

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования  
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

*Физический факультет*

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Гидроаэромеханика**

Кафедра «Инженерная физика» факультета физического

**Образовательная программа**  
**13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»**

Направленность (профиль) программы  
**Возобновляемые источники энергии и гидроэлектростанции**

Уровень высшего образования  
бакалавриат

Форма обучения  
очная

Статус дисциплины: входит в часть ОПОП, формируемую участниками образо-  
вательных отношений (Б1.В.01.05)

Махачкала  
2021

Рабочая программа дисциплины «Гидроаэромеханика» составлена в 2021 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника от «28» февраля 2018 г. № 144 (изменения в ФГОС ВО, утвержденные приказом Минобрнауки России от «26» ноября 2020 г. № 1456; от «08» февраля 2021 г. № 83).

Разработчик(и): Абдулагатова З.З. – к.т.н., доцент кафедры ИФ

Рабочая программа дисциплины одобрена:  
на заседании кафедры Инженерная физика от «29» 06 2021г., протокол № 10

Зав. кафедрой  Садыков С.А.

на заседании Методической комиссии физического факультета от «30»  
06 2021г., протокол № 10.

Председатель  Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением  
«09» июля 2021 г.

Начальник УМУ  Гасангаджиева А.Г.

## Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина Гидроаэромеханика входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений ОПОП бакалавриата по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Дисциплина реализуется на физическом факультете кафедрой Инженерная физика.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с теорией гидроаэромеханики, определением параметров потока, режимов движения жидкости, полного напора и его потерь.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: общепрофессиональных - ОПК-3, профессиональных - ПК-1.1.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, практические занятия, лабораторные занятия, самостоятельная работа студентов.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме коллоквиума, контрольной работы и промежуточный контроль в форме экзамена.

Объем дисциплины 7 зачетных единиц, в том числе в академических часах по видам учебных занятий

Очная форма обучения

Семестр	Учебные занятия								Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)
	в том числе:								
	всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем						СРС, в том числе экзамен	
		всего	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации		
5	252	108	36	36	36			108+36	экзамен

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины (модуля) Гидроаэромеханика являются: получение знаний о законах движения жидкостей и газов, приобретение умений и навыков решения прикладных вопросов гидроаэромеханики для объектов нетрадиционных и возобновляемых источников энергии.

По завершению освоения данной дисциплины студент способен и готов:

- обобщать, анализировать, воспринимать информацию, ставить цель и выбирать пути ее достижения;
- самостоятельно работать, принимать решения в рамках своей профессиональной деятельности;
- использовать информационные технологии в своей предметной области;
- определять и обеспечивать эффективные режимы технологического процесса по заданной методике;
- планировать экспериментальные исследования;
- выполнять экспериментальные исследования по заданной методике, обрабатывать результаты – экспериментов;
- выполнять типовые расчеты в области гидромеханики и гидравлики.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина Гидроаэромеханика входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений ОПОП бакалавриата по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения и процедура освоения).

Код и наименование компетенции из ОПОП	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
ОПК-3. Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ОПК-3.1. Применяет математический аппарат аналитической геометрии, линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления функции одной переменной.	<b>Знает:</b> математический аппарат аналитической геометрии, линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления функции одной переменной, необходимый для решения задач профессиональной деятельности. <b>Умеет:</b> применять математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера. <b>Владет:</b> навыками использования математических методов, необходимых для решения поставленной задачи.	Устный опрос, письменный опрос
	ОПК-3.2. Применяет математический аппарат теории функции нескольких переменных, теории функций комплексного переменного, теории рядов, теории дифференциальных уравнений.	<b>Знает:</b> математический аппарат теории функции нескольких переменных, теории функций комплексного переменного, теории рядов, теории дифференциальных уравнений, необходимый для решения задач профессиональной деятельности. <b>Умеет:</b> применять математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера. <b>Владет:</b> навыками использования математиче-	

		ских методов, необходимых для решения поставленной задачи.	
	ОПК-3.3. Применяет математический аппарат теории вероятностей и математической статистики.	<b>Знает:</b> математический аппарат теории вероятностей и математической статистики, необходимый для решения задач профессиональной деятельности. <b>Умеет:</b> применять математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера. <b>Владеет:</b> навыками использования математических методов, необходимых для решения поставленной задачи.	
	ОПК-3.4. Применяет математический аппарат численных методов.	<b>Знает:</b> математический аппарат численных методов. <b>Умеет:</b> применять математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера. <b>Владеет:</b> навыками использования математических методов, необходимых для решения поставленной задачи.	
	ОПК-3.5. Демонстрирует понимание физических явлений и применяет законы механики, термодинамики, электричества и магнетизма.	<b>Знает:</b> физический аппарат, необходимый для решения задач профессиональной деятельности. <b>Умеет:</b> выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности. <b>Владеет:</b> навыками находить и критически анализировать информацию, необходимую для решения поставленной задачи.	
	ОПК-3.6. Демонстрирует знание элементарных основ оптики, квантовой механики и атомной физики.	<b>Знает:</b> основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности. <b>Умеет:</b> применять физические законы для решения задач теоретического и прикладного характера. <b>Владеет:</b> навыками критического анализа элементарных основ оптики, квантовой механики и атомной физики в сфере профессиональной деятельности.	
ПК-1. Способен организовать и провести работу по ремонту ГТС ГЭС/ГАЭС	ПК-1.1. Способен анализировать результаты мониторинга и диагностики ГТС ГЭС/ ГАЭС.	<b>Знает:</b> - конструктивные особенности эксплуатируемых сооружений, пропускные способности, режимы пропусков воды, дренажные и осушающие устройства сооружений; - принцип действия контрольно-измерительной аппаратуры; - методы проектирования и проведения технико-экономических расчетов; - руководящие материалы по надзору и эксплуатации гидросооружений; - современные технологии и новые материалы для ремонта сооружений и зданий, тенденции и перспективы их развития; - требования охраны труда, производственной санитарии, пожарной и промышленной безопасности; - основы технологического процесса производства электрической энергии и мощности; - принципы и режимы работы гидротехнического, гидротурбинного, грузоподъемного и вспомогательного оборудования; - принцип работы систем электроснабжения, систем водоснабжения и водоотведения, систем отопления, систем вентиляции, систем противопожарной защиты;	Устный опрос, письменный опрос

		<p>- основы гидротехники, гидравлики, механики, электротехники;</p> <p>- методы обработки информации с применением современных технических средств, коммуникаций и связи, вычислительной техники.</p> <p><b>Умеет:</b></p> <p>- систематизировать и интерпретировать техническую документацию, данные мониторинга;</p> <p>- анализировать информацию и данные для оценки состояния ГТС, определения резервов надежности и обоснования необходимости ремонтных работ;</p> <p>- определять причины дефектов, выявляемых на ГТС и обосновывать необходимость проведения ремонтных работ;</p> <p>- разрабатывать предложения по результатам анализа дефектов (несоответствий состояния ГТС);</p> <p>- работать с текстовыми редакторами, электронными таблицами, электронной почтой, браузерами и со специализированными программами;</p> <p>- применять справочные материалы в области ремонта ГТС.</p> <p><b>Владеет:</b></p> <p>- навыками оценки и анализа состояния оборудования, ГТС электростанции на основании данных мониторинга, диагностики и предшествующих ремонтов;</p> <p>- навыками анализа выявленных в процессе эксплуатации дефектов ГТС электростанции;</p> <p>- навыками анализа инновационных технологических решений и разрабатываемого оборудования, а также мировой практики применения технологий и производимого оборудования для использования в ТО и ремонтах.</p>	
--	--	---	--

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 252 академических часа.

4.2. Структура дисциплины.

4.2.1. Структура дисциплины в очной форме

№ п/п	Разделы и темы дисциплины по модулям	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации)
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	...	Самостоятельная работа в т.ч. экзамен	
<b>Модуль I. Гидроаэростатика</b>								
1	Предмет и методы гидроаэромеханики. Общие свойства и	5	1	1	1		4	Текущий контроль: коллоквиум (5 семестр)

	строение несжимаемой жидкости							Промежуточная аттестация: экзамен (5 семестр)
2	Понятие реальной и идеальной жидкости. Силы, действующие на жидкость	5	1	1	1		3	
3	Сжимаемые жидкости и их свойства. Внешние и внутренние силы, действующие в газах	5	1	1	1		4	
4	Гидростатическое давление и его свойства	5	2	2	2		4	
5	Основное уравнение статики атмосферы. Дифференциальные уравнения покоящейся жидкости. Понятие потенциальной функции	5	2	1	1		2	
	<i>Итого по модулю I:</i>		7	6	6		17	
<b>Модуль II. Уравнение жидкости. Простейшие гидравлические машины</b>								
6	Уравнение равновесия жидкости в однородном поле силы тяжести. Потенциальная энергия жидкости. Потенциальный напор	5	1	1	1		4	
7	Сила гидростатического давления, действующая на плоскую фигуру любой формы. Положение центра давления	5	1	2	2		4	
8	Сила гидростатического давления, действующая на плоские прямоугольные фигуры	5	1	1	1		4	
9	Круглая труба, подверженная внутрен-	5	1	1	1		4	

	нему гидростатическому давлению							
10	Простейшие гидравлические машины. Равновесие плавающих тел	5	1	1	1		3	
	<i>Итого по модулю 2:</i>		5	6	6		19	
<b>Модуль III. Гидроаэродинамика</b>								
11	Частица сплошной среды и методы описания ее движения. Законы сохранения импульса и энергии	5	1	2	2		4	
12	Дифференциальные уравнения движения для идеальной жидкости. Потенциал скорости. Потенциальное движение жидкости	5	1	1	1		6	
13	Установившееся и неустановившееся движение жидкости. Живое сечение, расход, средняя скорость и эпюра скоростей	5	1	2	2		4	
14	Уравнение неразрывности движущейся жидкости для установившегося движения. Уравнение несжимаемости движущейся жидкости в дифференциальной форме	5	1	1	1		6	
	<i>Итого по модулю 3:</i>		4	6	6		20	
<b>Модуль IV. Уравнение Бернулли</b>								
15	Уравнение Бернулли для идеальной и реальной жидкости. Геометрическая и энергетическая ин-	5	1	2	2		6	

	терпретация уравнения Бернулли						
16	Полный напор для целого потока. Уравнение Бернулли для целого потока реальной жидкости при установившемся движении	5	1	2	2		6
17	Гидравлическое уравнение количества движения для установившегося потока	5	1	1	1		4
18	Два режима движения реальной жидкости. Понятие о теории гидродинамического пограничного слоя	5	1	1	1		4
	<i>Итого по модулю 4:</i>		4	6	6		20
<b>Модуль V. Прикладная гидроаэромеханика</b>							
19	Движение жидкости в трубах. Потери напора по длине трубопровода и на местные сопротивления	5	2	2	2		4
20	Истечение жидкости из отверстий и насадков. Построение напорной и пьезометрической линии	5	2	1	1		2
21	Фильтрация жидкости через пористую среду. Кривая депрессии	5	1	1	1		2
22	Перспективы использования энергии набегающего потока жидкости для технических целей	5	1	1	1		4

23	Движение жидкости в каналах и трубопроводах ГЭС	5	2	1	1		4	
	<i>Итого по модулю 5:</i>		8	6	6		16	
<b>Модуль VI. Гидравлический удар</b>								
24	Неустановившийся режим движения жидкости в каналах. Гидравлический расчет каналов	5	2	2	1		4	
25	Силы, действующие на трубопроводы при движении жидкости	5	2	1	2		4	
26	Гидравлический удар в турбинных трубопроводах. Расчетные зависимости величины гидравлического удара	5	2	2	2		4	
27	Колебания жидкости при гидравлическом ударе	5	2	1	1		4	
	<i>Итого по модулю 6:</i>		8	6	6		16	
<b>Модуль VII. Подготовка к экзамену</b>								
							36	экзамен
	<b>ИТОГО:</b>		36	36	36		108+36	

### 4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

#### 4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине.

##### Основные разделы

##### **Модуль I.** Гидроаэростатика

*Содержание тем:* Предмет и методы гидроаэромеханики. Общие свойства и строение несжимаемой жидкости. Понятие реальной и идеальной жидкости. Силы, действующие на жидкость. Сжимаемые жидкости и их свойства. Внешние и внутренние силы, действующие в газах. Гидростатическое давление и его свойства. Основное уравнение статики атмосферы. Дифференциальные уравнения покоящейся жидкости. Понятие потенциальной функции.

##### **Модуль II.** Уравнение жидкости. Простейшие гидравлические машины

*Содержание тем:* Сила гидростатического давления, действующая на плоскую фигуру любой формы. Положение центра давления. Простейшие гидравлические машины. Равновесие плавающих тел.

##### **Модуль III.** Гидроаэродинамика

*Содержание тем:* Сжимаемые и несжимаемые жидкости и их свойства; силы действующие на жидкость; гидростатическое давление и его свойства; законы сохранения массы, импульса и энергии; кинематика.; основы аэромеханики; неустановившиеся потоки жидкости.

#### **Модуль IV. Уравнение Бернулли**

*Содержание тем:* Жидкая частица и методы описания движения; поле скоростей и виды скоростей движения; основные уравнения гидромеханики; явления турбулентности; открытые потоки и водосливы; неустановившееся движение в открытых водостоках; законы фильтрации.

#### **Модуль V. Прикладная гидроаэромеханика**

*Содержание тем:* Уравнения движения газа; связь градиента давления и ветровых характеристик; расчетная и буревая скорость ветра; число М; звуковые волны; моделирование сжимаемых потоков; теория турбулентности; атмосферные процессы; пограничный слой.

#### **Модуль VI. Гидравлический удар**

*Содержание тем:* Гидравлический удар; модели сжимаемой атмосферы; адиабатическое и изотермическое состояние; уравнения неразрывности.

### **4.3.2. Содержание практических занятий по дисциплине.**

#### **Темы практических и/или семинарских занятий**

Тема 1. Сжимаемые жидкости и их свойства. Внешние и внутренние силы, действующие в газах (форма проведения – практическое занятие, семинар)

Тема 2. Основное уравнение статики атмосферы. Дифференциальные уравнения покоящейся жидкости. Понятие потенциальной функции (форма проведения – практическое занятие, семинар)

Тема 3. Уравнение равновесия жидкости в однородном поле силы тяжести. Потенциальная энергия жидкости. Потенциальный напор (форма проведения – практическое занятие, семинар)

Тема 4. Сила гидростатического давления, действующая на плоские прямоугольные фигуры (форма проведения – практическое занятие, семинар)

Тема 5. Дифференциальные уравнения движения для идеальной жидкости. Потенциал скорости. Потенциальное движение жидкости (форма проведения – практическое занятие, семинар)

Тема 6. Уравнение неразрывности движущейся жидкости для установившегося движения. Уравнение несжимаемости движущейся жидкости в дифференциальной форме (форма проведения – практическое занятие, семинар)

Тема 7. Полный напор для целого потока. Уравнение Бернулли для целого потока реальной жидкости при установившемся движении (форма проведения – практическое занятие, семинар)

Тема 8. Два режима движения реальной жидкости. Понятие о теории гидродинамического пограничного слоя (форма проведения – практическое занятие, семинар)

Тема 9. Фильтрация жидкости через пористую среду. Кривая депрессии (форма проведения – практическое занятие, семинар)

Тема 10. Неустановившийся режим движения жидкости в каналах. Гидравлический расчет каналов (форма проведения – практическое занятие, семинар)

Тема 11. Колебания жидкости при гидравлическом ударе (форма проведения – практическое занятие, семинар)

#### **4.3.3. Содержание лабораторных занятий по дисциплине.**

1. **Лабораторная работа №1** Изучение метода определения расхода воды.
2. **Лабораторная работа №2** Исследование характеристик трубопроводов при различных режимах течения от ламинарного до турбулентного в круглой трубе и потерь напора.
3. **Лабораторная работа №3** Исследование потерь давления (напора) при течении через местное сопротивление в виде резкого сужения потока. Определение коэффициента гидравлического сопротивления.
4. **Лабораторная работа №4** Исследование потерь давления (напора) при течении через местное сопротивление в виде резкого расширения потока. Определение коэффициента гидравлического сопротивления.
5. **Лабораторная работа №5** Исследование потерь давления (напора) при течении через местное сопротивление в виде диафрагмы. Определение коэффициента гидравлического сопротивления.
6. **Лабораторная работа №6** Исследование потерь давления (напора) при течении через местное сопротивление в виде задвижки. Определение коэффициента гидравлического сопротивления.
7. **Лабораторная работа №7** Изучение уравнения Бернулли. Построение диаграммы напоров. Изучение закона сохранения энергии по визуально наблюдаемой пьезометрической линии при сужении трубопровода и расширении.
8. **Лабораторная работа №8** Определение потерь энергии на местных сопротивлениях при изменении диаметров трубопровода.
9. **Лабораторная работа №9** Определение напорных характеристик трубопровода.

## **5. Образовательные технологии**

Активные и интерактивные формы (25 часов), лекции, практические занятия, контрольные работы, коллоквиумы, экзамен, компьютеры. В течение семестра студенты решают задачи, указанные преподавателем, к каждому семинару. В каждом семестре проводятся контрольные работы (на семинарах). Допуск к экзамену осуществляется после решения всех задач контрольных работ, выполнения домашних и самостоятельных работ.

При проведении занятий используются компьютерные классы, оснащенные современной компьютерной техникой. При изложении теоретического материала используется лекционный зал, оснащенный мультимедиа проекционным оборудованием и интерактивной доской.

По всему лекционному материалу подготовлен конспект лекций в электронной форме и на бумажном носителе, большая часть теоретического материала

ла излагается с применением слайдов (презентаций) в программе **Power Point**, а также с использованием интерактивных досок.

Обучающие и контролирующие модули внедрены в учебный процесс и размещены на Образовательном сервере Даггосуниверситета (<http://edu.icc.dgu.ru>), к которым студенты имеют свободный доступ.

## **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.**

Самостоятельная работа студентов реализуется в виде:

- подготовки к контрольным работам;
- подготовки к семинарским занятиям;
- выполнения индивидуальных заданий по основным темам дисциплины;
- написание рефератов по проблемам дисциплины "Гидроаэромеханика".

## **7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

### **7.1. Типовые контрольные задания**

#### ***Контрольные вопросы***

1. Сжимаемые и несжимаемые жидкости и их свойства.
2. Понятие о реальной и идеальной жидкости.
3. Чем отличается жидкость от твердого тела и газ от жидкости?
4. Что называется плотностью и объемным (удельным) весом жидкости, и как они связаны между собой?
5. Поясните такие свойства жидкости, как сжимаемость, модуль упругости и коэффициент объемного расширения?
6. Какое свойство жидкости называется вязкостью, и в каких единицах она измеряется?
7. Поясните свойство жидкости, называемое текучестью.
8. Назовите особые свойства жидкости.
9. Какие силы действуют на жидкость?
10. Что называется гидростатическим давлением?
11. Назовите основные свойства гидростатического давления.
12. Докажите, что давление в данной точке направлено по нормали к площадке действия и не зависит от ориентировки, т.е. от угла наклона площадки действия.
13. Выведите дифференциальные уравнения для покоящейся жидкости.
14. Дайте понятие о потенциальной функции и о потенциальной силе.
15. Чему равна величина гидростатического давления в случае жидкости, находящейся под действием только силы тяжести?
16. Дайте определение пьезометрической и вакууметрической высот.
17. Дайте определения понятиям потенциальная энергия и потенциальный напор жидкости.
18. Как определить силу гидростатического давления, действующую на плоскую фигуру любой формы?

19. Дайте определение центра давления, и как он определяется?
20. Дайте определение абсолютному, избыточному давлению, вакууму. Какими приборами измеряется давление и вакуум?
21. Напишите общее уравнение статики атмосферы и объясните его физический смысл.
22. Чему равна сила гидростатического давления, действующая на плоские прямоугольные фигуры?
23. Какие силы действуют на стенки прямоугольной и изогнутой трубы?
24. Назовите простейшие виды гидравлических машин и объясните принцип их работы?
25. Объясните условия равновесия плавающих тел.
26. С какими двумя типами задач приходится иметь дело при рассмотрении движения жидкости?
27. Какие методы исследования движения жидкости вы знаете?
28. Напишите дифференциальные уравнения движения идеальной жидкости, и чем они отличаются от уравнений для покоящейся жидкости?
29. Объясните понятие о потенциале скорости и о потенциальном движении жидкости.
30. Что называется установившимся и не установившимся режимом движения жидкости? Что такое линия тока и элементарная струйка?
31. Дайте определение таким понятиям, как: живое сечение, расход жидкости, средняя скорость и эпюра скоростей.
32. Назовите гидравлические элементы живого сечения.
33. Вывести уравнение Бернулли для элементарной струйки с учетом изменения кинетической энергии и работы всех сил.
34. Какое значение имеют три слагаемых в уравнении Бернулли?
35. Геометрическая и энергетическая интерпретация уравнения Бернулли.
36. Напишите уравнение Бернулли для элементарной струйки реальной жидкости.
37. Дайте определение полному напору для целого потока.
38. Напишите уравнение Бернулли для целого потока реальной жидкости.
39. Какие режимы движения жидкости вы знаете? Что такое критическое значение числа Рейнольдса.
40. Вывести уравнение гидравлического количества движения для установившегося режима движения.
41. Как определяются потери напора по длине трубопровода? Напишите формулу Дарси-Вейсбаха.
42. Как определяются потери напора по длине трубопровода при ламинарном и турбулентном движении жидкости? Напишите формулы Пуайзеля, Блазиуса, Альтшуля.
43. Как определить потери напора на местные сопротивления? Напишите формулы Дарси, Борда.
44. Как определяются короткие и длинные трубопроводы.
45. Найти скорость и расход при истечении жидкости через отверстия в тонкой стенке.

46. Найти скорость и расход при истечении жидкости через насадки.
47. Определить расход воды при ее истечении при переменном напоре.
48. Определить расход и скорость при истечении сжимаемой жидкости через отверстия и насадки.
49. Что такое водомер Вентури? Дать описание устройства, написать формулы расхода и коэффициента расхода.
50. Напишите уравнение фильтрации воды через мелкозернистый грунт, земляную плотину. Что такое кривая депрессии?
51. Какие силы приводят в движение воздушные массы?
52. Какие силы действуют на движущееся в жидкости тело?
53. От чего зависит величина коэффициента подъемной силы?
54. Как используется энергия набегающего потока жидкости для технических целей.
55. Назовите силы, действующие на гидротехнические сооружения, на стенки трубопроводов и опоры.
56. Дайте определение явлению гидравлический удар в трубопроводах. Что такое прямой и обратный гидравлический удар? Какие меры борьбы с гидравлическим ударом вы знаете?

### *Примерные задачи*

1. В отопительный котел поступает объем воды  $V = 60 \text{ м}^3$  при температуре  $60^\circ \text{C}$ . Объем воды  $V_1$ , выходящий из котла при нагреве воды до температуры  $90^\circ \text{C}$ ,  $\beta_t = 600 \cdot 10^{-6} \text{ C}^{-1}$ , равен  $\text{_____ м}^3$
2. При гидравлическом испытании внутренних систем водоснабжения допускается падение испытательного давления в течение 10 мин на  $\Delta p = 4.9 \cdot 10^4 \text{ Па}$ . Допустимая величина утечки  $\Delta V$  в течение 10 мин при гидравлическом испытании системы вместимостью  $\Delta V = 80 \text{ м}^3$ ,  $\beta = 0.5 \cdot 10^{-9} \text{ Па}^{-1}$ , равна  $\text{_____ м}^3$
3. Энергия, освобождаемая при слиянии мелких водяных капель радиусом  $2 \cdot 10^{-3} \text{ м}$  в одну каплю радиусом  $2 \text{ м}$ , равна...
4. Сосуд, дно которого имеет круглые отверстия диаметра  $d = 0.1 \text{ м}$ , наполняется водой при комнатной температуре. Найдите максимальную высоту уровня воды  $h = \text{_____ м}$ , при которой она еще не выливается. Поверхностное натяжение  $\sigma = 0.072 \text{ Н/м}$ . Вода не смачивает дно сосуда.
5. Площадь дна открытого резервуара  $1 \text{ м}^2$ , высота слоя воды  $h = 2 \text{ м}$ ,  $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$ . Сила давления на дно резервуара равна...

6. Сила давления воды на щит плотины равна \_\_\_\_\_, если ширина щита  $2i$ , высота  $3i$ ,  $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$ .

6. Часовой расход воды, проходящей по трубе диаметром  $0.4i$  со скоростью  $1i/\tilde{n}$  равен \_\_\_\_\_  $i^3/\tilde{n}$

7. При закрытом водоразборном кране манометр показывал давление  $p_1 = 0.5 \text{ кг/см}^2$ , после открытия крана показание манометра уменьшилось до  $p_2 = 0.1 \text{ кг/см}^2$ . Расход воды равен \_\_\_\_\_  $\text{л/с}$ , если размеры отверстий крана  $10 \times 10 \text{ мм}$ . Потери давления в кране не учитывать.

8. Расход воды и скорость движения жидкости в трубе, имеющей плавное сужение равны \_\_\_\_\_  $i^3/\tilde{n}$ , \_\_\_\_\_  $i/\tilde{n}$ . Если  $S_1 = 0.1i^2$ ,  $S_2 = 0.05i^2$  и разность уровней воды в пьезометрических трубках  $\Delta h = 0.5i$ ,  $z = 0$

9. На оси водопроводной трубы установлена трубка Пито с дифференциальным ртутным манометром. Если разность уровней ртути в манометре  $\Delta h = 18 \text{ мм}$ , максимальная скорость движения воды в трубе равна...

10. Критическая скорость, отвечающая переходу от ламинарного режима к турбулентному, в трубе диаметром  $d = 0.03i$  при движении воды,  $t = 25^\circ \text{C}$ ,  $\nu = 0.9 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$  равна \_\_\_\_\_  $i/\tilde{n}$

11. Расход воды из бака, через круглое отверстие  $d = 10\tilde{n}i$ , равен \_\_\_\_\_  $i^3/\tilde{n}$ , если превышение уровня воды над центром отверстия  $H = 5i$ , коэффициент расхода  $\mu = 0.62$ ;  $g \approx 10i/\tilde{n}^2$

12. Определить расход  $Q =$  \_\_\_\_\_  $i^3/\tilde{n}$  и скорость вытекания воды  $\mathcal{G} =$  \_\_\_\_\_  $i/\tilde{n}$  из малого отверстия диаметром  $d = 0.003i$  в боковой стенке резервуара больших размеров. Напор над центром отверстия  $H = 1i$ ,  $\mu = 0.59$ ,  $\varphi = 0.98$ .

13. Сила давления ветра, которую испытывает  $1i^2$  лобовой площади дымовой трубы равна \_\_\_\_\_  $H$ . Коэффициент сопротивления такой трубы  $C = 0.67$ ; наибольшая скорость ветра  $\mathcal{G} = 50i/\tilde{n}$ ; плотность воздуха  $\rho = 1.21 \text{ кг/м}^3$

14. Скорость движения грунтовых вод  $\mathcal{G}$  в плотном песчаном грунте равна \_\_\_\_\_. Уклон водонепроницаемого слоя  $I=0.02$ , коэффициент фильтрации  $K= 0.0136 \text{ м/с}$ ...

15. Горизонтальная труба диаметром  $d_1 = 0.1\text{ м}$  внезапно переходит в трубу диаметром  $d_2 = 0.15\text{ м}$ . Проходящий расход воды  $Q = 0.03\text{ м}^3/\text{с}$ , в этом случае потери напора  $h_{\text{в.д}}$  равны...

7.2. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля - 50 % и промежуточного контроля - 50 %.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий - 20 баллов,
- участие на практических занятиях - 30 баллов,
- выполнение лабораторных заданий - 30 баллов,
- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ - 20 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- устный опрос - 60 баллов,
- письменная контрольная работа - 30 баллов,
- тестирование - 10 баллов.

## 8. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.

а) адрес сайта курса

1. Сайт образовательных ресурсов Даггосуниверситета <http://edu.icc.dgu.ru>
2. <http://cathedra.dgu.ru/OfTheDepartment.aspx?id=2563>

б) основная литература:

1. Мамаев, О.А. Краткий курс лекций по гидроаэромеханике [Текст]: учеб. пособие / Мамаев, Омар Ахмедович; Минобрнауки России, Дагест. гос. ун-т. - Махачкала: Изд-во ДГУ, 2015. – 144 с.
2. Кондратьев А.С. Гидромеханика [Электронный ресурс]: методические рекомендации / А.С. Кондратьев, А.В. Исаков. — Электрон. текстовые данные. — М.: Московская государственная академия водного транспорта, 2016. — 48 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65658.html> (дата обращения: 14.09.2018)
3. Прандтль Людвиг Гидроаэромеханика [Электронный ресурс] / Людвиг Прандтль. — Электрон. текстовые данные. — Москва-Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, 2002. — 572 с. — 5-93972-015-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17617.html> (дата обращения: 14.09.2018)
4. Гусев В.П. Основы гидравлики [Электронный ресурс]: учебное пособие для СПО / В.П. Гусев, Ж.А. Гусева. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Профобразование, 2017. — 221 с. — 978-5-4488-0023-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66394.html> (дата обращения: 14.09.2018)

в) дополнительная литература:

1. Мамаев, Н.И. Основы гидроаэромеханики [Текст]: учеб. пособие / Мамаев, Нурмагомед Изиевич; М-во образования РФ, Дагест. гос. ун-т. - Махачкала : ИПЦ ДГУ, 2004. - 160 с.
2. Малый В.П. Практикум по гидравлике [Электронный ресурс]: учебное пособие для слушателей, курсантов и студентов Сибирской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России / В.П. Малый, В.Н. Масаев. — Электрон. текстовые данные. — Железногорск: Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017. — 120 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66924.html> (дата обращения: 14.09.2018)
3. Гроховский Д.В. Основы гидравлики и гидропривод [Электронный ресурс]: учебное пособие / Д.В. Гроховский. — Электрон. текстовые данные. — СПб.: Политехника, 2016. — 237 с. — 978-5-7325-1086-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/58852.html> (дата обращения: 14.09.2018)
4. Вербицкий В.М. Гидравлика [Электронный ресурс]: методические рекомендации по расчету движения жидкости в напорных трубопроводах / В.М. Вербицкий. — Электрон. текстовые данные. — М.: Московская государственная академия водного транспорта, 2016. — 25 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65844.html> (дата обращения: 14.09.2018)
5. Зуйков А.Л. Гидравлика. Том 2. Напорные и открытые потоки. Гидравлика сооружений [Электронный ресурс]: учебник / А.Л. Зуйков, Л.В. Волгина. — Электрон. текстовые данные. — М.: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2015. — 424 с. — 978-5-7264-1023-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/40191.html> (дата обращения: 14.09.2018)
6. Лахмаков В.С. Основы теплотехники и гидравлики [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.С. Лахмаков, В.А. Коротинский. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2015. — 220 с. — 978-985-503-477-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67700.htm> (дата обращения: 14.09.2018)
7. Крестин Е.А. Гидравлика [Электронный ресурс]: курс лекций / Е.А. Крестин. — Электрон. текстовые данные. — Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 189 с. — 978-5-9585-0566-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/29784.html> (14.09.2018)
8. Зуйков А.Л. Гидравлика. Том 1. Основы механики жидкости [Электронный ресурс]: учебник / А.Л. Зуйков. — Электрон. текстовые данные. — М.: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 520 с. — 978-5-7264-0834-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30341.html> (дата обращения: 14.09.2018)
9. Крестин Е.А. Решебник по гидравлике [Электронный ресурс]: учебное пособие / Е.А. Крестин. — Электрон. текстовые данные. — Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 250 с. — 978-5-9585-0600-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/43400.html> (дата обращения: 14.09.2018)
10. Гиргидов А.Д. Гидравлика. Механика. Энергетика [Электронный ресурс]: избранные труды / А.Д. Гиргидов. — Электрон. текстовые данные. — СПб.:

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2014. — 458 с. — 978-5-7422-4381-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/43943.html> (дата обращения: 14.09.2018)

11. Белоусов А.Р. Лабораторный практикум по гидравлике [Электронный ресурс]: сборник лабораторных работ по дисциплинам «Механика жидкости», «Гидромеханика», «Гидравлика», «Гидроприводы», «Пневматика» / А.Р. Белоусов, Б.П. Тихоненков. — Электрон. текстовые данные. — М.: Московская государственная академия водного транспорта, 2007. — 39 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/46716.html> (дата обращения: 14.09.2018)

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

1. eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]: электронная библиотека / Науч. электрон. б-ка. — Москва, 1999 — . Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения: 01.09.2018). — Яз. рус., англ.
2. Moodle [Электронный ресурс]: система виртуального обучением: [база данных] / Даг. гос. ун-т. — Махачкала, г. — Доступ из сети ДГУ или, после регистрации из сети ун-та, из любой точки, имеющей доступ в интернет. — URL: <http://moodle.dgu.ru/> (дата обращения: 22.09.2018).
3. Электронный каталог НБ ДГУ [Электронный ресурс]: база данных содержит сведения о всех видах лит, поступающих в фонд НБ ДГУ/Дагестанский гос. ун-т. — Махачкала, 2010 — Режим доступа: <http://elib.dgu.ru>, свободный (дата обращения: 21.09.2018).
4. ЭБС IPRbooks: <http://www.iprbookshop.ru/> Лицензионный договор № 2693/17 от 02.10.2017г. об оказании услуг по предоставлению доступа. Доступ открыт с с 02.10.2017 г. до 02.10.2018 по подписке (доступ будет продлен).
5. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru) договор № 55\_02/16 от 30.03.2016 г. об оказании информационных услуг (доступ продлен до сентября 2019 года).
6. **Springer.** Доступ ДГУ предоставлен согласно договору № 582-13SP, подписанный Министерством образования и науки, предоставлен по контракту 2017-2018 г.г., подписанному ГПНТБ с организациями-победителями конкурса. <http://link.springer.com>. Доступ предоставлен на неограниченный срок.
7. Сайт образовательных ресурсов Даггосуниверситета <http://edu.icc.dgu.ru>

## **10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

Методические указания студентам должны раскрывать рекомендуемый режим и характер учебной работы по изучению теоретического курса и практическому применению изученного материала, по выполнению заданий для самостоятельной работы. Методические указания не должны подменять учебную литературу, а должны мотивировать студента к самостоятельной работе.

Перечень учебно-методических изданий, рекомендуемых студентам, для подготовки к занятиям представлен в разделе «Учебно-методическое обеспечение. Литература».

**Лекционный курс.** Лекция является основной формой обучения в ВУЗе. В

ходе лекционного курса проводится систематическое изложение современных научных материалов. В тетради для конспектирования лекций необходимо иметь поля, где по ходу конспектирования студент делает необходимые пометки. Записи должны быть избирательными, своими словами, полностью следует записывать только определения. В конспектах рекомендуется применять сокращения слов, что ускоряет запись. В ходе изучения курса «Гидроаэромеханика» особое значение имеют рисунки, поэтому в конспекте лекции рекомендуется делать все рисунки, сделанные преподавателем на доске. Вопросы, возникшие у Вас в ходе лекции, рекомендуется записывать на полях и после окончания лекции обратиться за разъяснением к преподавателю.

Студенту необходимо активно работать с конспектом лекции: после окончания лекции рекомендуется перечитать свои записи, внести поправки и дополнения на полях. Конспекты лекций следует использовать при подготовке к экзамену, контрольным тестам, коллоквиумам, при выполнении самостоятельных заданий.

## **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.**

1. Федеральный центр образовательного законодательства. <http://www.lexed.ru>
2. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>
3. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
4. База данных электронных библиотечных ресурсов Elsevier <http://elsevierscience.ru>
5. Информационные ресурсы издательства Springer <http://www.springerlink.com/journals>
6. Библиотека Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) <http://rffi.molnet.ru/rffi/ru/lib>
7. Электронные источники научно-технической информации некоммерческого партнерства «Национальный электронно-информационный консорциум» <http://www.neicon.ru>
8. Ресурсы Университетской информационной системы Россия (УИС Россия) <http://uisrussia.msu.ru>
9. Единое окно доступа к образовательным ресурсам (ИС «Единое окно») <http://window.edu.ru>

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

При проведении занятий используются компьютерные классы, оснащенные современной компьютерной техникой. При изложении теоретического материала используется лекционный зал, оснащенный мультимедиа проекционным оборудованием и интерактивной доской.