 113</p>	<p>Для реализации учебной программы используются: - соответствующие измерительные приборы: пьезометры, манометры, вакуумметры, микровертушки, трубки Пито, шпигенмасштабы, секундомеры, мерные сосуды; - демонстрационные модели (для исследования уравнения Бернулли, потерь напора, местных сопротивлений, режимов движения жидкости, истечения через отверстия и насадки, гидравлического удара); - плакаты, стенды, макеты сооружений; - гидравлические лотки, насосы. - водосливы-водомеры. 1. Лоток с переменным уклоном 1шт. (Инв.№410134000000106) 2. Лоток гидравлический 1шт. (без инв.№) 3. Макет сооружения 1шт. (без инв.№) 4. Насос 12Д-19 № 173 1шт. (без инв.№) 5. Плакат 28шт. (без инв.№) 6. Учебный макет 43 шт. (без инв.№) 7. Парты 13 шт. 8. Стулья 26 шт. 9. Доска меловая 1 шт.</p>

Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова, ... Читальные залы библиотеки Библиотека, читальный зал Учебный корпус № 28, аудитория123	
Общежитие №10,11, комната для самоподготовки	

## 10. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

В процессе обучения применяются образовательные технологии, обеспечивающие развитие и формирование у студентов общепрофессиональных и профессиональных компетенций.

Образовательные технологии реализуются через такие формы организации учебного процесса, как лекции, лабораторные работы, практические занятия и самостоятельная работа. Кроме вводных и обзорных лекций используются проблемные лекции, при которых лектор докладывая проблемную ситуацию, активизирует процесс обучения, а также лекции лекция с заранее объявленными ошибками. В результате диалога лектора с аудиторией у студентов развивается мышление, позволяющее избежать пассивного восприятия информации и содействовать свободному обмену мнениями.

Самостоятельная работа студента направлена на изучение теоретического материала, а также выполнение заданий, поставленных перед студентами на лекционных, лабораторных и практических занятиях.

Для полного освоения дисциплины студентам необходимо выполнить следующие действия:

- посетить курс лекций, на которых будут подробно раскрыты основные темы изучаемой дисциплины, даны рекомендации по самостоятельной подготовке. При прослушивании лекций курса необходимо составить конспект лекций, который проверяется преподавателем во время приема курсовой работы.

- выполнить лабораторный практикум. Посещение лабораторных работ обязательно.

- Самостоятельно подготовиться к каждой лабораторной работе в требуемом объеме: просмотреть материалы занятия, изучить методические указания, изучить необходимый теоретический материал.

- выполнить курсовую работу.

- оформить журнал лабораторных работ.

- выполнить тестирование по каждой теме.

- защитить курсовую работу.

- защитить лабораторные работы.

Рабочей программой дисциплины для студентов в качестве самостоятельной работы предусмотрено:

- Повторение и анализ лекционного материала;

- проработка дополнительных теоретических вопросов по отдельным разделам курса по текущему материалу;

- подготовка к выполнению лабораторных работ;

- оформление журнала лабораторных работ;

- выполнение курсовой работы;

Текущий контроль осуществляется с помощью следующих форм: учет посещений и работы на лекционных и практических занятиях. Выполнение лабораторных работ, выполнение курсовой работы.

В результате изучения курса студент должен познать основные законы и методы расчетов в области гидравлики, научиться их применять при решении различных практических

задач. Основной формой занятий по изучению курса являются лабораторные и практические занятия, самостоятельная работа студента над учебной литературой. До экзаменационной сессии студент должен выполнить и сдать курсовую работу. По выполненной курсовой работе проводится устное собеседование с преподавателем кафедры, по результатам которого ставится оценка, незачтенная курсовая работа возвращается студенту для доработки.

Студенты, не прошедшие собеседование по выполненной курсовой работе и не выполнившие отчет по лабораторным работам, к экзамену не допускаются.

### **Виды и формы отработки пропущенных занятий**

Студент, пропустивший лабораторные занятия обязан в срок, установленный преподавателем отработать данный вид занятия путем выполнения лабораторной работы и ее защиты.

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

На кафедре при преподавании дисциплины применяются следующие методы обучения студентов: устное изложение учебного материала, сопровождаемое показом и демонстрацией макетов, плакатов; выполнение лабораторных работ студентами; самостоятельное изучение студентами учебного материала по рекомендованной литературе; выполнение индивидуального задания студентами, курсовой работы.

Выбор методов проведения занятий обусловлен учебными целями, содержанием учебного материала, временем, отводимым на занятия. На занятиях в тесном сочетании применяется несколько методов, один из которых выступает ведущим. Он определяет построение и вид занятий.

Теоретические знания, полученные студентами при самостоятельном изучении курса по литературным источникам, закрепляются при выполнении лабораторных работ и курсовой работы.

При выполнении курсовой работы обращается особое внимание на выработку у студентов умения пользоваться справочной литературой, грамотно выполнять и оформлять инженерные расчеты и чертежи и умения выполнять отчетные документы в срок и с высоким качеством.

К средствам обучения по данной дисциплине относятся: речь преподавателя; технические средства обучения: доска, цветные маркеры, электронно-вычислительная техника, тематические материалы к практическим занятиям (презентации), макеты, стенды, плакаты и другие наглядные пособия; лабораторные стенды и установки в лаборатории «Гидравлики»; учебники, учебные пособия.

На занятиях по дисциплине должны широко использоваться разнообразные средства обучения, способствующие более полному и правильному пониманию темы практического или лабораторного занятия, а также выработке конструкторских навыков.

Целями проведения лабораторных работ являются: установление связей теории с практикой в форме экспериментального подтверждения положений теории; обучение студентов умению анализировать полученные результаты; контроль самостоятельной работы студентов по освоению курса; обучение навыкам профессиональной деятельности.

Цели лабораторного практикума достигаются наилучшим образом в том случае, если выполнению эксперимента предшествует определенная подготовительная внеаудиторная работа. Поэтому преподаватель обязан довести до всех студентов график выполнения лабора-

торных работ с тем, чтобы они могли заниматься целенаправленной самостоятельной работой.

На кафедре при преподавании дисциплины применяются следующие методы обучения студентов: устное изложение учебного материала, сопровождаемое показом и демонстрацией макетов, плакатов; выполнение лабораторных работ студентами; самостоятельное изучение студентами учебного материала по рекомендованной литературе; выполнение курсовой работы студентами.

В методических указаниях к лабораторным работам по учебной дисциплине «Гидравлика», разработанных на кафедре, даются общие теоретические сведения по темам, описания лабораторных установок и методика проведения работ. Общие теоретические сведения, представленные в каждой работе, даны кратко и освещают содержание темы только в пределах данной лабораторной работы. В описаниях лабораторных установок приведены их схемы и порядок работы на установках.

В методических указаниях установлен порядок выполнения лабораторных работ, приведены журналы измерений и обработки получаемых данных. Методика составлена с учетом самостоятельного выполнения студентами лабораторных работ на установках под руководством преподавателя

Курсовая работа нацелена на повышение эффективности и практической направленности обучения студентов. Выполнение курсовой работы содержит элементы исследования и способствует выработке навыков в принятии обоснованных инженерно-технических решений. Выполняется для проверки степени усвоения текущего учебного материала.

К курсовой работе даются методические указания к решению задач.

Обучающиеся, в часы самостоятельной работы, знакомятся с заданием, изучают рекомендованную и учебную литературу.

Контроль степени усвоения учебного материала проводится методом проверки правильности выполнения индивидуальных заданий (курсовой работы).

Все отмеченные рецензентом ошибки должны быть исправлены, а сделанные указания выполнены.

При выполнении курсовой работы обращается особое внимание на выработку у студентов умения пользоваться справочной литературой, грамотно выполнять и оформлять расчеты и умение выполнять отчетные документы в срок и с высоким качеством.

К зачету студент допускается только после получения оценки по курсовой работе.

Выбор методов проведения занятий обусловлен учебными целями, содержанием учебного материала, временем, отводимым на занятия. На занятиях в тесном сочетании применяется несколько методов, один из которых выступает ведущим. Он определяет построение и вид занятий.

На занятиях по дисциплине должны широко использоваться разнообразные интерактивные средства обучения, способствующие более полному и правильному пониманию темы практического занятия, а также выработке навыков и умений обучающегося.

**Программу разработала:**

Козырь И.Е., к.т.н, доцент

  
(подпись)

## РЕЦЕНЗИЯ

рабочей программы учебной дисциплины Б1.0.17 Гидравлика  
ОПОП ВО по направлению

20.03.02 Природообустройство и водопользование

Направленности: Экспертиза и управление земельными ресурсами; Инженерные системы водоснабжения, обводнения и водоотведения; Управление водными ресурсами и природоохранные гидротехнические сооружения  
(квалификация выпускника - бакалавр)

Перминовым А.В. доцентом кафедры гидрологии, гидрогеологии и регулирования стока, РГАУ–МСХА им. К.А. Тимирязев, к.т.н (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Гидравлика» ОПОП ВО по направлению 20.03.02 Природообустройство и водопользование, направленности: Экспертиза и управление земельными ресурсами; Инженерные системы водоснабжения, обводнения и водоотведения; Управление водными ресурсами и природоохранные гидротехнические сооружения (квалификация выпускника - бакалавр), разработанной в институте мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре комплексного использования водных ресурсов и гидравлики (разработчик: Козырь Ирина Евгеньевна, доцент, кандидат технических наук).

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

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Гидравлика» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 20.03.02 Природообустройство и водопользование. 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 базовой части учебного цикла – Б1.

3. Представленные в Программе цели дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 20.03.02 Природообустройство и водопользование.

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Гидравлика» закреплено 3 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 часов).

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 20.03.02 Природообустройство и водопользование 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 20.03.02 Природообустройство и водопользование.



10. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (учет посещений и работы на практических и лабораторных занятиях, выполнение и защита лабораторных работ, проведение тестирования, работа над курсовой работой) соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзамена /защиты КР, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины базовой части учебного цикла – Б1 ФГОС ВО направления 20.03.02 Природообустройство и водопользование.

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

12. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 2 источника (1-базовый учебник), дополнительной литературой – 3 наименований, Интернет-ресурсы – 2 источника и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 20.03.02 Природообустройство и водопользование.

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 20.03.02 Природообустройство и водопользование, направленности: Экспертиза и управление земельными ресурсами; Инженерные системы водоснабжения, обводнения и водоотведения; Управление водными ресурсами и природоохранные гидротехнические сооружения (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная Козырь И. Е., доцентом, кандидатом технических наук соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций

Рецензент: Перминов А.В. доцент кафедры гидрологии, гидрогеологии и регулирования стока, РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева, к.т.н

(подпись)

« 25 » 08 2021 г.