

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: 08.10.2025 12:46:25

Уникальный трехзначный ключ:

dcb6dc8315354aac8672a7c3a0ce2cf217be1e29



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 гидравлики, гидрологии и управления водными ресурсами

УТВЕРЖДАЮ:

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

 Д.М. Бенин

«26»  2025 г



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.20 Гидрогазодинамика

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 20.03.01 Техносферная безопасность

Направленность: Защита в чрезвычайной ситуации и охрана труда

Курс 1

Семестр 2

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2025

Москва, 2025

Разработчик: С.Н. Редников д.т.н., доцент


«22» августа 2025 г.

А.А. Наумова, ассистент


«22» августа 2025 г.

Рецензент: Ханов Н.В., д.т.н., профессор


«22» августа 2025 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность и учебного плана.

Программа обсуждена на заседании кафедры гидравлики, гидрологии и управления водными ресурсами протокол №11 от «22» августа 2025 г.

И.О. заведующего кафедрой, Перминов А.В., к.т.н., доцент


«22» августа 2025 г.

Согласовано:

Председатель учебно-методической комиссии
института мелиорации, водного хозяйства
и строительства имени А.Н. Костякова
Щедрина Е.В., к.пед.н., доцент
протокол №7 от «25» августа 2025 г.


«25» августа 2025 г.

Заведующий выпускающей
Кафедрой техносферной безопасности
Борулько В. Г., д.т.н., доцент


«22» августа 2025 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ


/ Анна Сидорова А.А.

СОДЕРЖАНИЕ

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	5
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ.....	5
3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	5
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	9
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРУ	9
4.3 ЛЕКЦИИ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ	13
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....	19
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	20
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	20
6.1.1. <i>Примерные тесты для текущего контроля знаний обучающихся.....</i>	<i>20</i>
6.1.2. <i>Тематика расчётно-графических работ</i>	<i>21</i>
6.1.3. <i>Примерные задачи к расчётно-графической работе</i>	<i>21</i>
6.1.4. <i>Вопросы для текущего контроля (устный опрос)</i>	<i>22</i>
6.1.5. <i>Перечень вопросов, выносимых на экзамен.....</i>	<i>23</i>
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ	25
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	27
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА	27
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	27
7.3 НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ	28
7.4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ.....	28
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	28
9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ.....	28
10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ....	28
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	30
Виды и формы отработки пропущенных занятий	31
12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	31
РЕЦЕНЗИЯ.....	33

АННОТАЦИЯ
рабочей программы учебной дисциплины
Б1.О.20 Гидрогазодинамика
для подготовки бакалавра по направлению
20.03.01 Техносферная безопасность

Направленность: Защита в чрезвычайных ситуациях и охрана труда

Цель освоения дисциплины:

Целью освоения дисциплины «Гидрогазодинамика» является освоение студентами теоретических и практических знаний о законах покоя и движения жидкости и газа, методов математического анализа и моделирования, составляющие основу расчета гидравлических систем и приобретение умений и навыков проведения и описания экспериментальных исследований для принятия профессиональных решений при участии в научно-исследовательских разработках по профилю подготовки:

Место дисциплины в учебном плане: дисциплина включена в базовую часть учебного плана по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность

Требования к результатам освоения дисциплины: в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: **УК-2 (УК-2.2; УК-2.3); УК-8 (УК-8.1); ОПК-1 (ОПК-1.3); ОПК-2 (ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3); ОПК-4 (ОПК-4.1).**

Краткое содержание дисциплины: Гидростатика. Равновесие жидкости и газа. Дифференциальное уравнение равновесия жидкости и газа (уравнение Эйлера). Основное уравнение гидростатики. Гидростатический парадокс. Сила давления жидкости на произвольно ориентированную и цилиндрические поверхности. Центр давления. Способы описания жидкости. Классификация видов движения жидкости и газа. Сжатие и перемещение газов. Поток жидкости. Уравнение неразрывности при установившемся движении. Дифференциальные уравнения движения невязкой жидкости (уравнения Эйлера). Интеграл Бернулли для установившегося движения невязкой жидкости и газа. Элементы газовой динамики. Потери напора и формулы для их определения. Ламинарный и турбулентный режимы движения жидкости. Потери напора при ламинарном и турбулентном режимах движения. Истечение через малые отверстия в тонкой стенке, насадки, короткие трубы при постоянном и переменном напоре. Истечение газов из отверстий. Расчет гидравлически длинных трубопроводов при последовательном и параллельном соединениях труб. Гидравлический расчет трубопроводов для газов. Гидравлический удар в трубах. Формула Н.Е. Жуковского.

Общая трудоемкость дисциплины: 3 зачетные единицы (108 часов).

Итоговый контроль по дисциплине: Экзамен.

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Гидрогазодинамика» является освоение студентами теоретических и практических знаний о законах покоя и движения жидкости и газа, методов математического анализа и моделирования, составляющие основу расчета гидравлических систем и приобретение умений и навыков проведения и описания экспериментальных исследований для принятия профессиональных решений при участии в научно-исследовательских разработках по профилю подготовки:

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Дисциплина Б1.О.20 «Гидрогазодинамика» включена в обязательный перечень ФГОС ВО, в цикл дисциплин базовой части. Дисциплина «Гидрогазодинамика» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 20.03.01 Техносферная безопасность.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Гидрогазодинамика» являются: высшая математика, физика, механика.

Дисциплина «Гидрогазодинамика» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: безопасная эксплуатация грузоподъемных машин и механизмов и сосудов, работающих под давлением, промышленная экология, защита окружающей среды, организация и технология испытаний технических систем.

Особенностью дисциплины заключается в том, что Гидрогазодинамика представляет собой основу для участия в научно-исследовательских разработках, для инженерных расчетов во многих областях техники. В частности, знание законов гидрогазодинамики необходимо для решения многих задач, возникающих при строительстве и эксплуатации объектов, для определения характера воздействия вредных и опасных факторов на человека и окружающую среду, разработки методов защиты от них.

Рабочая программа дисциплины «Гидрогазодинамика» 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

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 1.

Таблица 1

Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	Уметь	Владеть
1	УК - 2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.	УК-2.2 Уметь анализировать, оценивать обстановку и принимать решения в области обеспечения техносферной безопасности	Основные закономерности равновесия и движения жидкостей и газов; принципы работы приборов для измерений гидравлических параметров и способы измерений; методы расчета основных гидравлических параметров.	Использовать знания основных законов гидростатики и гидродинамики, решать теоретические задачи и проводить гидравлические расчеты элементов объектов техносферной безопасности.	Владеть методами математического анализа и моделирования, методами проведения лабораторных гидравлических исследований, обработки и анализа их результатов.
			УК-2.3 Владеть навыками проведения оценки соответствия или несоответствия фактического состояния безопасности на рабочем месте или в организации с нормативными требованиями, в том числе и безопасности окружающей среды.	Методы и средства получения, хранения и систематизации научно-технической информации	Осуществлять поиск информации с использованием информационных систем	Основными навыками получения, систематизации и анализа научно-технической информации
2	УК - 8	Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной	УК – 8.1 Знать основные источники чрезвычайных ситуаций природного и техногенного	Знать основные законы равновесия и движения жидкости и газа для решения стандартных	Использовать знания основных законов гидрогазодинамики для решения	Владеть методами получения, обработки и анализа результатов гидравлических

		деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов.	происхождения, причины, признаки и последствия опасностей, способы защиты от чрезвычайных ситуаций, принципы организации безопасности труда на предприятии.	задач профессиональной деятельности при рассмотрении вопросов безопасности и сохранения окружающей среды.	практических задач, применяя нормативную и справочную литературу. среды	расчетов, установления причинно-следственных связей между явлениями.
3	ОПК-1	Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека.	ОПК – 1.3 Владение техникой и технологиями в области техносферной безопасности с учетом современных тенденций их развития.	Знать методы исследований с использованием современных технических средств	Анализировать и оценивать достоверность материалов, полученных при экспериментальных исследованиях.	Владеть методами проведения численных экспериментов, исследуя влияние различных факторов на изучаемый процесс.
4	ОПК-2	Способен обеспечивать безопасность человека и сохранение окружающей среды, основываясь на принципах культуры безопасности и концепции	ОПК-2.1 Знание принципов культуры безопасности и риск-ориентированного мышления, а также вопросов безопасности человека и сохранения	Основы методики обоснования природоохранных мероприятий при обеспечения рационального природопользования;	Устанавливать возможные источники антропогенного воздействия на водные объекты; анализировать	Навыками выявления причин существующих и назревающих эколого-водохозяйственных проблем

		риск-ориентированного мышления.	окружающей среды в качестве важнейших приоритетов в жизни и деятельности.	наилучшие доступные технологии в природопользовании	исторические и экологические предпосылки для водохозяйственного развития.	
		ОПК – 2.2 Уметь организовывать свою жизнедеятельность с целью снижения антропогенного воздействия на окружающую среду и обеспечения безопасности человека.	ОПК – 2.2 Уметь организовывать свою жизнедеятельность с целью снижения антропогенного воздействия на окружающую среду и обеспечения безопасности человека.	Знать способы гидравлического обоснования размеров сооружений	Анализировать и оценивать достоверность материалов, полученных при гидравлических расчетах	Владеть методами проведения экспериментальных исследований.
		ОПК-2.3 Владеть навыками ориентации в экологических проблемах и ситуациях, в системе стандартов, правил и норм, регламентирующих взаимоотношения человека и природы.	ОПК-2.3 Владеть навыками ориентации в экологических проблемах и ситуациях, в системе стандартов, правил и норм, регламентирующих взаимоотношения человека и природы.	Методы получения, обработки анализа информации, навыками ориентации в экологических проблемах и ситуациях.	Использовать знания основных законов поиска и обработки информации в системе стандартов, правил и норм, регламентирующих взаимоотношения человека и природы.	Владеть методами поиска информации, обработки и анализа возможных вариантов решения задач, оценивая их при применении к экологически
5	ОПК-4	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-4.1 Знать общие принципы решения научных и практических задач безопасности с применением средств вычислительной техники.	Теоретические основы геоинформационных систем, возможности практического применения информационных технологий в сфере безопасности (техносферной).	Использовать стандартные методы для поиска, сбора, хранения, обработки и анализа данных с помощью информационных систем.	Навыками работы по практическому применению информационных технологий в сфере безопасности использовать их для решения задач профессиональной деятельности.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестру

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед.(108 часов), их распределение по видам работ семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 2

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час.	в т.ч. по 2 семестру
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	108	108
1. Контактная работа:	52.4	52.4
Аудиторная работа	52.4	52.4
<i>в том числе:</i>		
<i>лекции (Л)</i>	16	16
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>	34	34
<i>консультации перед экзаменом</i>	2	2
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0.4	0.4
2. Самостоятельная работа (СРС)	55,6	55,6
<i>РГР</i>	15,6	15,6
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным занятиям)</i>	13	13
3. Контроль	27	27
Вид промежуточного контроля:	Экзамен	

Таблица 3

Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ПКР	
Раздел 1. Введение. Тема 1.1. Предмет и задачи дисциплины «Гидрогазодинамика». Тема 1.2. Основные свойства жидкостей и газов.	8,6	2	4		2,6
Раздел 2. Гидростатика Тема 2.1. Гидростатическое давление и его свойства. Тема 2.2 Основные уравнения равновесия жидкости и газа. Тема 2.3. Сила давления на плоские и криволинейные поверхности	9	2	4		3
Раздел 3. Виды движения, основные гидравлические параметры потока	9	2	4		3

Наименование разделов и тем дисциплин	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ПКР	
Тема 3.1. Основные виды движения жидкости. Тема 3.2 Основные гидравлические параметры потока жидкости					
Раздел 4. Основы гидродинамики Тема 4.1. Основные уравнения динамики невязкой жидкости и газа Тема 4.2 Основные уравнения динамики вязкой жидкости	10	2	4		4
Раздел 5. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости. Определение потерь напора. Тема 5.1. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости. Тема 5.2 Потери напора.	10	2	4		4
Раздел 6. Режимы движения жидкости Тема 6.1. Особенности ламинарного и турбулентного режимов движения Тема 6.2 Коэффициент гидравлического трения (коэффициенте Дарси) λ	10	2	4		4
Раздел 7. Истечение жидкости и газа Тема 7.1 Истечение через отверстия, насадки, короткие трубопроводы при постоянном напоре. Тема 7.2. Истечение через отверстия, насадки, короткие трубопроводы при переменном напоре.	10	2	4		4
Раздел 8. Неустановившееся движение в напорных трубопроводах Тема 8.1 Гидравлический удар как неустановившееся движение жидкости. Тема 8.2. Гидравлический удар	12	2	6		4
Консультации перед экзаменом	2,0			2,0	
Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4			0,4	
Контроль	27				27
Всего за 2 семестр	108	16	34	0,4	55,6
Итого по дисциплине	108	16	34	0,4	55,6

Раздел 1. Введение

Тема 1.1. Предмет и задачи дисциплины «Гидрогазодинамика»

Тема 1.2. Основные свойства жидкостей и газов.

Сжимаемость, температурное расширение, текучесть, вязкость, плотность. Гипотеза сплошности. Особые свойства воды.

Раздел 2. Гидростатика

Тема 2.1. Гидростатическое давление и его свойства.

Напряженное состояние покоящейся жидкости. Гидростатическое давление и его свойства.

Гидростатическое давление в точке, избыточное и вакуумметрическое давление. Пьезометры, вакуумметры, дифманометры.

- Эпюры избыточного давления.

Тема 2.2 Основные уравнения равновесия жидкости и газа.

- Уравнения равновесия жидкости (уравнения Эйлера).

- Основное уравнение гидростатики. Поверхности равного давления.

- Уравнение состояния идеального газа. Законы Бойля-Мариотта, закон Авагадро. Теплоемкость газов

Тема 2.3. Сила давления на плоские и криволинейные поверхности

- Сила гидростатического давления на произвольно ориентированные плоские поверхности. Центр давления.

- Сила давления на цилиндрические поверхности.

Раздел 3. Виды движения, основные гидравлические параметры потока

Тема 3.1. Основные виды движения жидкости

- Классификация видов движения жидкости и газа

- Установившееся и неустановившееся движение.

- Понятие о вихревом и безвихревом (потенциальном) движении.

- Напорное и безнапорное движение жидкости, гидравлические струи.

- Равномерное и неравномерное движение жидкости (плавное изменяющееся и резко изменяющееся).

Тема 3.2 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 газа.

Раздел 4. Основы гидродинамики

Тема 4.1. Основные уравнения динамики невязкой жидкости и газа

Уравнения Эйлера и их интегрирование.

- Интеграл Бернулли.

Уравнение Бернулли для установившегося движения невязкой жидкости.

Уравнение Бернулли для невязкого газа.

Тема 4.2 Основные уравнения динамики вязкой жидкости

- Уравнение Бернулли для частных случаев.

- Уравнение Бернулли для элементарной струйки вязкой жидкости.

- Пьезометрический и гидравлический уклоны

Раздел 5. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости.

Определение потерь напора

Тема 5.1. 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.

Тема 5.2. Потери напора.

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

Раздел 6. Режимы движения жидкости

Тема 6.1. Особенности ламинарного и турбулентного режимов движения.

- Ламинарный и турбулентный режимы движения. Критерий Рейнольдса.
- Распределение касательных напряжений и скоростей в круглой трубе.
- Турбулентность и ее основные характеристики.
- 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 7. Истечение жидкости и газа

Тема 7.1. 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.
- Истечение газов из отверстий.

Тема 7.2. 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 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 и лабораторные занятия

Таблица 4

Содержание лекций, практических занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций, практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	Раздел 1. Введение.				6
	Тема 1.1. Предмет и задачи дисциплины «Гидрогазодинамика»	Лекция 1 Предмет и задачи дисциплины «Гидрогазодинамика»	УК-2.2; УК-8.1;		2
	Тема 1.2. Основные свойства жидкостей и газов.	Практическое занятие № 1. Основные свойства жидкостей и газов. Сжимаемость, температурное расширение, текучесть, вязкость, плотность. Гипотеза сплошности. Основные способы измерения вязкости жидкости Измерение плотности жидкости	УК-2.2; УК-8.1;	Тестирование Задание для РГР	4
	Раздел 2. Гидростатика				6
	Тема 2.1. Гидростатическое давление и его свойства.	Лекция 2. Давление в точке. Абсолютное, избыточное и вакуумметрическое давление. Пьезометры, вакуумметры, дифференциальные манометры. Эпюры давления Определение гидростатического давления	УК-2.2; УК-8.1;	Тестирование	2
	Тема 2.2 Основные уравнения равновесия жидкости и газа.	Практическое занятие № 2. Уравнения равновесия жидкости (уравнения Эйлера). Основное уравнение гидростатики. Уравнение состояния идеального газа.	УК-2.2; УК-8.1	Тестирование	2

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций, практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	Тема 2.3. Сила давления на плоские и криволинейные поверхности	Практическое занятие № 3. Сила давления жидкости на произвольно ориентированную поверхность. Сила давления на цилиндрические поверхности. Центр давления.	УК-2.2; УК-8.1	Тестирование Устный опрос	2
2.	Раздел 3. Виды движения, основные гидравлические параметры потока				6
	Тема 3.1. Основные виды движения жидкости	Лекция 3. Классификация видов движения жидкости и газа Модель потока, линии тока, элементарная струйка жидкости.	УК-2.2; УК-8.1	Тестирование Устный опрос	2
	Тема 3.2 Основные гидравлические параметры потока жидкости	Практическое занятие № 4. Живое сечение, смоченный периметр, гидравлический радиус. Местная скорость, средняя скорость в живом сечении.			2
		Практическое занятие № 5. Уравнение неразрывности для потока жидкости газа. Измерение местных скоростей потока трубкой Пито-Ребока			2
3	Раздел 4. Основы гидродинамики				6
	Тема 4.1. Основные уравнения динамики невязкой жидкости и газа	Лекция 4. Уравнения Эйлера и их интегрирование. Интеграл Бернулли. Уравнение Бернулли для установившегося движения невязкой жидкости. Уравнение Бернулли для невязкого газа.	УК-2.2; УК-8.1	Тестирование Устный опрос	2
		Практическое занятие № 6. Определение	УК-2.2; УК-8.1		2

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций, практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		коэффициента расхода водомера Вентури			
	Тема 4.2 Основные уравнения динамики вязкой жидкости	Практическое занятие № 7. Уравнение Бернулли для частных случаев. Уравнение Бернулли для элементарной струйки вязкой жидкости. Пьезометрический и гидравлический уклоны	УК-2.2; УК-8.1	Тестирование Устный опрос	2
4	Раздел 5. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости. Определение потерь напора				6
	Тема 5.1. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости.	Лекция 5 Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости. Коэффициент кинетической энергии. Геометрическая и энергетическая интерпретация уравнения Бернулли.	УК-2.3; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-4.1	Тестирование Проверка выполнения РГР	2
		Практическое занятие № 8. Демонстрация уравнения Бернулли и построение линии удельной энергии	УК-2.3; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-4.1	Устный опрос	2
	Тема 5.2. Потери напора.	Практическое занятие № 9. Местные потери напора, потери напора по длине. Основные данные о гидравлическом коэффициенте трения Определение коэффициента гидравлического трения по длине трубопровода	УК-2.3; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-4.1	Тестирование	2
5	Раздел 6 Режимы движения жидкости				6
	Тема 6.1. Особенности ламинарного и	Лекция 6 Режимы движения жидкости	УК-2.3; ОПК-1.3;	Устный опрос	2

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций, практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	турбулентного режимов движения	Особенности турбулентного и ламинарного режимов движения	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-4.1		
		Практическое занятие № 10. Режимы движения жидкости	УК-2.3; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2	Устный опрос	2
	Тема 6.2. Коэффициент гидравлического трения	Практическое занятие № 11. Гидравлически гладкие и шероховатые поверхности. Определение коэффициента Дарси при различных режимах движения	УК-2.3; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-4.1	Тестирование	2
6.	Раздел 7 Истечение жидкости и газа				6
	Тема 7.1 Истечение через отверстия, насадки, короткие трубы при постоянном напоре.	Лекция 7 Истечение жидкости и газа через отверстия, насадки, короткие трубы при постоянном и переменном напоре.	УК-2.3; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-4.1	Тестирование	2
		Практическое занятие № 12. Истечение через отверстия, насадки при постоянном напоре	УК-2.3; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-4.1	Проверка выполнения РГР	2
	Тема 7.2 Истечение через отверстия, насадки, короткие трубы при переменном напоре.	Практическое занятие № 13. Истечение через малые отверстия в тонкой стенке, насадки, короткие трубы при переменном напоре. Определение времени изменения напора Истечение через отверстия, насадки при переменном напоре	УК-2.3; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-4.1	Тестирование Устный опрос	2
8	Раздел 8. Неустановившееся движение в напорных трубопроводах				8

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций, практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	Тема 8.1. Гидравлический удар как неустановившееся движение жидкости	Лекция 8 Гидравлический удар как неустановившееся движение жидкости. Практическое занятие № 14. Диаграммы изменения давления при гидравлическом ударе	УК-2.3; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-4.1	Тестирование Устный опрос	2 2
	Тема 8.2. Гидравлический удар	Практическое занятие № 15. Определение повышения давления в трубопроводе при гидравлическом ударе	УК-2.3; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-4.1	Защита РГР	4

Таблица 5

Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
Раздел 1. Введение.		
1.	Тема 1.1 Предмет и задачи дисциплины «Гидрогазодинамика»	Роль гидравлики в жизни человека (УК-2.2; УК-8.1).
2.	Тема 1.2 Основные свойства жидкостей и газов.	Понятия температуры, давления, вязкости, поверхностного натяжения (УК-2.2; УК-8.1)
Раздел 2. Гидростатика		
3	Тема 2.1 Гидростатическое давление и его свойства.	Силы, действующие в покое и в движущейся жидкости. Размерность и единицы измерения динамической и кинематической вязкости μ и ν . (УК-2.2; УК-8.1)
4	Тема 2.2. Основные уравнения равновесия жидкости и газа.	Взаимосвязь между давлением, геометрической высотой и плотностью жидкости в случае, когда из массовых сил действует только сила тяжести (УК-2.2; УК-8.1)
	Тема 2.3. Сила давления на плоские и криволинейные поверхности	Понятия ориентации площадки, центра давления, тела давления (УК-2.2; УК-8.1).
Раздел 3. Виды движения, основные гидравлические параметры потока		
5	Тема 3.1. Основные виды движения жидкости	Понятие о вихревом и потенциальном движении. Способ Лагранжа и способ Эйлера, который используется при описании движения жидкости (УК-2.2; УК-8.1).

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
6	Тема 3.2. Основные гидравлические параметры потока жидкости	Понятие о плоском (двумерном) движении, одномерном движении. Взаимосвязь площади живого сечения ω , смоченного периметра χ и гидравлического радиуса R , а также расхода потока Q , средней скорости V и площади живого сечения ω (УК-2.2; УК-8.1).
Раздел 4. Основы гидродинамики		
7	Тема 4.1. Основные уравнения динамики невязкой жидкости и газа	Понятие невязкой жидкости. Напряжения, возникающие в движущейся вязкой жидкости (УК-2.2; УК-8.1).
8	Тема 4.2. Основные уравнения динамики вязкой жидкости	Уравнение Бернулли для частных случаев. Факторы, от которых зависит гидродинамический напор (УК-2.2; УК-8.1)
Раздел 5. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости. Определение потерь напора		
	Тема 5.1. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости	Энергетическая интерпретация уравнения Бернулли. Взаимосвязь удельной кинетической энергии, скоростного напора и коэффициента кинетической энергии α (УК-2.3; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3;ОПК-4.1).
	Тема 5. 2. Потери напора	Касательные напряжения и их распределения при равномерном движении. Зависимость потерь напора от параметров потока ((УК-2.3; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3;ОПК-4.1).
Раздел 6. Режимы движения жидкости		
	Тема 6.1. особенности ламинарного и турбулентного режимов движения	Число Рейнольдса и его критическое значение. Двухслойная модель турбулентного потока. Логарифмический закон распределения скоростей в турбулентном потоке ((УК-2.3; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3;ОПК-4.1).
	Тема 6.2. Коэффициент гидравлического трения (коэффициент Дарси) λ	Коэффициент Дарси при ламинарном и турбулентном режиме движения. Турбулентный режим и зоны сопротивления ((УК-2.3; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3;ОПК-4.1).
Раздел 7. Истечение жидкости и газа		
	Тема 7.1. Истечение через отверстия, насадки, короткие трубопроводы при постоянном напоре	Вакуум во внешнем цилиндрическом насадке. Сравнение гидравлических характеристик отверстий и насадков. Коэффициент расхода системы ((УК-2.3; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-4.1).
	Тема 7.2. Истечение через отверстия, насадки, короткие трубопроводы при переменном напоре	Истечение при изменении уровней в обоих резервуарах. Время опорожнения цилиндрического резервуара через отверстие в его дне ((УК-2.3; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3;ОПК-4.1).
Раздел 8. Неустановившееся движение в напорных трубопроводах		

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
	Тема 8.1. Гидравлический удар как неустановившееся движение жидкости	Характеристики трубопровода и жидкости, от которых зависит величина повышения давления при гидравлическом ударе ((УК-2.3; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3;ОПК-4.1).
	Тема 8.2. Гидравлический удар	Гидравлический удар при мгновенном и постепенном закрытии задвижки ((УК-2.3; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3;ОПК-4.1).

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.	Введение	Л ПЗ	Тестовые технологии
2	Гидростатика	Л ПЗ	Тестовые технологии. Технологии активного обучения (работа малыми группами)
3.	Виды движения, основные гидравлические параметры потока	Л ПЗ	Тестовые технологии. Технологии активного обучения (работа малыми группами)
4.	Основы гидродинамики	Л ПЗ	Тестовые технологии. Технологии активного обучения (работа малыми группами)
5.	Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости. Определение потерь напора.	Л ПЗ	Тестовые технологии. Технологии активного обучения (работа малыми группами)
6.	Режимы движения жидкости.	Л ПЗ	Тестовые технологии. Технологии активного обучения (работа в малых группах)
7.	Истечение жидкости и газа	Л ПЗ	Тестовые технологии. Технологии активного обучения (работа в малых группах)
8.	Неустановившееся движение жидкости в напорных трубопроводах.	Л ПЗ	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 опыта деятельности

6.1.1. Примерные тесты для текущего контроля знаний обучающихся

Раздел 2, тема 2.2. 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. $v = C\sqrt{RI}$

6.1.2. Тематика расчётно-графических работ

Выполняется расчётно-графическая работа на тему «Гидравлический расчет элементов водозабора на реке N».

Расчётно-графическая работа включает следующие вопросы:

1. Гидростатика

1.1 Определение силы давления на плоские поверхности.

1.2 Определение силы давления на криволинейные поверхности.

2. Применение уравнения Бернулли. Истечение через отверстия, насадки и короткие трубы.

2.1 Расчет системы труб при установившемся напорном движении.

2.2 Определение параметров потока жидкости, вытекающей через отверстия, насадки и короткие трубы при постоянном напоре.

2.3 Определение параметров потока жидкости, вытекающей через отверстия, насадки и короткие трубы при переменном напоре.

3. Установившееся движение жидкости в трубах.

4. Неустановившееся движение жидкости в трубах.

6.1.3. Примерные задачи к расчётно-графической работе

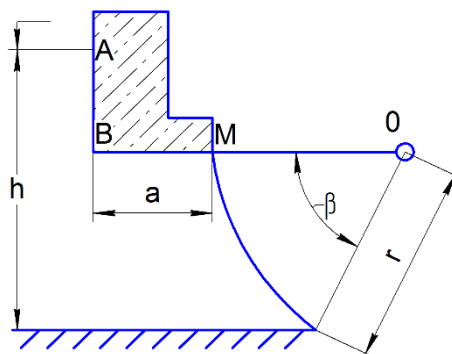
Раздел 2. Гидростатика

1. Рассматриваются все плоские прямоугольные поверхности.

Требуется:

а) аналитическим способом определить силу избыточного давления и координату центра давления;

б) построить эпюру избыточного давления на все плоские прямоугольные поверхности.



Таблица

Исходные данные	Номер варианта					
	1	2	3	4	5	6
Ширина b , м	1	2	3	4	5	6
Глубина воды h , м	4	6	7	8	9	10
Длина стенки a , м	2	2,5	3	3,5	4	4,5
Угол наклона β , град.	60	45	50	55	70	90
Радиус r , м	2,6	3,4	4,7	5,5	6,6	7

6.1.4. Вопросы для текущего контроля (устный опрос)

Раздел 3.

Определение коэффициента Дарси

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

Раздел 4 «Динамика невязкой и вязкой жидкости»

1. Какие члены уравнения Бернулли соответствуют потенциальной удельной энергии, кинетической удельной энергии?
2. Как записывается уравнение Бернулли для невязкой жидкости? Как при этом проходит напорная линия?
3. Как определить потери напора между любыми двумя сечениями по чертежу?
4. На чертеже покажите гидравлический и пьезометрический уклоны.
5. Чему равно расстояние по вертикали между напорной и пьезометрической линиями? При каком условии они параллельны?
6. Как изменится расход, если разность показаний пьезометров увеличится в два раза?
7. Если бы данный расход пошел через водомер в обратном направлении, какие уровни были бы при этом в пьезометрах?
8. На преодоление каких сопротивлений затрачивается напор $h_{тр}$ между выбранными сечениями в водомере?

Раздел 5, 6 «Режимы движения жидкости. Потери напора»

1. Назовите виды потерь напора.
2. По какой формуле вычисляют местные потери напора?
3. От чего зависит коэффициент местных сопротивлений?
4. Представляет ли разность показаний пьезометров потери напора, если происходит расширение или сужение трубы?
5. В чем заключается отличие ламинарного и турбулентного режимов движения жидкости?
6. Какой критерий служит характеристикой режимов движения?
7. Какое число Рейнольдса принимают за критическое?
8. Как в расчетах определить режим движения жидкости?

9. При движении воды или при движении нефти раньше возникнет турбулентный режим с увеличением скорости в трубе диаметром d ?
10. Приведите формулу потерь по длине и поясните входящие в нее величины.
11. Как опытным путем найти значение λ ?
12. От каких характеристик зависит коэффициент Дарси?

Раздел 7 «Истечение жидкости при постоянном и переменном напорах»

1. Почему при одном и том же напоре и диаметре отверстия через внешний цилиндрический насадок пройдет расход больший, чем через малое отверстие?
2. От чего зависит коэффициент скорости и в каком случае он больше: при истечении через насадок или отверстие?
3. Что называется насадком? Какие потери на трение учитываются при его расчете?
4. Почему при истечении через насадки образуется вакуум и чему равна его предельная величина в цилиндрическом насадке?
5. Может ли коэффициент скорости быть меньше единицы, равен единицы, быть больше единицы?
6. Какие значения примут коэффициенты μ , ϕ , ϵ , ζ для идеальной невязкой жидкости?
7. Что такое инверсия струи?
8. Учитываются или нет потери на трение при вычислении времени t изменения напоров от H_1 до H_2 ?

Раздел 8 «Неустановившееся движение жидкости в трубах»

1. Какие свойства жидкости являются определяющими при возникновении гидравлического удара?
2. От чего зависит скорость распространения ударной волны?
3. При каких условиях возникает прямой (непрямой) гидравлический удар? Чем отличаются эти случаи?
4. Каким должно быть время полного закрытия задвижки, чтобы повышение давления не достигло $\Delta p = \rho c u_0$?
5. В какой трубе (стальной или бетонной) быстрее распространяется повышение давления при гидравлическом ударе?

6.1.5. Перечень вопросов, выносимых на экзамен

1. Основные физические свойства жидкости газа.
2. Гидростатическое давление и его свойства. Определение гидростатического давления в точке. Понятие об избыточном давлении и вакууме.
3. Основное уравнение гидростатики и его интерпретация.
4. Сила давления на плоскую произвольно ориентированную поверхность. Центр давления.

5. Сила гидростатического давления жидкости на горизонтальные стенки. Гидростатический парадокс.
6. Эпюра давления (полного, избыточного).
7. Основы кинематики жидкости. Неустановившееся и установившееся движение жидкости. Линия тока и траектория. Элементарная струйка жидкости.
8. Поток, расход, средняя скорость. Живое сечение, смоченный периметр, гидравлический радиус.
9. Классификация видов движения жидкости.
10. Уравнение Бернулли для элементарной струйки невязкой жидкости и газа и его интерпретация.
11. Уравнение Бернулли для элементарной струйки вязкой жидкости и его интерпретация
12. Уравнение Бернулли для установившегося движения потока реальной жидкости.
13. Виды потерь напора и их выражение через скорость. Формулы для определения местных потерь и по длине.
14. Режимы движения и их особенности. Критическое значение числа Рейнольдса.
15. Равномерное движение. Уравнение расхода. Связь коэффициентов Дарси и С. Формула для определения коэффициента Шези в квадратичной области сопротивления.
16. Коэффициент Дарси с учетом режимов движения и зон сопротивления.
17. Понятие о гидравлически гладких и шероховатых стенках. Как связаны потери напора по длине со скоростью движения при различных режимах движения и зонах сопротивления.
18. Турбулентный режим движения. Зоны сопротивления. Определение коэффициента Дарси при турбулентном режиме.
19. Истечение жидкости и газа через отверстие с острой кромкой при постоянном напоре. Формулы скорости и расхода.
20. Истечение через внешний цилиндрический насадок при постоянном напоре. Формулы скорости и расхода.
21. Вакуум в цилиндрическом насадке.
22. Истечение через затопленные отверстия и насадки.
23. Коэффициенты расхода, скорости, сжатия при истечении через отверстия, насадки и короткие трубы. Виды сжатия струи при истечении через отверстие.
24. Основные расчетные уравнения гидравлически длинного простого трубопровода.
25. Расчет труб при последовательном и параллельном соединении труб.
26. Понятие транзитного расхода и расхода непрерывной раздачи. Потери напора при наличии непрерывной раздачи и транзитного расхода.
27. Понятие гидравлического удара. Процесс изменения давления в трубопроводе после мгновенного закрытия задвижки.
28. Гидравлический удар в трубах. Формула Н.Е. Жуковского.

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

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенций по дисциплине применяются **традиционная** система контроля и оценки успеваемости студентов.

Система текущего контроля и успеваемости студента осуществляется при выполнении тестирования по каждому разделу дисциплины, выполнения и защиты практических 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 один или несколько вопросов из учебной программы. При необходимости могут быть предложены дополнительные вопросы, задачи и примеры.

Описание критериев оценивания для проведения текущей аттестации обучающихся по дисциплине «Гидрогазодинамика» 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

Устный опрос оценивается по критериям, приведенным в таблице 7б

Таблица 7б

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» 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. Успешно выполнены все предложенные задания. Практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. Компетенции , закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» 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. Выполнены все предложенные задания с небольшими неточностями. В основном сформировал практические навыки. Компетенции , закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний).

Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» 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 контрольной работы, не владеет всеми методиками расчета. Не выполнена большая часть предложенных заданий. Некоторые практические навыки не сформированы. Компетенции , закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. Компетенции , закреплённые за дисциплиной, не сформированы.

РГР оценивается по критериям, приведенным в таблице 7в.

Таблица 7в.

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценка «отлично» выставляется студенту, если РГР полностью выполнен, правильно проведены все расчеты, в достаточном количестве использована литература по теме, РГР оформлен в соответствии с предъявляемыми требованиями.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценка «хорошо» ставится, если студент в основном раскрыл тему РГР, правильно проведены все расчеты, но без достаточных ссылок на литературу, либо если есть погрешности в оформлении РГР (нет выравнивания текста, есть опечатки и т.п.)
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценка «удовлетворительно» ставится, если тема РГР раскрыта не полностью, правильно проведены не все расчеты, либо если РГР оформлен небрежно.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценка «неудовлетворительно» ставится, если РГР не раскрывает заданную тему, неправильно проведены расчеты, выполнен не самостоятельно, содержит устаревшую информацию.

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

Таблица 8

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» 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. Успешно выполнены все предложенные задания. Практические навыки профессионального применения освоенных знаний

	сформированы. Компетенции , закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» 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. Выполнены все предложенные задания с небольшими неточностями. В основном сформировал практические навыки. Компетенции , закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний).
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» 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 контрольной работы, не владеет всеми методиками расчета. Не выполнена большая часть предложенных заданий. Некоторые практические навыки не сформированы. Компетенции , закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. Компетенции , закреплённые за дисциплиной, не сформированы.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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. - ISBN 978-5-8199-0380-3: 549,89.

7.2 Дополнительная литература

1. Козырь, И.Е. Практикум по гидравлике [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / И.Е. Козырь, И.Ф. Пикалова, Н.В. Ханов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2016. — 176 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/72985>.
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. Гидравлика.: (Техническая механика жидкости). / Р.Р. Чугаев. – изд. 6-е, репринт. – М.: Издательский Дом "БАСТЕТ", 2013 . – 672 с. - ISBN 978-5-903178-35-3 : 1.670

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. - ISBN 978-5-9675-11-5: 131,01.

8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

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 9

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
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	1. Парты моноблок двухместная 13шт. 2. Доска маркерная 1шт.
учебная лаборатория для проведения лабораторных занятий, научных исследований Учебный корпус № 28, аудитория 113	Для реализации учебной программы используются: - соответствующие измерительные приборы: пьезометры, манометры, вакуумметры, микровертушки, трубки Пито, шпигельмасштабы, 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.
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова, читальные залы библиотеки, Библиотека института мелиорации, водного хозяйства и строительства, читальный зал Учебный корпус № 29, аудитория 123	

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ 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 и самостоятельная работа.

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

- 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:

- оформить журнал лабораторных работ;
- выполнить тестирование по каждой теме;
- защитить лабораторные работы;
- выполнение контрольной 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;
- подготовка к выполнению контрольной работы.

Здесь, прежде всего, необходимо отметить, что самостоятельно изучаемый курс должен быть закреплен лабораторными занятиями с использованием гидравлических приборов, демонстрационных моделей, стендов, плакатов и др. оборудования, включая современные информационные и компьютерные технологии.

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

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 занятия, самостоятельная работа студента над учебной литературой. Студенты, не выполнившие отчет по лабораторным работам, к зачету 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.

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.

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

Перед началом лабораторного занятия преподаватель должен удостовериться в готовности. На кафедре при преподавании дисциплины применяются следующие методы обучения студентов: устное изложение учебного материала, сопровождаемое показом и демонстраций макетов, плакатов; выполнение лабораторных работ студентами; самостоятельное изучение студентами учебного материала по рекомендованной литературе.

В методических указаниях к лабораторным работам по учебной дисциплине «Гидрогазодинамика», 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.

Программу разработал:

Редников С.Н., д.т.н, доцент

Наумова А.А., ассистент

РЕЦЕНЗИЯ

**на рабочую программу дисциплины Б1.О.20 Гидрогазодинамика
ОПОП ВО по направлению 20.03.01 Техносферная безопасность,
направленность Защита в чрезвычайной ситуации и охрана труда
(квалификация выпускника-бакалавр)**

Перминов А.В., заведующий кафедрой гидротехнического строительства, РГАУ–МСХА им. К.А. Тимирязева (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Гидрогазодинамика» ОПОП ВО по направлению 20.03.01 Техносферная безопасность, направленность Защита в чрезвычайной ситуации и охрана труда (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», (разработчик: Редников С.Н., доцент кафедры гидравлики, гидрологии и управления водными ресурсами, кандидат технических наук, Наумова А.А., ассистент).

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

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Гидрогазодинамика» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС по направлению 20.03.01 Техносферная безопасность 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 базисной части учебного цикла – Б1.

3. Представленные в Программе **цели** дисциплины соответствуют требованиям ФГОС направления 20.03.01 Техносферная безопасность.

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Гидрогазодинамика» закреплено **5 компетенций**. Дисциплина «Гидрогазодинамика» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях.

5. **Результаты обучения**, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

6. Общая трудоёмкость дисциплины «Гидрогазодинамика» составляет 3 зачётных единицы (108 часа).

7. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Гидрогазодинамика» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 20.03.01 Техносферная безопасность и возможность дублирования в содержании отсутствует. Поскольку дисциплина не предусматривает наличие специальных требований к входным знаниям, умениям и компетенциям студента, хотя может являться предшествующей для специальных, в том числе профессиональных дисциплин, использующих знания в области строительства в профессиональной деятельности бакалавра по данному направлению подготовки.

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

9. Программа дисциплины «Гидрогазодинамика» предполагает занятия в интерактивной форме.

10. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 20.03.01 Техносферная безопасность.

11. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (учет посещений и работы на практических занятиях, выполнение и защита РГР, проведение тестирования и устного опроса), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме зачета, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины базисной части учебного цикла – Б1 ФГОС направления 20.03.01 Техносферная безопасность.

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

13. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 2 источника (1- базовый учебник), дополнительной литературой – 3 наименования, Интернет-ресурсы – 2 источника и соответствует требованиям ФГОС направления 20.03.01 Техносферная безопасность.

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

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

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Гидрогазодинамика» ОПОП ВО по направлению 20.03.01 Техносферная безопасность, направленность Защита в чрезвычайной ситуации и охрана труда (квалификация выпускника-бакалавр), разработанная на кафедре гидравлики, гидрологии и управления водными ресурсами доцентом, кандидатом технических наук, Редниковым С.Н. и ассистентом Наумовой А.А., соответствует требованиям ФГОС ВО современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Ханов Н.В. зав. кафедрой гидротехнического строительства, институт мелиорации, водного хозяйства и строительства им. А.Н. Костякова, РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева, д.т.н., профессор



«22» августа 2025 г.