

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: 15.07.2023 19:54:50  
Уникальный программный ключ:  
dcb6dc8315334aed86f2a7c3a0ce2cf217be1e29

УТВЕРЖДАЮ:  
И.о. директора института мелиорации,  
водного хозяйства и строительства  
имени А.Н. Костякова  
Бенин Д.М.  
«30» августа 2022 г.



## Лист актуализации рабочей программы дисциплины Б1.О.14 Гидрогазодинамика

для подготовки бакалавров

Направление 20.03.01 Техносферная безопасность

Направленность: Инженерное обеспечение безопасности населения, окружающей среды и объектов техносферы


Курс 1  
Семестр 2

Форма обучения очная  
Год начала подготовки: 2021

В РПД вносятся следующие изменения:

1. Добавить направленность «Безопасность цифровых и роботизированных технологических процессов и производств»
2. Внести изменения в таблицу 1

Программа актуализирована для 2022 г. начала подготовки.

Разработчики:  
Разработчики: Редников С.Н., к.т.н., доцент   
«29» августа 2022 г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры Гидравлики, гидрологии и управления водными ресурсами № 1 от «29» августа 2022 г.

И.о. зав. кафедрой Гидравлики, гидрологии и управления водными ресурсами  
Перминов А.В., доцент., к.т.н.   
«29» августа 2022 г.

**Лист актуализации принят на хранение:**

Зав. кафедрой Защиты в чрезвычайных ситуациях  
Борulyко В.Г., к.т.н., доцент   
«29» августа 2022 г.

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 - 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 технологической безопасности	Основные закономерности равновесия и движения жидкостей и газов; принципы работы приборов для измерений гидравлических параметров и способы измерений; методы расчета гидравлических параметров.	использовать основных гидростатики гидродинамики, решать теоретические задачи и проводить гидравлические расчеты элементов объектов технологической безопасности.	Владеть методами математического анализа и моделирования, методами проведения лабораторных гидравлических исследований, обработки и анализа их результатов.
2	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. 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
3	УК - 8	Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной	УК – 8.1 Знать классификацию и источники чрезвычайных ситуаций различного характера, причины, признаки и	Знать основные законы равновесия и движения жидкости и газа для решения стандартных	Использовать знания основных гидродинамики для решения практических	Владеть методами получения, обработки и анализа результатов гидравлических расчетов,

		<p>последствия опасностей, способы защиты от них.</p>	<p>задач профессиональной деятельности при рассмотрении вопросов безопасности и сохранения окружающей среды.</p>	<p>задач, нормативную справочную литературу.</p>	<p>применения и литературу.</p>	<p>установления причинно-следственных связей между явлениями.</p>
3	ОПК-1	<p>деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов.</p>	<p>ОПК – 1.3 Владение техникой и технологиями в области техносферной безопасности с учетом современных тенденций их развития.</p>	<p>Знать исследования с использованием современных технических средств</p>	<p>Анализировать и оценивать достоверность материалов полученных при экспериментальных исследованиях.</p>	<p>Владеть методами проведения численных экспериментов, исследуя влияние различных факторов на изучаемый процесс.</p>
4	ОПК-2	<p>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.</p>	<p>ОПК-2.1 Знание принципов культуры безопасности и риск-ориентированного мышления, а также вопросов безопасности человека и сохранения</p>	<p>Основа методики обоснования природоохранных мероприятий при обеспечении рационального природопользования;</p>	<p>Устанавливать возможные источники антропогенного воздействия на водные объекты; анализировать исторические</p>	<p>Навыками выявления причин существующих и назревающих экологических водохозяйственных проблем</p>





**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 ИМВХ и С

им. А.Н. Костякова

к.т.н., доцент Д.М. Бенин

« 17 » августа 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.О.14 Гидрогазодинамика**

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 20.03.01 Техносферная безопасность

Направленность: Инженерное обеспечение безопасности населения, окружающей среды и объектов техносферы

Курс 1

Семестр 2

Форма обучения - очная

Год начала подготовки 2021 г.

Москва, 2021

Разработчик: Пикалова И.Ф. к.т.н., доцент

25 августа 2021 г

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

25 августа 2021 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 комплексного использования водных ресурсов и гидравлики протокол № 01 от «25» 08 2021 г.

Зав. кафедрой Бакштанин А.М., к.т.н., доцент

«25» 08 2021 г.

**Согласовано:**

Председатель учебно-методической комиссии

ИМВХ и С им.А.Н.Костякова

Смирнов А.П., к.т.н., доцент

«26» август 2021 г.

Заведующий выпускающей кафедрой

Защиты в чрезвычайных ситуациях

Борулько В.Г., к.т.н., доцент

«26» август 2021 г.

Зав.отделом комплектования ЦНБ

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Цель освоения дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в учебном процессе .....	4
3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	5
4. Структура и содержание дисциплины .....	8
4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестру ....	8
4.3 Лекции и лабораторные занятия .....	11
5. Образовательные технологии .....	15
6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины.....	15
6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и опыта деятельности.....	15
6.1.1. Примерные тесты для текущего контроля знаний обучающихся .....	15
6.1.2. Вопросы к защите лабораторных работ .....	16
6.1.3. Перечень вопросов, выносимых на зачет .....	17
6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания.....	18
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины .....	20
7.1 Основная литература.....	20
7.2 Дополнительная литература .....	20
7.3 Нормативные правовые акты.....	20
7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям.	21
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля) .....	21
9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем .....	21
10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	21
11. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины .....	22
Виды и формы отработки пропущенных занятий .....	23
12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине .....	23

**АННОТАЦИЯ**  
**рабочей программы учебной дисциплины**

**Б1.О.14 Гидрогазодинамика**

для подготовки бакалавра по направлению 20.03.01 Техносферная безопасность  
Направленность: Инженерное обеспечение безопасности населения, окружающей среды и объектов техносферы

**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-2.2; УК-2.3; УК-8.1; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2.

**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.14 «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 (для 3++)	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 технообферной безопасности	Основные закономерности равновесия и движения жидкостей и газов; принципы работы приборов для измерения гидравлических параметров и способы измерений; методы расчета гидравлических параметров.	использовать основных законов гидростатики и гидродинамики, решать теоретические задачи и проводить гидравлические расчеты элементов объектов технообферной безопасности.	Владеть методами математического анализа моделирования, методами проведения лабораторных гидравлических исследований, обработки и анализа их результатов.
2	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. 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
3	УК - 8	Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при	УК – 8.1 Знать классификацию и источники чрезвычайных ситуаций различного характера, причины, признаки и последствия опасностей, способы защиты от них.	Знать основные законы равновесия и движения жидкости и газа для решения стандартных задач профессиональной деятельности при рассмотрении вопросов безопасности и сохранения окружающей среды.	Использовать знания основных законов гидродинамики для решения практических задач, применяя нормативную справочную литературу. среды	Владеть методами получения, обработки и анализа результатов гидравлических расчетов, установления причинно-следственных связей между явлениями.

3	ОПК-1	<p>угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов.</p> <p>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.</p>	<p>ОПК – 1.3 Владение техникой и технологиями в области техносферной безопасности с учетом современных тенденций их развития.</p>	<p>Знать методы исследований с использованием современных технических средств</p>	<p>Анализировать и оценивать достоверность материалов полученных при экспериментальных исследованиях.</p>	<p>Владеть методами проведения численных экспериментов, исследуя влияние различных факторов на изучаемый процесс.</p>
4	ОПК-2	<p>Способен обеспечивать безопасность человека и сохранение окружающей среды, основываясь на принципах культуры безопасности и концепции риск-ориентированного мышления.</p>	<p>ОПК-2.1 Знание принципов культуры безопасности и риск-ориентированного мышления, а также вопросов безопасности человека и сохранения окружающей среды в качестве важнейших приоритетов в жизни и деятельности.</p>	<p>Основы методики обоснования природоохранных мероприятий при обеспечении рационального природопользования; -наилучшие доступные технологии в природопользовании</p>	<p>Устанавливать возможные источники антропогенного воздействия на водные объекты; анализировать исторические и экологические предпосылки для водохозяйственного развития.</p>	<p>Навыками выявления причин существующих и назревающих эколого-водохозяйственных проблем</p>
	ОПК – 2.2	<p>Уметь организовывать свою жизнедеятельность с целью снижения антропогенного воздействия на окружающую среду и обеспечения безопасности человека.</p>	<p>Знать способы гидравлического обоснования размеров сооружений</p>	<p>Анализировать и оценивать достоверность материалов полученных при гидравлических расчетах</p>	<p>Владеть методами проведения экспериментальных исследований.</p>	

#### 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
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>52.4</b>	<b>52.4</b>
<b>Аудиторная работа</b>	<b>50.25</b>	<b>50.25</b>
<i>в том числе:</i>		
<i>лекции (Л)</i>	16	16
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>	34	34
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0.4	0.4
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>31</b>	<b>31</b>
<i>РГР</i>	18	18
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным занятиям)</i>	13	13
<b>3. Контроль</b>	<b>24.6</b>	<b>24.6</b>
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.	13	2	4		7
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	13	2	4		7
Раздел 3. Виды движения, основные гидравлические параметры потока Тема 3.1. Основные виды движения жидкости. Тема 3.2 Основные гидравлические параметры потока жидкости	13	2	4		7
Раздел 4. Основы гидродинамики Тема 4.1.Основные уравнения динамики невязкой жидкости и газа Тема 4.2 Основные уравнения динамики вязкой жидкости	13	2	4		4
Раздел 5. Бернулли для потока реальной жидкости. Определение потерь напора.	13	2	4		4

Наименование разделов и тем дисциплин	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ПКР	
Тема 5.1. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости. Тема 5.2 Потери напора.					
Раздел 6. Режимы движения жидкости Тема 6.1. Особенности ламинарного и турбулентного режимов движения Тема 6.2 Коэффициент гидравлического трения (коэффициенте Дарси) $\lambda$	13	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.	13	2	4		4
Раздел 8. Неустановившееся движение в напорных трубопроводах Тема 8.1 Гидравлический удар как неустановившееся движение жидкости. Тема 8.2. Гидравлический удар	16.75	2	6		4
<b>Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</b>	<b>0.4</b>			<b>0,4</b>	
<b>Контроль</b>	24.6				
<b>Всего за 2 семестр</b>	<b>108</b>	<b>16</b>	<b>34</b>	<b>0,4</b>	<b>31</b>
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>108</b>	<b>16</b>	<b>34</b>	<b>0.4</b>	<b>31</b>

### Раздел 1. Введеие

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, вакууметры, 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 (плавно изменяющаяся и резко изменяющаяся).

### **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)  $\lambda$ .

## **Раздел 6. Режимы движения жидкост**

### **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.	<b>Раздел 1. Введение.</b>				<b>6</b>
	Тема 1.1. Предмет и задачи дисциплины «Гидрогазодинамика»	Лекция 1Предмет и задачи дисциплины «Гидрогазодинамика	УК-2.2; УК-8.1;		3
	Тема 1.2. Основные свойства жидкостей и газов.	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	3
	<b>Раздел 2. Гидростатика</b>				<b>6</b>
	Тема 2.1. Гидростатическое давление и его свойства.	Лекция 2Давление в точке. Абсолютное, избыточное и вакуумметрическое давление. Пьезометры, вакуумметры, дифференциальные манометры. Эпюры давленияОпределение гидростатического давления	УК-2.2; УК-8.1;	Тестирование	2
	Тема 2.2 Основные уравнения равновесия жидкости и газа.	Лекция 2Уравнения равновесия жидкости (уравнения Эйлера). Основное уравнение гидростатики. Уравнение состояния идеального газа.	УК-2.2; УК-8.1;	Тестирование	2
	Тема 2.3. Сила давления на плоские и криволинейные поверхности	Сила давления жидкости на произвольно ориентированную поверхность. Сила давления на цилиндрические поверхности. Центр давления.	УК-2.2; УК-8.1;	Тестирование	2
2.	<b>Раздел 3. Виды движения, основные гидравлические параметры потока</b>				<b>6</b>
	Тема 3.1. Основные виды движения жидкости	Лекция3. Классификация видов движения жидкости и газаМодель потока, линии тока, элементарная струйка	УК-2.2; УК-8.1;		2

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций, практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	Тема 3.2 Основные гидравлические параметры потока жидкости	жидкости. Живое сечение, смоченный периметр, гидравлический радиус. Местная скорость, средняя скорость в живом сечении. Уравнение неразрывности для потока жидкости газа. Измерение местных скоростей потока трубкой Пито-Ребока		Тестирование	4
3	<b>Раздел 4. Основы гидродинамики</b>				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	2
		Определение коэффициента расхода водомера Вентури	УК-2.2; УК-8.1;		2
	Тема 4.2 Основные уравнения динамики вязкой жидкости	Лекция 4. Уравнение Бернулли для частных случаев. Уравнение Бернулли для элементарной струйки вязкой жидкости. Пьезометрический и гидравлический уклоны	УК-2.2; УК-8.1;	Тестирование	2
4	<b>Раздел 5. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости. Определение потерь напора</b>				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.	Тестирование	2
		Демонстрация уравнения Бернулли и построение линии удельной энергии	УК-2.3; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2		
	Тема 5.2. Потери напора.	Лекция 5 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	Тестирование	4
5	<b>Раздел 6 Режимы движения жидкости</b>				6
	Тема 6.1. Особенности ламинарного и турбулентного режимов движения	Лекция 6 Режимы движения жидкости. Особенности турбулентного и ламинарного режимов движения	УК-2.3; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2		2
		Режимы движения жидкости	УК-2.3; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2		2
	Тема 6.2.	Гидравлически гладкие и		Тестирование	



№ п/п	№ раздела	№ и название лекций, практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	Коэффициент гидравлического трения	шероховатые поверхности. Определение коэффициента Дарси при различных режимах движения	УК-2.3; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2		2
6.	<b>Раздел 7 Истечение жидкости и газа</b>				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. Истечение через отверстия, насадки при постоянном напоре	УК-2.3; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2  УК-2.3; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2	Тестирование	2
	Тема 7.2 Истечение через отверстия, насадки, короткие трубы при переменном напоре.	Лекция 7. 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	Тестирование	2
8	<b>Раздел 8. Неустановившееся движение в напорных трубопроводах</b>				8
	Тема 8.1. Гидравлический удар как неустановившееся движение жидкости	Лекция 8 Гидравлический удар как неустановившееся движение жидкости. Диаграммы изменения давления при гидравлическом ударе	УК-2.3; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2	Тестирование	4
	Тема 8.2. Гидравлический удар	Определение повышения давления в трубопроводе при гидравлическом ударе	УК-2.3; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2		4

Таблица 5

**Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины**

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	Формируемые компетенции
<b>Раздел 1. Введение.</b>			
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;
<b>Раздел 2. Гидростатика</b>			
3	Тема 2.1 Гидростатическое давление и его свойства.	Силы, действующие в покоящейся и в движущейся жидкости. Размерность и единицы измерения динамической и кинематической вязкости $\mu$ и $\nu$ .	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;

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	Формируемые компетенции
	Тема 2.3. Сила давления на плоские и криволинейные поверхности	Понятия ориентации площадки, центра давления, тела давления.	УК-2.2; УК-8.1;
<b>Раздел 3. Виды движения, основные гидравлические параметры потока</b>			
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;
6	Тема 3.2. 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-2.2; УК-8.1;
<b>Раздел 4. Основы гидродинамики</b>			
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;
<b>Раздел 5. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости. Определение потерь напора</b>			
	Тема 5.1. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости	Энергетическая интерпретация уравнения Бернулли. Взаимосвязь удельной кинетической энергии, скоростного напора и коэффициента кинетической энергии $\alpha$ .	УК-2.3; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2
	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
<b>Раздел 6. Режимы движения жидкости</b>			
	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
	Тема 6.2. Коэффициент гидравлического трения (коэффициенте Дарси) $\lambda$	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
<b>Раздел 7. Истечение жидкости и газа</b>			
	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

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	Формируемые компетенции
	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
<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-2.3; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2
	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

## 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. 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?

### 6.1.3. Примерные задачи к расчётно графической работе

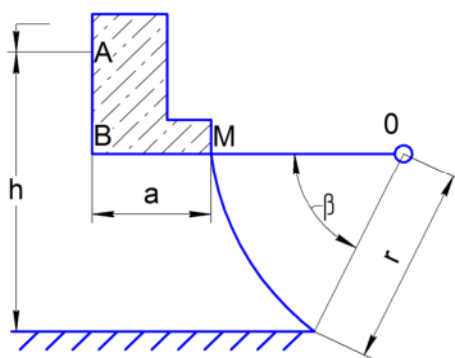
#### Раздел 2. Гидростатика

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 $\beta$ , град.	60	45	50	55	70	90
Радиус $r$ , м	2,6	3,4	4,7	5,5	6,6	7

#### 6.1.4. 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 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 зачета 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

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

Таблица 7б

Критерии оценивания в форме защиты лабораторных работ.

Оценка/сформированные компетенции	Критерии оценивания
Высокий уровень/зачет	Все типовые задачи выполнены без ошибок и недочетов. Сформированы все умения и навыки решения практических задач. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий.</b>
Средний уровень /зачет	Типовые задачи выполнены полностью.

	Сформированы все умения и навыки решения практических задач. <b>Компетенции</b> , закреплённые за дисциплиной, <b>сформированы на уровне – хороший (средний)</b> .
Пороговый уровень/зачет	Типовые задачи выполнены частично. Частично сформированы умения и навыки решения практических задач. <b>Компетенции</b> , закреплённые за дисциплиной, <b>сформированы на уровне – достаточный</b> .
Минимальный уровень/незачет	Правильно выполнены менее половины типовых задач. <b>Компетенции</b> , закреплённые за дисциплиной, <b>не сформированы</b> .

Описание шкалы и критериев оценивания для проведения контрольной работы обучающихся по дисциплине «Гидрогазодинамика».

Таблица 7в

Критерии оценивания в форме контрольной 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. Успешно выполнены все предложенные задания. Практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. <b>Компетенции</b> , закреплённые за дисциплиной, <b>сформированы на уровне – высокий</b> .
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку <b>«хорошо»</b> заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, 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. <b>Компетенции</b> , закреплённые за дисциплиной, <b>сформированы на уровне – хороший (средний)</b> .
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку <b>«удовлетворительно»</b> заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, 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. <b>Компетенции</b> , закреплённые за дисциплиной, <b>сформированы на уровне – достаточный</b> .
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку <b>«неудовлетворительно»</b> заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. <b>Компетенции</b> , закреплённые за дисциплиной, <b>не сформированы</b> .

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

Таблица 8

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5»	оценку <b>«отлично»</b> заслуживает студент, освоивший знания, умения,

(отлично)	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. <b>Компетенции</b> , закреплённые за дисциплиной, <b>сформированы на уровне – высокий.</b>
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. <b>Компетенции</b> , закреплённые за дисциплиной, <b>сформированы на уровне – хороший (средний).</b>
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. <b>Компетенции</b> , закреплённые за дисциплиной, <b>сформированы на уровне – достаточный.</b>
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. <b>Компетенции</b> , закреплённые за дисциплиной, <b>не сформированы.</b>

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1 Основная литература

1. 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 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
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. Парта 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, 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 1 шт. (Инв.№410134000000106) 2. Лоток гидравлический 1 шт. (без инв.№) 3. Макет сооружения 1 шт. (без инв.№) 4. Насос 12Д-19 № 173 1 шт. (без инв.№) 5. Плакат 28 шт. (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	
Общежитие №10,11, комната для самоподготовки	

### 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 закреплён 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:**

Пикалова И.Ф., к.т.н, доц.



**РЕЦЕНЗИЯ**  
**на рабочую программу дисциплины Б1.О.14 Гидрогазодинамика**  
**ОПОП ВО по направлению 20.03.01 Техносферная безопасность,**  
**направленность Инженерное обеспечение безопасности населения, окружающей**  
**среды и объектов техносферы**  
**(квалификация выпускника-бакалавр)**

Ханов А.В., заведующий кафедрой Гидротехнических сооружений, 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 Инженерное обеспечение безопасности населения, окружающей среды и объектов техносферы (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: Пикалова И.Ф., доцент кафедры комплексного использования водных ресурсов и гидравлики, кандидат технических наук).

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 **6 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 и лабораторных занятиях, выполнение и защита лабораторных работ, проведение тестирования и контрольной работы), 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 Инженерное обеспечение безопасности населения, окружающей среды и объектов техносферы (квалификация выпускника-бакалавр), разработанная на кафедре гидравлики, гидрологии и управления водными ресурсами доцентом, кандидатом технических наук, Редниковым С.Н., 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, к.т.н. 