

Министерство образования и науки Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебно-методическому  
комплексу  
проф. М. Б. Носырев  
«27» 06 2017 г.

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ Б1.Б.15 «Гидрогазодинамика»

(указывается шифр и наименование дисциплины по учебному плану)

Направление (специальность) подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность»

Профиль (специализация) подготовки Инженерная защита окружающей среды

Квалификация (степень) выпускника бакалавр  
(бакалавр, магистр)

Форма обучения очная, заочная  
(очная, заочная)

Факультет(ы) ИЭФ

Выпускающая(ие) кафедра(ы) Инженерной экологии

Кафедра-разработчик программы Техническая механика

Семестр	Трудоёмкость дисциплины					Контрольные, расчетно- графич. работы, рефераты и т.п.	Курсовые работы, проекты	Форма от- четности (экз / зачет)
	зач. ед.	часы						
		общая	лекции	практ., лабор.	самост. работа			
<b>очная форма обучения</b>								
4	4	144	34	34	76	4 РГР	-	Экзамен

Екатеринбург, 2017 г.

## АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа дисциплины «Гидрогазодинамика» содержит разделы в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность».

Она включает в себя изучение следующих вопросов: основные физические свойства жидкостей и газов, законы равновесия жидкостей, гидростатическое давление и приборы для измерения давления, действие жидкости на плоские и криволинейные ограничивающие поверхности, основы кинематики жидкости и газа, уравнения неразрывности и уравнения Бернулли для идеальной и вязкой жидкости при установившемся движении, режимы движения жидкостей и газов, определение потерь давления и напора в гидравлических сопротивлениях, принципиальные схемы и гидравлический расчёт систем водоснабжения, истечение жидкостей и газов из отверстий и насадок.

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели освоения дисциплины:

1. Создание у студентов базы знаний о закономерностях равновесия и движения жидкостей и газов.
2. Развитие понятийного аппарата о способах и методах применения законов движения жидкостей и газов при решении практических задач в области техносферной безопасности

Задачи освоения дисциплины:

1. Изучить законы статики и динамики жидкости и газа.
2. Овладеть методами расчета гидравлических параметров потоков.

Освоение дисциплины позволяет сформировать у студентов комплекс знаний, необходимый для решения производственно-технологических, научно-исследовательских, проектных и эксплуатационных задач.

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина «Гидрогазодинамика» относится к базовой части основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность».

Содержательно и методически связана с такими дисциплинами как «Инженерная геология и гидрогеология».

Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые такими дисциплинами как «Высшая математика», «Физика», «Механика».

Дисциплина «Гидрогазодинамика» является базовой для таких дисциплин как «Теплофизика», «Управление техносферной безопасностью», «Теоретические основы защиты окружающей среды».

Она дает возможность расширения и углубления базовых знаний и навыков для успешной профессиональной деятельности и для продолжения обучения в магистратуре.

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В результате освоения дисциплины «Гидрогазодинамика» студент должен приобрести следующие общекультурные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции, соотнесенные с общими целями ООП ВО:

Индекс по ФГОС ВО	Содержание компетенции
ОПК-1	способностью учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области обеспечения техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности
ПК-15	способностью проводить измерения уровней опасностей в среде обитания, обрабатывать полученные результаты, составлять прогнозы возможного развития ситуации

В результате освоения дисциплины студент должен:

- 1) знать:
  - распределение давления в покоящейся жидкости, применять методики определения давления с использованием соответствующих приборов;
  - основные законы движения газов и вязких жидкостей;
  - законы распределения скоростей при ламинарном и турбулентном режиме движения в трубах;
- 2) уметь:
  - решать теоретические задачи, используя основные законы термодинамики и гидромеханики;
  - проводить гидромеханические расчеты аппаратов и процессов в биосфере;
  - применять методики определения давления с использованием соответствующих приборов;
  - проводить практические расчеты сил давления жидкости, действующих на стенки и крышки различных резервуаров, на клапаны и затворы, применяемые в машинах и аппаратах;
  - проводить расчеты простых и сложных трубопроводных систем;
- 3) владеть:
  - методами теоретического и экспериментального исследования в гидромеханике;
  - методиками гидравлических расчетов гидродинамических систем;
  - методами расчета и анализа режимов работы гидравлического оборудования, используемого при природообустройстве.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### Тематический план для очной формы изучения дисциплины

№ п/п	Номер недели	Раздел дисциплины	Виды учебной работы, часы					Формы текущего контроля (по неделям семестра)
			лекции	практ., лабор.	контрольные, расчетно-графич. работы, рефераты т.п.	курсовые работы, проекты	СРС	
1	1	<b>Основные понятия гидрогазодинамики.</b> Предмет гидрогазодинамики. Физические свойства жидкости и газа. Понятия механики сплошной среды, используемые в гидравлике.	2				3	
2	2	<b>Основные законы гидростатики.</b> Абсолютный покой жидкости: гидростатический закон распределения давления, основное уравнение гидростатики, закон Паскаля.	2	4	РГР		6	УО
3	3	<b>Плоскость уровня.</b> Закон сообщающихся сосудов. Примеры относительного покоя. Абсолютное, избыточное и вакуумметрическое давления. Приборы для измерения давления.	2	2			6	УО
4	4	<b>Давление в жидкости и газе.</b> Гидростатическое давление и его свойства. Основной закон и основная формула гидростатики.	2	2			6	УО
5	5	<b>Сила давления жидкости и газа на твердые стенки.</b> Вычисление силы гидростатического давления на плоские и криволинейные поверхности. Закон Архимеда.	2		РГР		6	Тест
6	6	<b>Давление в жидкости и газе.</b> Манометрическое и вакуумметрическое дав-	2		РГР		6	Тест

		ления. Задачи по разделу.						
7	7	<b>Основы гидродинамики.</b> Гидродинамические параметры потока. Метод Эйлера. Струйная модель потока. Живое сечение потока. Гидравлическая классификация движений жидкости. Гидравлические элементы живого сечения потока. $Q, v$ . Уравнение неразрывности в гидравлической форме.	2	2			4	УО
8	8	<b>Вывод уравнения Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости.</b> Диаграмма уравнения. Приборы для измерения скорости в точке потока.	2	4			6	УО
9	9	<b>Уравнение Бернулли для вязкой жидкости</b> Рассмотрение элементарной струйки и потока. Гидравлический и пьезометрический уклоны.	2	4			4	УО
10	10	<b>Режимы движения жидкости.</b> Общий закон сопротивления. Гидравлические сопротивления. Определение потерь напора	2	4			4	УО
11	11	<b>Уравнение равномерного движения</b> Ламинарный режим движения.	2	4			4	УО
12	12	<b>Турбулентный режим</b> и его особенности.	2				4	УО
13	13	<b>Основы термодинамики.</b> Уравнение состояния. 1-й закон термодинамики. Теплоемкость. Адиабатический процесс. Формула Майера. Энтальпия. 2-й закон термодинамики. Энтропия.	2	2			4	УО
14	14	<b>Течения газа в соплах и диффузорах.</b> Сопротивление сопла. Прямоточный реактивный двигатель. Элементарная ударная труба.	2	2			4	УО
15	15	<b>Гидравлический расчёт</b> Расчет простых трубопроводных систем	2	2	РГР		6	Тест
16	16	<b>Гидравлический расчёт</b> Расчет сложных трубопроводных систем	2	2	РГР		6	Тест
17	17	<b>Истечение жидкости из отверстий и насадков</b>	2				5	УО
		Итого	34	34			76	Экзамен

## Содержание учебной дисциплины

### 1. Основные понятия гидрогазодинамики.

Предмет гидрогазодинамики. Физические свойства жидкости и газа. Понятия механики сплошной среды, используемые в гидравлике.

### 2. Основные законы гидростатики.

Абсолютный покой жидкости: гидростатический закон распределения давления, основное уравнение гидростатики, закон Паскаля.

### 3. Плоскость уровня.

Закон сообщающихся сосудов. Примеры относительного покоя. Абсолютное, избыточное и вакуумметрическое давления. Приборы для измерения давления.

### 4. Давление в жидкости и газе.

Гидростатическое давление и его свойства. Основной закон и основная формула гидростатики.

### 5. Сила давления жидкости и газа на твердые стенки.

Вычисление силы гидростатического давления на плоские и криволинейные поверхности. Закон Архимеда.

### 6. Давление в жидкости и газе.

Манометрическое и вакуумметрическое давления. Задачи по разделу.

### 7. Основы гидродинамики.

Гидродинамические параметры потока. Метод Эйлера. Струйная модель потока. Живое сечение потока. Гидравлическая классификация движений жидкости. Гидравлические элементы живого сечения потока.  $Q, v$ . Уравнение неразрывности в гидравлической форме.

#### **8. Вывод уравнения Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости.**

Диаграмма уравнения. Приборы для измерения скорости в точке потока.

#### **9. Уравнение Бернулли для вязкой жидкости**

Рассмотрение элементарной струйки и потока. Гидравлический и пьезометрический уклоны.

#### **10. Режимы движения жидкости.**

Общий закон сопротивления. Гидравлические сопротивления. Определение потерь напора

#### **11. Уравнение равномерного движения** Ламинарный режим движения.

#### **12. Турбулентный режим** и его особенности.

#### **13. Основы термодинамики.**

Уравнение состояния. 1-й закон термодинамики. Теплоемкость. Адиабатический процесс. Формула Майера. Энтальпия. 2-й закон термодинамики. Энтропия.

#### **14. Течения газа в соплах и диффузорах.**

Сопротивление сопла. Прямоточный реактивный двигатель. Элементарная ударная труба.

#### **15. Гидравлический расчёт**

Расчет простых трубопроводных систем

#### **16. Гидравлический расчёт**

Расчет сложных трубопроводных систем

#### **17. Истечение жидкости из отверстий и насадок.**

### **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

При изучении курса «Гидрогазодинамика» используются традиционные классические формы обучения в виде лекций и лабораторных работ с широким привлечением современных компьютерных технологий. Все виды занятий представляются в виде презентаций с иллюстрированием примеров использования материала лекций и практических занятий в сфере природообустройства и водопользования с использованием материалов из Интернета. Теоретический материал каждого раздела сопровождается решением типовых примеров с подробным изложением используемых методических приемов.

Компьютерные технологии используются при подготовке к лабораторным работам и при обработке результатов опытов. Оформление отчетов лабораторных работ с анализом результатов экспериментов позволяет формировать у студентов навыки аргументировано и строго применять письменные и устные (при защите) формулировки речи.

Широко используются дидактические ресурсы в виде плакатов и раздаточного материала при проведении лекций и лабораторных занятий. В раздаточном материале представлены схемы гидравлических установок и систем, для которых рассматривается методика расчёта, приближенная к решению инженерных задач.

Раздаточный материал служит также для контроля знаний студентов по различным темам и разделам.

Элементом воспитательной работы являются беседы со студентами по организации самостоятельной работы, целенаправленность и эффективность этой работы, обмен мнениями о возникающих проблемах и трудностях при усвоении изучаемой дисциплины.

### **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ И ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **6.1. Перечень оценочных средств для текущего контроля успеваемости**

Выбираются преподавателем исходя из учебного плана ООП, специфики дисциплины и Положения **СМК П 8.2.3.02** «О фонде оценочных средств для установления уровня сформированности компетенций обучающихся и выпускников на соответствия требованиям ФГОС ВО» пп. 6.4, п.п. 6.4.1 и Приложений 1, 2 к Положению.

##### **6.1.1. Примерная тематика расчётно-графических работ**

- Сила давления жидкости и газа на твердые стенки.

- Давление в жидкости и газе.
- Гидравлические сопротивления. Определение потерь напора
- Расчет простых трубопроводных систем
- Расчет сложных трубопроводных систем
- Расчет истечения жидкости из отверстий и насадков.

#### 6.1.2. Примерная тематика лабораторных работ

- Изучение приборов для измерения давления
- Расчет скорости в точке потока
- Экспериментальное изучение уравнения Д. Бернулли
- Изучение режимов движения жидкости
- Определение потерь напора при равномерной раздаче жидкости
- Определение потерь напора по длине потока
- Определение потерь напора в местных сопротивлениях
- Истечение жидкости через отверстия и насадки

## **6.2. Перечень оценочных средств для проведения промежуточного контроля успеваемости студентов**

### **6.2.1. Вопросы к экзамену**

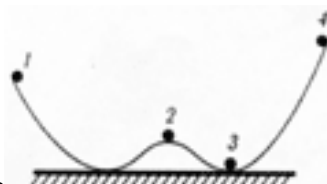
1. Физические свойства жидкостей и газов.
2. Реальная и идеальная жидкость.
3. Плотность и удельный объем, их зависимость от температуры и давления для капельных жидкостей.
4. Вязкость жидкостей.
5. Дифференциальные уравнения покоящейся жидкости (уравнения Эйлера).
6. Дифференциальные уравнения движущейся жидкости (уравнения Эйлера).
7. Дифференциальные уравнения давления.
8. Гидростатический закон распределения давления.
9. Основное уравнение гидростатики
10. Понятие плоскости уровня.
11. Закон сообщающихся сосудов.
12. Абсолютное, избыточное и вакуумметрическое давления.
13. Приборы для измерения давления.
14. Системы единиц, измерение давления, производительности и температуры.
15. Гидродинамические параметры потока.
16. Виды движения жидкости.
17. Гидравлические элементы живого сечения потока.
18. Уравнение неразрывности потока в гидравлической форме.
19. Вывод уравнения Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости.
20. Энергетический смысл уравнения Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости.
21. Уравнение Бернулли для элементарной струйки и потока реальной жидкости.
22. Вывод уравнения Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости.
23. Диаграмма уравнения Бернулли.
24. Приборы для измерения скорости в точке потока. Трубка Пито.
25. Уравнение Бернулли для вязкой жидкости
26. Режимы движения жидкости
27. Гидравлические элементы потока жидкости. Гидравлический, пьезометрический и геометрический уклон.
28. Гидравлические сопротивления.
29. Классификация гидравлических сопротивлений.
30. Коэффициенты гидравлического трения и местного сопротивления.
31. Плотность и удельный объем, их зависимость от температуры и давления для газов.
32. Уравнение состояния для идеальных газов.
33. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса.

34. 1-й закон термодинамики.
35. Теплоемкость газов.
36. Уравнение Майера.
37. Энтальпия. 1-й закон термодинамики через энтальпию.
38. 2-й закон термодинамики.
39. Газодинамические процессы открытых систем.
40. Гидравлический расчет простых трубопроводных систем
41. Гидравлический расчет сложных трубопроводных систем
42. Закон вязкостного трения Ньютона.
43. Потери напора при ламинарном и турбулентном течении жидкости.
44. Формулы Дарси и Вейсбаха для вычисления гидравлических потерь.
45. Понятие о подобии гидромеханических процессов.
46. Критерии подобия для течений несжимаемых вязких жидкостей и газовых течений.
47. Автомодельность газодинамических процессов.

### 6.2.2. Примеры тестовых заданий

#### ВАРИАНТ № 1.

##### Вопрос 1.



На рисунке показаны различные положения одного и того же тела. Температура тела и окружающей среды не меняется. Что можно сказать о внутренней энергии тела?

a)	Внутренняя энергия в положении 4 наибольшая.
b)	Внутренняя энергия в положении 3 наибольшая.
c)	Внутренняя энергия в положениях 1 и 4 наибольшая.
d)	Внутренняя энергия в положениях 1, 2, 3 и 4 одинаковая.

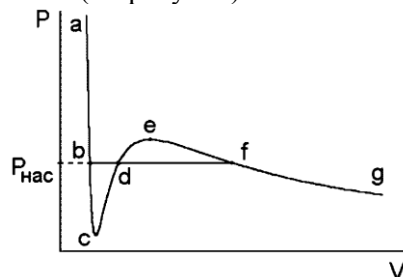
##### Вопрос 2.

Теплоёмкость, отнесённая к 1 м<sup>3</sup> рабочего тела называется...

a)	объёмная
b)	массовая
c)	мольная
d)	кубометрическая

##### Вопрос 3.

Укажите на изотерме Ван-дер-Ваальса (см. рисунок) метастабильное состояние пересыщенного пара.



a)	Участок e-f
b)	Участок c-d
c)	Участок f-g
d)	Участок a-b

##### Вопрос 4.

Тепловым движением называется...

a)	...равномерное движение отдельной молекулы.
b)	...упорядоченное движение большого числа молекул

c)	...непрерывное беспорядочное движение большого числа молекул.
d)	...прямолинейное движение отдельной молекулы.

**Вопрос 5.**

Для цикла Карно справедливо следующее соотношение:

a)	$q_1/q_2=T_2 \cdot T_1$
b)	$q_1/q_2=T_2/T_1$
c)	$q_1 \cdot q_2=T_2/T_1$
d)	$q_1/q_2=T_1/T_2$

где  $T_1, T_2$  – температура горячего и холодного источника, соответственно;  $q_1, q_2$  -подведенная и отведенная теплота.

**Вопрос 6.**

Что является рабочим телом паротурбинной установки?

a)	водяной пар
b)	сжатый воздух
c)	продукты сгорания топлива
d)	смесь горючих газов

**Вопрос 7.**

Какое количество вещества содержится в теле, состоящем из  $1,204 \times 10^{24}$  молекул? Число Авогадро  $6,02 \times 10^{23}$  моль<sup>-1</sup>.

a)	1.5 моль
b)	2 моль
c)	2.5 моль
d)	нет правильного ответа

**Вопрос 8.**

Внутренняя энергия - это...

a)	...энергия, которая определяется взаимным положением взаимодействующих тел или частей одного и того же тела.
b)	...энергия движения и взаимодействия частиц, из которых состоит тело.
c)	...энергия, которой обладает тело вследствие своего движения.
d)	Правильный ответ не приведен

**Вопрос 9.**

Уравнение первого закона термодинамики имеет вид...

a)	$Q=\Delta U+L$
b)	$Q=\Delta L+p$
c)	$Q= \Delta U+T$
d)	$Q= \Delta U-T$

где  $Q, U, p, T$  - теплота, внутренняя энергия, давление и температура.

**Вопрос 10.**

Циклы, в которых работа совершается за счёт затрат теплоты, называется...

a)	прямыми
b)	обратными
c)	регенеративными
d)	Карно

**Критерии оценки успеваемости студентов на экзамене приведены в КОС по данной дисциплине.**

**7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**



а) основная литература:

1. Бебенина Т. П. Гидравлика. Техническая гидромеханика: Конспект лекций. - Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2011. - 180 с. (библиотека УГГУ – 140 экз).
2. Копачев В. Ф., Миняев Ю.Н. Термодинамика: учебное пособие. - Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2011. 74 с. (библиотека УГГУ – 36 экз).

б) дополнительная литература:

3. Часс С.И. Гидромеханика. Сборник задач: - Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2010. 144 с. (библиотека УГГУ – 23 экз).
4. Часс С. И. Гидравлика. Гидромеханика. Сборник задач и контрольных заданий: - Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2009. 137 с. (библиотека УГГУ – 105 экз).
5. Бебенина Т.П., Часс С.И., Н.В.Савинова Лабораторный практикум по гидродинамике - Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2010. 68 с. (библиотека УГГУ – 16 экз).
6. Бебенина Т.П., Часс С.И., Савинова Н. В. Гидродинамика: лабораторный практикум. - Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2009. 137 с. (библиотека УГГУ – 105 экз).

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

<http://e.lanbook.com>; [www.fepo.ru](http://www.fepo.ru)

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для реализации учебной программы в лаборатории гидравлики имеются учебные лабораторные установки для изучения уравнения Бернулли, потерь напора, местных сопротивлений, режимов движения жидкости, истечения жидкости через отверстия и насадки, стенды, макеты, лотки и др. оборудование. Для работы на установках используются необходимые измерительные приборы (пьезометры, манометры, вакуумметры, микровертушки, трубки Пито, секундомеры, мерные сосуды, водосливы-водомеры). Имеются учебные плакаты, учебные видео- и кинофильмы по гидравлике по всем разделам курса.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению (специальности) 20.03.01 - «Техносферная безопасность» и профилю (специализации) подготовки – «Инженерная защита окружающей среды».

Автор(ы)

В. Ф. Копачев

Программа одобрена на заседании кафедры технической механики (протокол №\_\_ от \_\_. \_\_.2017).

Программа согласована с выпускающей кафедрой инженерной экологии (ИЭ).

Заведующий кафедрой ИЭ



А. В. Хохряков

Программа одобрена методической комиссией ГМФ:

Председатель методической комиссии

В. П. Барановский