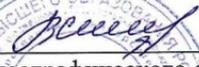




**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профес-  
сионального образования  
**«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
ФГБОУ ВПО «ИГУ»  
Кафедра гидрологии и природопользования

УТВЕРЖДАЮ  
  
Декан географического факультета,  
канд. геогр. наук, доцент  
С.Ж. Воложжина  
«15» 05 2023 г.  


### Рабочая программа дисциплины

Наименование дисциплины (модуля) Б1.О.34.02 Динамика жидкости и газа

Направление подготовки 05.03.04 «Гидрометеорология»

Направленность (профиль) «Информационные технологии в гидрологии»

Квалификация (степень) выпускника бакалавр

Форма обучения очная

Согласовано с УМК географического  
факультета

Протокол № 5 от «15» мая 2023г.  
Председатель, канд. геогр. наук, доцент

  
С.Ж. Воложжина

Рекомендовано кафедрой гидрологии и  
природопользования:

Протокол №11 от 12.05.2023.

Зав. кафедрой  Е.Н. Сутырина

Иркутск 2023 г.

## Содержание

	стр.
I. Цели и задачи дисциплины (модуля)	3
II. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП.	3
III. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)	3
IV. Содержание и структура дисциплины (модуля)	4
4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов	4
4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	5
4.3 Содержание учебного материала	6
4.3.1 Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ	6
4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение в рамках самостоятельной работы студентов	7
4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов	7
V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)	8
а) перечень литературы	8
б) базы данных, поисково-справочные и информационные системы	8
VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)	9
6.1. Учебно-лабораторное оборудование:	9
6.2. Программное обеспечение	9
6.3. Технические и электронные средства обучения:	9
VII. Образовательные технологии	9
VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации	10

## I. Цели и задачи дисциплины (модуля):

*Цель:* Получение общих и специальных знаний о динамике жидкостей и газов.

Цели освоения данной дисциплины определяют её основные *задачи:*

*Задачи* дисциплины:

- получению базовых знаний по динамике жидкости и газа
- формировать умение решать задачи динамики жидкости и газа.

## II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Учебная дисциплина (модуль) **Б1.О.34.02 Динамика жидкости и газа** относится к обязательной части. Совокупность разделов, включенных в программу данного курса, представляет собой важный этап единой системы подготовки бакалавров области гидрометеорологии.

Для изучения данной учебной дисциплины (модуля) необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

*Б1.О.16.02 Математический анализ*

*Б1.О.15 Физика*

*Б1.О.34.01 Кинематика жидкости и газа*

Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:

*Б1.О.39 Математические методы и модели в задачах окружающей среды*

## III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки **05.03.04 Гидрометеорология**.

### Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
<b>ОПК-1.</b> Способен применять базовые знания в области математических и естественных наук при решении задач профессиональной деятельности	<b>ИДКБ-опк-1.2.</b> Применяет базовые знания физических законов и анализа физических явлений при решении задач профессиональной деятельности	<b>Знать:</b> задачи динамики жидкости и газа, методы их решения; <b>Уметь:</b> проводить анализ поставленной задачи на основе современного математического аппарата; формулировать и решать задачи по движению жидкостей и газов <b>Владеть:</b> представлениями о прикладных задачах изучения течений жидкости для решения профильных научно-исследовательских задач.

#### IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов

Форма промежуточной аттестации: экзамен

4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

№ п/п	Раздел дисциплины/тема	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Форма текущего контроля успеваемости/ Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
					Контактная работа преподавателя с обучающимися					
					Лекция	Семинар/ Практическое, лабораторное занятие	Консультация	КСР		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	<b>I. КЛАССИФИКАЦИЯ СИЛ, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА ЖИДКОСТЬ</b>	6	12		6	4	2			Проверочная работа (решение задач)
2	<b>II. УРАВНЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ ИДЕАЛЬНОЙ ЖИДКОСТИ</b>	6	12		7	3	2			Проверочная работа (решение задач)
3	<b>III. ИНТЕГРАЛЫ УРАВНЕНИЙ ДВИЖЕНИЯ ИДЕАЛЬНОЙ ЖИДКОСТИ</b>	6	9		5	2	2			Проверочная работа (решение задач)

4	<b>IV. ГИДРОСТАТИКА</b>	6	<b>39</b>		5	2	2	2	28	Проверочная работа (решение задач) /Реферат
5	<b>V. ДИНАМИКА ВЯЗКОЙ ЖИДКОСТИ</b>	6	<b>10</b>		5	3	2			Проверочная работа (решение задач)
	Контроль		<b>26</b>							
	ИТОГО		<b>108</b>		<b>28</b>	<b>14</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>28</b>	<b>экзамен</b>

#### 4.2. План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное сред-ство	Учебно-методи-ческое обеспече-ние самостоя-тельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
5	<b>IV. ГИДРОСТАТИКА</b>	<i>Реферат на тему: «Парадоксы Архимеда и Паскаля»</i>	До начала промежуточной аттестации	28	Оценка реферата на educa.isu.ru (оценка в баллах: от 0 до 10 баллов)	осн. – 1-3 доп. – 1-4

### 4.3. Содержание учебного материала

#### I. КЛАССИФИКАЦИЯ СИЛ, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА ЖИДКОСТЬ

Понятие сплошной среды. Понятие динамики. Системы отсчёта. Инерционные системы отсчёта. Закон инерции. Классификация сил, действующих в жидкости: массовые, поверхностные силы. Главный вектор массовых сил. Главный вектор поверхностных сил. Примеры сил. Сила тяжести, сила Кориолиса.

Баротропность и бароклинность. Случай несжимаемой жидкости. Случай сжимаемой жидкости. Вязкая (реальная) и идеальная жидкость. Модели жидкости.

#### II. УРАВНЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ ИДЕАЛЬНОЙ ЖИДКОСТИ

Уравнения движения идеальной жидкости в форме Эйлера.

Уравнения движения идеальной жидкости в форме Громека.

Уравнение притока энергии. Возможности замыкания системы уравнений движения идеальной жидкости. Начальные и граничные условия (на свободной поверхности и на твердой стенке).

#### III. ИНТЕГРАЛЫ УРАВНЕНИЙ ДВИЖЕНИЯ ИДЕАЛЬНОЙ ЖИДКОСТИ

Интегралы уравнений движения идеальной жидкости (Бернулли, Лагранжа, Лагранжа-Бернулли). Их физическая и геометрическая интерпретации. Примеры применения интеграла Бернулли к простейшим задачам.

Динамические свойства вихревого движения (основные уравнения теории вихрей, примеры образования вихрей).

#### IV. ГИДРОСТАТИКА

Уравнения гидростатики. Условия для сил, удерживающих жидкость в равновесии. Закон Паскаля. Равновесие тяжелой жидкости. Барометрические формулы.

Гидростатическая подъемная сила и устойчивость.

#### V. ДИНАМИКА ВЯЗКОЙ ЖИДКОСТИ

Уравнения движения вязкой жидкости в напряжениях (в форме Навье). Гипотезы Стокса. Уравнения движения вязкой жидкости в форме Навье-Стокса. Закон Ньютона. Коэффициент вязкости.

Понятие подобия. Необходимые и достаточные условия подобия. Обезразмеривание уравнений. Критерии подобия. Физический смысл критериев подобия.

#### 4.3.1 Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (час.)		Оценочные средства	Формируемые компетенции (индикаторы)
			Всего часов	Из них практическая подготовка		
1	2	3	4	5	6	7
1.	I. КЛАССИФИКАЦИЯ СИЛ, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА ЖИДКОСТЬ	Решение задач: определение ускорения силы тяжести и силы Кориолиса для заданных пунктов	4	-	Проверочная работа (решение задач) (оценка в баллах: от 0 до 10 баллов)	ИДК <sub>Б-ОПК-1.2</sub>
2.	II. УРАВНЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ	Решение задач: уравнения движения идеальной жидкости в	3	-	Проверочная работа (решение задач)	ИДК <sub>Б-ОПК-1.2</sub>

	НИЯ ИДЕАЛЬНОЙ ЖИДКОСТИ	форме Громека и Эйлера			(оценка в баллах: от 0 до 10 баллов)	
3.	III. ИНТЕГРАЛЫ УРАВНЕНИЙ ДВИЖЕНИЯ ИДЕАЛЬНОЙ ЖИДКОСТИ	Решение задач: примеры применения интеграла Бернулли к простейшим задачам	2	-	Проверочная работа (решение задач) (оценка в баллах: от 0 до 10 баллов)	ИДК <sub>Б</sub> -ОПК-1.2
4.	IV. ГИДРОСТАТИКА	Решение задач: Уравнения гидростатики. Условия для сил, удерживающих жидкость в равновесии. Закон Паскаля. Равновесие тяжелой жидкости. Барометрические формулы	2	-	Проверочная работа (решение задач) (оценка в баллах: от 0 до 10 баллов)	ИДК <sub>Б</sub> -ОПК-1.2
5.	V. ДИНАМИКА ВЯЗКОЙ ЖИДКОСТИ	Решение задач: Уравнения движения вязкой жидкости в форме Навье и в форме Навье-Стокса.	3	-	Проверочная работа (решение задач) (оценка в баллах: от 0 до 10 баллов)	ИДК <sub>Б</sub> -ОПК-1.2

#### 4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС)

№ п/п	Тема	Задание	Формируемая компетенция	ИДК
1	2	3	4	5
1.	IV. ГИДРОСТАТИКА	Реферат на тему: «Парадоксы Архимеда и Паскаля»	ОПК-1	ИДК <sub>Б</sub> -ОПК-1.2

#### 4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Цель самостоятельной работы – изучить определенные темы некоторых разделов дисциплины самостоятельно. Для лучшей проработки и усвоения материала студенту необходимо написать **реферат** на заданную тему. Проверка самостоятельной работы осуществляется путем размещения студентом реферата на портале educa.isu.ru.

Выполненная работа оценивается в баллах, согласно разработанной балльной системе (реферат может быть от **0 до 10 баллов** в зависимости от степени освещения заданной тематики). При недостаточном освещении заданной темы – студенту возвращается задание на доработку с последующим собеседованием для выявления степени усвоения.

Результаты самостоятельных работ фиксируются на портале educa.isu.ru в электронном виде, что является основанием для отслеживания успеваемости студентов.

Для выполнения всех перечисленных самостоятельных работ студенту предоставляется возможность использования одного из трех компьютерных классов во внеучебное время (все компьютеры подключены к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду университета), фондов стационарной библиотеки и фундаментальной библиотеки ИГУ, читальных залов Института академии наук (согласно заключенным с ними Договорами), фондов библиотеки Иркутского управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, индивидуальных консультаций с преподавателями факультета (согласно графику еженедельных консультаций).

Методические указания по организации самостоятельной работы, с подробным описанием каждого задания, представленного в таблице 4.3.2, размещены в ЭИОС по соответствующей дисциплине.

## **V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### **а) перечень литературы**

#### **основная литература**

1. **Аргучинцев В.К.** Механика жидкости и газа [Текст] : учеб. пособие / В. К. Аргучинцев, А. В. Аргучинцева. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2015. – 125 с. (45 экз.)+
2. **Аргучинцев В.К., Аргучинцева А.В.** Механика жидкости и газа [Текст] : учеб.-метод. пособие / Иркутский гос. ун-т, Геогр. фак. ; сост.: В. К. Аргучинцев, А. В. Аргучинцева. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2010. - 59 с.. **Имеются экземпляры в отделах:** всего 61 : нф (1), геохим (60) +
3. **Лойцянский, Лев Герасимович** Механика жидкости и газа [Текст] : учеб. для студ. вузов, обуч. по спец. 010500 "Механика" / Л. Г. Лойцянский. - 7-е изд., испр. - М. : Дрофа, 2003. - 840 с. **Имеются экземпляры в отделах:** всего 15 : нф (1), геохим (14)+
4. **Учайкин, В. В.** Механика. Основы механики сплошных сред [Электронный ресурс] / В. В. Учайкин. - Электрон. текстовые дан. - Москва : Лань, 2017. - ЭБС "Лань". - неогранич. доступ. - ISBN 978-5-8114-2235-7 : Б. ц.

#### **дополнительная литература**

1. **Высоцкий, Л. И.** Математическое и физическое моделирование потенциальных течений жидкости [Электронный ресурс] / Л. И. Высоцкий, Г. Р. Коперник, И. С. Высоцкий. - Москва : Лань", 2014. - 64 с. ; 21 см. - Режим доступа: ЭБС "Издательство "Лань". - Неогранич. доступ. +
2. **Пиралишвили, Ш. А.** Физические основы механики [Электронный ресурс] / Ш. А. Пиралишвили. - Электрон. текстовые дан. - Москва : Лань, 2017. - ЭБС "Лань". - неогранич. доступ. - ISBN 978-5-8114-2432-0 : Б. ц.
3. **Токарева, С. А.** Прикладная газовая **динамика**. Численные методы решения гиперболических систем уравнений [Электронный ресурс] : учебное пособие / С. А. Токарева. - Электрон. текстовые дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2019. - 244 с. - ЭБС "Лань". - неогранич. доступ. - ISBN 978-5-8114-3741-2 : Б. ц.

### **б) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

<http://e.lanbook.com/> - ЭБС «Издательство Лань»

<https://isu.bibliotech.ru/> - ЭБС ЭЧЗ «Библиотех»

<http://rucont.ru/> - ЭБС «Национальный цифровой ресурс «Руконт»

<http://ibooks.ru> - ЭБС «Айбукс.py/ibooks.ru»

Сайт Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды,

[http:// www.meteorf.ru;](http://www.meteorf.ru;)

## VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 6.1. Учебно-лабораторное оборудование:

Учебная аудитория с мультимедийным проектором для проведения лекционных занятий. Компьютерные классы для выполнения практических и самостоятельных работ. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети ИГУ и находятся в едином домене.

### 6.2. Программное обеспечение:

- Libreoffice (ежегодно обновляемое ПО). Условия использования по ссылке: <http://www.libreoffice.org/about-us/licenses/> (бессрочно).

–

### 6.3. Технические и электронные средства:

Учебный материал подается с использованием современных средств визуализации с применением мультимедийного оборудования.

Персональные компьютеры для выполнения практических и самостоятельных работ.

## VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

**Информационные технологии:** использование электронных образовательных ресурсов при подготовке к занятиям, занятия сопровождаются мультимедийными презентациями, просмотром роликов по проходимым темам.

**Проектная технология:** организация самостоятельной работы студентов, когда обучение происходит в процессе деятельности, направленной на разрешение проблемы, возникшей в ходе изучения темы

**Проблемное обучение:** стимулирование студентов к самостоятельному приобретению знаний, необходимых для решения конкретной проблемы, его элементы используются в ходе занятий.

**Контекстное обучение:** мотивация студентов к усвоению знаний путем выявления связей между конкретным знанием и его применением;

**Обучение на основе опыта:** активизация познавательной деятельности студента проводится за счет ассоциации и собственного опыта.

**Обучение критическому мышлению:** построение занятия по определенному алгоритму – последовательно, в соответствии с тремя фазами: вызов, осмысление и рефлексия. Цель данной образовательной технологии – развитие мыслительных навыков обучающихся, необходимых не только при изучении учебных предметов, но и в обычной жизни, и в профессиональной деятельности (умение принимать взвешенные решения, работать с информацией и др.).

**Станционное обучение:** организация целенаправленной и планомерной самостоятельной работы студентов на занятии в мини-группах в целях более эффективного усвоения проходимого материала, когда каждая группа выбирает свою образовательную траекторию, и студенты сами оценивают свою работу.

**Наименование тем занятий с использованием активных форм обучения:**

№	Тема занятия	Вид занятия	Форма / Методы интерактивного обучения	Кол-во часов
1	I. КЛАССИФИКАЦИЯ СИЛ, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА ЖИДКОСТЬ	Лекция	Информационные технологии	6
2	II. УРАВНЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ ИДЕАЛЬНОЙ ЖИДКОСТИ	Лекция	Информационные технологии	7
3	III. ИНТЕГРАЛЫ УРАВНЕНИЙ ДВИЖЕНИЯ ИДЕАЛЬНОЙ ЖИДКОСТИ	Лекция	Информационные технологии	5
4	IV. ГИДРОСТАТИКА	Лекция	Информационные технологии	5
5	V. ДИНАМИКА ВЯЗКОЙ ЖИДКОСТИ	Лекция	Информационные технологии	5

### VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

*Оценочные средства для входного контроля – не предусмотрены*

*Оценочные средства текущего контроля*

Тема или раздел дисциплины	Показатель	Критерий оценивания	Формируемые компетенции и индикаторы
I. КЛАССИФИКАЦИЯ СИЛ, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА ЖИДКОСТЬ	Знает понятия баротропности и бароклинности, идеальной и реальной жидкости, знает силы, действующие на жидкость. Владеет представлениями о системах отсчета Умеет определять ускорение силы тяжести и силы Кориолиса	Владеет материалом данного раздела. Выполнил проверочную работу по разделу с оценкой не ниже «Удовлетворительно»	<b>ОПК-1</b> <b>ИДКБ-опк-1.2</b>
II. УРАВНЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ ИДЕАЛЬНОЙ ЖИДКОСТИ	Знает уравнения движения идеальной жидкости в форме Эйлера и Громека. Владеет представлениями о возможности замыкания системы уравнений движения идеальной жидкости. Умеет решать задачи на движение идеальной жидкости	Владеет материалом данного раздела. Выполнил проверочную работу по разделу с оценкой не ниже «Удовлетворительно»	<b>ОПК-1</b> <b>ИДКБ-опк-1.2</b>
III. ИНТЕГРАЛЫ УРАВНЕНИЙ ДВИЖЕНИЯ ИДЕАЛЬНОЙ ЖИДКОСТИ	Знает примеры применения интеграла Бернулли к простейшим задачам. Владеет представлениями о физической и геометрической интерпретации интегралов Бернулли, Бернулли-Эйлера и Лагранжа-Коши. Умеет интегрировать уравнения движения идеальной жидкости	Владеет материалом данного раздела. Выполнил проверочную работу по разделу с оценкой не ниже «Удовлетворительно»	<b>ОПК-1</b> <b>ИДКБ-опк-1.2</b>
IV. ГИДРОСТАТИКА	Знает уравнения гидростатики и условия для сил, удерживающих жидкость в равновесии Умеет применять на практике уравнение гидростатики	Владеет материалом данного раздела. Выполнил проверочную работу по разделу с оценкой не ниже «Удовлетворительно» Написал реферат с оценкой не ниже «Удовлетворительно»	<b>ОПК-1</b> <b>ИДКБ-опк-1.2</b>

Тема или раздел дисциплины	Показатель	Критерий оценивания	Формируемые компетенции и индикаторы
V. ДИНАМИКА ВЯЗКОЙ ЖИДКОСТИ	Знает уравнение движения вязкой жидкости в форме Навье и Навье-Стокса Владеет представлениями о критериях подобия и их физическом смысле Умеет решать задачи на динамику вязкой жидкости	Владеет материалом данного раздела. Выполнил проверочную работу по разделу с оценкой не ниже «Удовлетворительно»	<b>ОПК-1</b> <b>ИДКБ-опк-1.2</b>

**Критерии оценки практических заданий (текущий контроль, формирование компетенций):**

**«Отлично»:**

**10 баллов:** правильно решил все задачи проверочных работ, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы;

**«Хорошо»:**

**8 баллов:** решил все задачи проверочных работ с отдельными недочетами, студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями;

**«Удовлетворительно»:**

**6 баллов:** решил все задачи проверочных работ с ошибками, студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями;

**«Неудовлетворительно»:**

**3 балла:** студент неправильно решил все задачи проверочных работ или решил не все задачи, студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на конкретные вопросы.

**0 баллов:** студент не решил все задачи проверочных работ.

**Критерии оценивания индивидуального отчета о выполнении самостоятельной работы (реферата) (текущий контроль, формирование компетенций):**

**«Отлично»:**

**10 баллов:** работа выполнена в срок, оформление, структура и стиль работы образцовые; работа выполнена самостоятельно, присутствуют собственные обобщения, заключения и выводы; правильные ответы на все вопросы при защите реферата; тема реферата раскрыта полностью; список использованных источников содержит требуемое в задании число источников;

**«Хорошо»:**

**8 балла:** содержание работы соответствует тематике реферата; работа выполнена с незначительными замечаниями; работа выполнена в срок, в оформлении, структуре и стиле проекта нет грубых ошибок; работа выполнена самостоятельно, присутствуют собственные обобщения, заключения и выводы; правильные ответы на все вопросы с помощью преподавателя при защите реферата;

**«Удовлетворительно»:**

**6 балла:** содержание реферата в целом соответствует заявленной теме; написанное реферата имеет значительные замечания; сдана с нарушением графика, в оформлении, структуре и стиле работы есть недостатки; работа выполнена самостоятельно, присутствуют собственные обобщения; ответы не на все вопросы при защите отчета;

**«Неудовлетворительно»:**

**3 балла:** содержание реферата значительно отклоняется от заявленной темы; отсутствуют или сделаны неправильные выводы и обобщения; оформление работы не соответствует требованиям; нет ответов на вопросы при защите отчета.

**0 баллов:** работа не выполнена или не является оригинальной, не соответствует заявленной теме; выполнена не самостоятельно

### 8.1.1 Оценочные материалы для промежуточной аттестации в форме - экзамен

#### Темы рефератов и заданий поисково-исследовательского характера

Реферат на тему: «Парадоксы Архимеда и Паскаля»

#### Демонстрационный вариант теста (фрагмент)

– раздел механики, в котором изучаются причины, вызывающие движение.

Динамика

Магнетизм

Статика

Релятивизм

Кинематика

Сила  является равнодействующей двух сил: гравитационной силы притяжения Земли и центробежной силы инерции. Данная сила относится к

силам

$$\rho \vec{F} = \text{grad} p$$

Уравнение называется

векторным уравнением .

Уравнения движения идеальной жидкости в форме Эйлера имеют вид:

$$\frac{d\vec{V}}{dt} = \vec{F} - \frac{1}{\rho} \left[ \text{grad} p \right] :$$

dt

gradφ

dp

ds

gradp

жидкости обладают абсолютной подвижностью, т. е. отсутствием сил трения и касательных напряжений и абсолютной неизменностью в объеме под воздействием внешних сил.

жидкости, обладают сжимаемостью, сопротивлением, растягивающим и сдвигающим усилиям и достаточной подвижностью, т. е. наличием сил трения и касательных напряжений.

растяжимые	текучие	реальные
фракционные	идеальные	тангенциальные

Если из массовых сил действует только **сила тяжести**, а оси OX и OY направить по горизонтали, ось OZ вертикально вверх, то

$$F_x = \text{}$$

$$F_y = \text{}$$

$$F_z = \text{}$$

### Темы практических работ

- Решение задач: определение ускорения силы тяжести и силы Кориолиса для заданных пунктов
- Решение задач: уравнения движения идеальной жидкости в форме Громека и Эйлера
- Решение задач: примеры применения интеграла Бернулли к простейшим задачам
- Решение задач: Уравнения гидростатики. Условия для сил, удерживающих жидкость в равновесии. Закон Паскаля. Равновесие тяжелой жидкости. Барометрические формулы
- Решение задач: Уравнения движения вязкой жидкости в форме Навье и в форме Навье-Стокса.

### Тематика вопросов для самостоятельной работы

- В чем суть уравнения Громека?
- Для чего проводят усреднение уравнений движения?
- В чем суть критериев подобия?
- В чем различия уравнений движения, записанных в различных формах: Эйлера, Навье, Навье-Стокса, Рейнольдса?
- Барометрические формулы.
- Гидростатическая подъемная сила и устойчивость.

### Пример проверочной работы (фрагмент)

**Задача 1.** Найти ускорение силы тяжести  $g$  [м/с<sup>2</sup>] по рабочим расчетным формулам:

$$g_{z,\varphi} = g_0 \cdot (1 + 0,0053024 \cdot \sin \varphi - 0,0000058 \cdot \sin^2 2\varphi) - a_0 \cdot z \quad (1)$$

$$g_{z,\varphi} = g_{0,45} (1 - a_1 \cos 2\varphi)(1 - a_2 z), \quad (2)$$

где  $g_{z,\varphi}$  - ускорение силы тяжести на широте  $\varphi$  [°] и на высоте над уровнем моря  $Z$  [м],

$$g_0 = 9,780327 \text{ м/с}^2$$

$$a_0 = 0,000003086 \text{ 1/с}^2$$

$g_{0,45} = 9,806159 \text{ м/с}^2$  - ускорение силы тяжести на широте  $45^\circ$  и на уровне моря;

$$a_1 = 0,0026, \quad a_2 = 3,14 \cdot 10^{-7} \text{ 1/м.}$$

для следующих пунктов: Анадырь, Хабаровск, Дели, Эльбрус (западная вершина)

...

### Примерный перечень вопросов и заданий к экзамену

Понятие сплошной среды. Понятие динамики. Системы отсчёта. Инерционные системы отсчета. Закон инерции.

Классификация сил, действующих в жидкости: массовые, поверхностные силы. Главный вектор массовых сил. Главный вектор поверхностных сил. Примеры сил. Сила тяжести сила Кориолиса.

Случай несжимаемой жидкости. Случай сжимаемой жидкости. Баротропность и бароклинность. Вязкая (реальная) и идеальная жидкость. Модели жидкости.

Уравнения движения идеальной жидкости в форме Эйлера.

Уравнения движения жидкости в форме Громека.

Интегралы уравнений движения идеальной жидкости (Бернулли, Лагранжа, Лагранжа – Бернулли). Их физическая и геометрическая интерпретации.

Уравнения гидростатики. Условия для сил, удерживающих жидкость в равновесии. Закон Паскаля. Равновесие тяжелой жидкости.

Уравнения движения вязкой жидкости в напряжениях (в форме Навье).

Тензор напряжений. Уравнения движения вязкой жидкости в форме Навье – Стокса. Допущения, предложенные Стоксом. Коэффициент вязкости.

### Критерии оценивания устного ответа на контрольные вопросы (промежуточный контроль, формирование компетенций):

Экзамен проводится в форме тестового задания средствами образовательного портала *educa.isu.ru* из 20 вопросов и оценивается по 2 балла за каждый правильный ответ на вопрос (максимально 40 баллов за тест).

Общая оценка выставляется как сумма текущего контроля и промежуточного контроля:

Оценочное средство	Количество баллов за семестр
<b>Текущий контроль:</b>	
Самостоятельная работа:	
Реферат на тему: «Парадоксы Архимеда и Паскаля»	0-10
<b>Практические работы:</b>	
Проверочная работа (Решение задач: определение ускорения силы тяжести и силы Кориолиса для заданных пунктов)	0-10
Проверочная работа (Решение задач: уравнения движения идеальной жидкости в форме Громека и Эйлера)	0-10
Проверочная работа (Решение задач: примеры применения интеграла Бернулли к простейшим задачам)	0-10

Проверочная работа (Решение задач: Уравнения гидростатики. Условия для сил, удерживающих жидкость в равновесии. Закон Паскаля. Равновесие тяжелой жидкости. Барометрические формулы)	0-10
Проверочная работа (Решение задач: Уравнения движения вязкой жидкости в форме Навье и в форме Навье-Стокса.)	0-10
<b>Промежуточный контроль:</b>	
Экзаменационный тест	0-40
<b>Итого:</b>	<b>0-100</b>

по балльной системе:

Суммарные баллы, полученные обучающимся за текущий контроль и промежуточный контроля	Академическая оценка
Менее 60 баллов	неудовлетворительно
60-70 баллов	удовлетворительно
71-85 баллов	хорошо
86-100 баллов	отлично

**Разработчик:**



Доцент кафедры гидрологии  
и природопользования  
Е.Н. Сутырина

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 05.03.04 Гидрометеорология.

Программа рассмотрена на заседании кафедры гидрологии и природопользования протокол №11 от 12.05.2023

Зав. кафедрой  Е.Н. Сутырина

**Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.**