



## **МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

ФГБОУ ВО «ИГУ»

**Кафедра гидрологии и природопользования**



Декан географического факультета,  
канд. геогр. наук, доцент  
С. Ж. Вологжина

«16» апреля 2025 г.

### **Рабочая программа дисциплины**

Наименование дисциплины

**Б1.О.34 МЕХАНИКА ЖИДКОСТИ И ГАЗА**

Направление подготовки

**05.03.04 Гидрометеорология**

Направленность (профиль) подготовки

**Гидрология: управление водными ресурсами**

Квалификация выпускника – бакалавр

Форма обучения – заочная

Согласовано с УМК географического  
факультета

Протокол № 5 от «16» апреля 2025 г.  
Председатель: канд. геогр. наук, доцент

 С. Ж. Вологжина

Рекомендовано кафедрой гидрологии  
и природопользования

Протокол № 12 от «08» апреля 2025 г.  
Зав. кафедрой

 Е. Н. Сутырина

Иркутск 2025 г.

## Содержание

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

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

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

Цели освоения данной дисциплины определяют её основные *задачи*:

*Задачи* дисциплины:

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

## II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Учебная дисциплина (модуль) **Б1.О.34 Механика жидкости и газа** относится к обязательной части. Совокупность разделов, включенных в программу данного курса, представляет собой важный этап единой системы подготовки бакалавров в 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*

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>ИДК</b> опк-1.2.<br>Применяет базовые знания физических законов и анализа физических явлений при решении задач профессиональной деятельности | <b>Знать:</b> основные понятия, гипотезы и допущения, применяемые при описании сплошной среды; задачи механики жидкости и газа, методы их решения;<br><b>Уметь:</b> проводить анализ поставленной задачи на основе современного математического аппарата; формулировать и решать задачи по движению жидкостей и газов<br><b>Владеть:</b> представлениями о прикладных задачах изучения течений жидкости для решения задач профессиональной деятельности. |

#### IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часов

Форма промежуточной аттестации: экзамен

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

| №<br>п/п | Раздел дисциплины/тема                         | Курс | Всего часов | Из них практическая подготовка обучающихся | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах) |                                                |     |     |                        | Форма текущего контроля успеваемости/<br>Форма промежуточной аттестации (по семестрам) |
|----------|------------------------------------------------|------|-------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----|-----|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
|          |                                                |      |             |                                            | Контактная работа преподавателя с обучающимися                                                                    |                                                |     |     | Самостоятельная работа |                                                                                        |
|          |                                                |      |             |                                            | Лекция                                                                                                            | Семинар/<br>Практическое, лабораторное занятие | КО  | КСР |                        |                                                                                        |
| 1        | 2                                              | 3    | 4           | 5                                          | 6                                                                                                                 | 7                                              | 8   | 9   | 10                     | 11                                                                                     |
| 1        | 1 Основные понятия.                            | 4    | 1           |                                            | 0,5                                                                                                               | 0,5                                            |     |     |                        | Проверочная работа (решение задач)                                                     |
| 2        | 2 Методы описания движения жидкости            | 4    | 2           |                                            | 0,5                                                                                                               | 1                                              | 0,5 |     |                        | Проверочная работа (решение задач)                                                     |
| 3        | 3 Поток, дивергенция, уравнение неразрывности. | 4    | 2           |                                            | 0,5                                                                                                               | 1                                              | 0,5 |     |                        | Проверочная работа (решение задач)                                                     |
| 4        | 4 Вихревое движение жидкости                   | 4    | 2,5         |                                            | 1                                                                                                                 | 1                                              | 0,5 |     |                        | Проверочная работа (решение задач) /                                                   |

|   |                                                            |   |     |  |     |     |     |   |     |                                      |
|---|------------------------------------------------------------|---|-----|--|-----|-----|-----|---|-----|--------------------------------------|
| 5 | <b>5 Безвихревое движение</b>                              | 4 | 1,5 |  | 0,5 | 0,5 | 0,5 |   |     | Проверочная работа (решение задач)   |
|   | <b>6. Классификация сил, действующих на жидкость</b>       | 4 | 124 |  | 1   |     |     | 2 | 121 | Проверочная работа (самостоятельная) |
|   | <b>7. Уравнения движения идеальной жидкости</b>            | 4 | 1,5 |  | 0,5 | 0,5 | 0,5 |   |     | Проверочная работа (решение задач)   |
|   | <b>8. Интегралы уравнений движения идеальной жидкости.</b> | 4 | 1,5 |  | 0,5 | 0,5 | 0,5 |   |     | Проверочная работа (решение задач)   |
|   | <b>9. Гидростатика</b>                                     | 4 | 1,5 |  | 0,5 | 0,5 | 0,5 |   |     | Проверочная работа (решение задач)   |
|   | <b>10. Динамика вязкой жидкости</b>                        | 4 | 1,5 |  | 0,5 | 0,5 | 0,5 |   |     | Проверочная работа (решение задач)   |
|   | Контроль                                                   |   | 5   |  |     |     |     |   |     | экзамен                              |
|   | ИТОГО                                                      |   | 144 |  | 6   | 6   | 4   | 2 | 121 |                                      |

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

| Семестр | Название раздела, темы                               | Самостоятельная работа обучающихся                                                                   |                                    |                     | Оценочное средство                                                      | Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы |
|---------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
|         |                                                      | Вид самостоятельной работы                                                                           | Сроки выполнения                   | Трудоемкость (час.) |                                                                         |                                                        |
| 5       | <b>6. Классификация сил, действующих на жидкость</b> | <b>Практическая работа: определение ускорения силы тяжести и силы Кориолиса для заданных пунктов</b> | До начала промежуточной аттестации | 121                 | Оценка практической на educa.isu.ru (оценка в баллах: от 0 до 6 баллов) | осн. – 1-4<br>доп. – 1-3                               |

### 4.3. Содержание учебного материала

**1 Основные понятия.** Механика жидкости и газа – один из разделов теоретической механики. Гипотеза сплошности. Жидкая частица (элементарный объем). Кинематика материальной точки и абсолютно твердого тела. Плотность. Общность и различия между каплевой жидкостью и газом. Жидкости сжимаемые и несжимаемые. Векторные и скалярные величины. Градиент скалярной величины. Режимы движения жидкости. Понятие турбулентности. Структура и основные характеристики турбулентности. Понятие пульсации.

**2 Методы описания движения жидкости.** Два основных метода описания движения жидкости – Лагранжа и Эйлера. Индивидуальная (субстанциональная) производная, ее разложение на локальную и конвективную составляющие. Траектории и линии тока, их дифференциальные уравнения. Установившееся движение. Трубка тока. Струя.

**3 Поток, дивергенция, уравнение неразрывности.** Поток векторного поля через поверхность. Дивергенция. Формула Остроградского – Гаусса в векторном виде. Вывод уравнения неразрывности. Частные виды уравнения неразрывности. Гидравлическое уравнение неразрывности.

**4 Вихревое движение жидкости.** Циркуляция вектора скорости по замкнутому контуру. Вихрь скорости. Теорема Стокса в векторной форме. Связь между ротором вектора скорости и угловой скоростью вращения твердого тела. Теорема Коши – Гельмгольца (1-я теорема Гельмгольца) о движении жидкой частицы. Скорость деформации. Физический смысл составляющих тензора деформаций: деформации растяжения, сжатия, сдвига. Вихревая линия и ее дифференциальное уравнение. Вихревая трубка. 2-я теорема Гельмгольца (о постоянстве потока вихря скорости через произвольное сечение вихревой трубки). Интенсивность вихревой трубки. Теорема Стокса о связи интенсивности вихревой трубки с циркуляцией по замкнутому контуру, охватывающему трубку.

**5 Безвихревое движение.** Потенциал скорости. Уравнение неразрывности для потенциального движения. Плоско-параллельное движение несжимаемой жидкости. Функция тока. Безвихревое плоско-параллельное движение. Связь потенциала скорости с функцией тока и геометрическая интерпретация этой связи. Потенциалы скоростей и функций тока простейших потоков.

**6 Классификация сил, действующих на жидкость.** Понятие сплошной среды. Понятие динамики. Системы отсчета. 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. Баротропность и бароклинность. Случай несжимаемой жидкости. Случай сжимаемой жидкости. Вязкая (реальная) и идеальная жидкость. Модели жидкости.

**7 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).

**8 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).

**9 Гидростатика.** Уравнения гидростатики. Условия для сил, удерживающих жидкость в равновесии. Закон Паскаля. Равновесие тяжелой жидкости. Барометрические формулы. Гидростатическая подъемная сила и устойчивость.

**10 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.

### 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.    | <b>1 Основные понятия.</b>                            | Решение задач: Действия с векторными величинами. Градиенты скалярных величин                                                                                                     | 0,5                 | -                              | Проверочная работа (решение задач) (оценка в баллах: от 0 до 6 баллов) | <b>ИДК</b> опк-1.2                   |
| 2.    | <b>2 Методы описания движения жидкости</b>            | Решение задач: два основных метода описания движения жидкости, разложение индивидуальной производной на локальную и конвективную составляющие, уравнения траектории и линии тока | 1                   | -                              | Проверочная работа (решение задач) (оценка в баллах: от 0 до 6 баллов) | <b>ИДК</b> опк-1.2                   |
| 3.    | <b>3 Поток, дивергенция, уравнение неразрывности.</b> | Решение задач: поток векторного поля через поверхность, уравнение неразрывности                                                                                                  | 1                   | -                              | Проверочная работа (решение задач) (оценка в баллах: от 0 до 6 баллов) | <b>ИДК</b> опк-1.2                   |
| 4.    | <b>4 Вихревое движение жидкости</b>                   | Решение задач: циркуляция вектора скорости по замкнутому контуру, вихрь скорости, уравнение вихревой линии                                                                       | 1                   | -                              | Проверочная работа (решение задач) (оценка в баллах: от 0 до 6 баллов) | <b>ИДК</b> опк-1.2                   |
| 5.    | <b>5 Безвихревое движение</b>                         | Решение задач: потенциальное движение жидкости                                                                                                                                   | 0,5                 | -                              | Проверочная работа (решение задач) (оценка в баллах: от 0 до 6 баллов) | <b>ИДК</b> опк-1.2                   |

|    |                                                             |                                                                                                                                                                 |     |   |                                                                        |                    |
|----|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|---|------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| 6. | <b>7. Уравнения движения идеальной жидкости</b>             | Решение задач: уравнения движения идеальной жидкости в форме Громека и Эйлера                                                                                   | 0,5 | - | Проверочная работа (решение задач) (оценка в баллах: от 0 до 6 баллов) | <b>ИДК</b> ОПК-1.2 |
| 7. | <b>8. Интегралы уравнений движения идеальной жидкости .</b> | Решение задач: примеры применения интеграла Бернулли к простейшим задачам                                                                                       | 0,5 | - | Проверочная работа (решение задач) (оценка в баллах: от 0 до 6 баллов) | <b>ИДК</b> ОПК-1.2 |
| 8. | <b>9. Гидростатика</b>                                      | Решение задач: Уравнения гидростатики. Условия для сил, удерживающих жидкость в равновесии. Закон Паскаля. Равновесие тяжелой жидкости. Барометрические формулы | 0,5 | - | Проверочная работа (решение задач) (оценка в баллах: от 0 до 6 баллов) | <b>ИДК</b> ОПК-1.2 |
| 9. | <b>10. Динамика вязкой жидкости</b>                         | Решение задач: Уравнения движения вязкой жидкости в форме Навье и в форме Навье-Стокса.                                                                         | 0,5 | - | Проверочная работа (решение задач) (оценка в баллах: от 0 до 6 баллов) | <b>ИДК</b> 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.    | <b>6. Классификация сил, действующих на жидкость</b> | Практическая работа: определение ускорения силы тяжести и силы Кориолиса для заданных пунктов | ОПК-1                   | <b>ИДК</b> 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 си-



стеме (практическая работа может быть оценена от 0 до 6 баллов (**Критерии оценки практической работы**)):

**«Отлично»:**

**6 баллов:** выполнены все задания практической работы, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы;

**«Хорошо»:**

**4 балла:** выполнены все задания практической работы, студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями;

**«Удовлетворительно»:**

**2 балла:** выполнены все задания практической работы с замечаниями, студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями;

**«Неудовлетворительно»:**

**1 балл:** студент выполнил неправильно задания практических работ, студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на конкретные вопросы.

**0 баллов:** студент не выполнил задания практической работы.

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 Институты 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**

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»

<http://www.sciencemag.org> - Научная база данных SCIENCE –ONLINE- SCINCE-NOW

<http://www.nature.com> - Научная база данных Nature

<http://ingrid.idgo.colombia.edu/> - Библиотека климатических данных (IRILDEO);

<http://www.ncdc.noaa.gov> - Всемирный центр метеорологических и океанографических данных (NOAA);

Сайт Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, <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 | <b>1 Основные понятия.</b>                                  | Лекция / практическая работа                          | Информационные технологии / Обучение критическому мышлению                        | 1            |
| 2 | <b>2 Методы описания движения жидкости</b>                  | Лекция / практическая работа                          | Информационные технологии / Обучение критическому мышлению                        | 1,5          |
| 3 | <b>3 Поток, дивергенция, уравнение неразрывности.</b>       | Лекция / практическая работа                          | Информационные технологии / Обучение критическому мышлению                        | 1,5          |
| 4 | <b>4 Вихревое движение жидкости</b>                         | Лекция / практическая работа / самостоятельная работа | Информационные технологии / Обучение критическому мышлению / Контекстное обучение | 2            |
| 5 | <b>5 Безвихревое движение</b>                               | Лекция / практическая работа                          | Информационные технологии / Обучение критическому мышлению                        | 1            |
| 6 | <b>6. Классификация сил, действующих на жидкость</b>        | Лекция / Самостоятельная работа                       | Информационные технологии / Обучение критическому мышлению                        | 122          |
| 7 | <b>7. Уравнения движения идеальной жидкости</b>             | Лекция / практическая работа                          | Информационные технологии / Обучение критическому мышлению                        | 1            |
| 8 | <b>8. Интегралы уравнений движения идеальной жидкости .</b> | Лекция / практическая работа                          | Информационные технологии /                                                       | 1            |

|    |                                     |                              |                                                            |   |
|----|-------------------------------------|------------------------------|------------------------------------------------------------|---|
|    |                                     |                              | Обучение критическому мышлению                             |   |
| 9  | <b>9. Гидростатика</b>              | Лекция / практическая работа | Информационные технологии / Обучение критическому мышлению | 1 |
| 10 | <b>10. Динамика вязкой жидкости</b> | Лекция / практическая работа | Информационные технологии / Обучение критическому мышлению | 1 |

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

*Оценочные материалы для входного контроля – не предусмотрены*

*Оценочные материалы текущего контроля*

| Тема или раздел дисциплины                            | Показатель                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Критерий оценивания                                                                                                                                                          | Формируемые компетенции и индикаторы |
|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>1 Основные понятия.</b>                            | Знает основные понятия, гипотезы и допущения, применяемые при описании сплошной среды.<br>Владеет представлениями о прикладных задачах изучения течений жидкости для решения профильных научно-исследовательских задач<br>Умеет выполнять действия с векторными величинами, определять градиенты скалярных величин | Владеет материалом данного раздела.<br>Выполнил проверочную работу по разделу с оценкой не ниже «Удовлетворительно»                                                          | <b>ОПК-1</b><br><b>ИДК</b> оПК-1.2   |
| <b>2 Методы описания движения жидкости</b>            | Знает основные методы описания движения жидкости.<br>Владеет представлениями о траектории и линии тока, трубке тока и струе.<br>Умеет описывать движение в переменных Лагранжа и Эйлера, определять уравнения траектории и линии тока                                                                              | Владеет материалом данного раздела.<br>Выполнил проверочную работу по разделу с оценкой не ниже «Удовлетворительно»                                                          | <b>ОПК-1</b><br><b>ИДК</b> оПК-1.2   |
| <b>3 Поток, дивергенция, уравнение неразрывности.</b> | Знает формулу Остроградского – Гаусса, знает вывод уравнения неразрывности и частные виды уравнения неразрывности.<br>Владеет представлениями о потоке векторного поля и дивергенции<br>Умеет использовать уравнение неразрывности, вычислять поток векторного поля, дивергенцию                                   | Владеет материалом данного раздела.<br>Выполнил проверочную работу по разделу с оценкой не ниже «Удовлетворительно»                                                          | <b>ОПК-1</b><br><b>ИДК</b> оПК-1.2   |
| <b>4 Вихревое движение жидкости</b>                   | Знает понятия циркуляции вектора скорости, вихря скорости<br>Владеет представлениями о кинематике вихревого движения жидкости, о вихрях в атмосфере и океане<br>Умеет определять циркуляцию вектора скорости по замкнутому контуру, вихрь скорости, уравнение вихревой линии                                       | Владеет материалом данного раздела.<br>Выполнил проверочную работу по разделу с оценкой не ниже «Удовлетворительно»<br>Написал реферат с оценкой не ниже «Удовлетворительно» | <b>ОПК-1</b><br><b>ИДК</b> оПК-1.2   |
| <b>5 Безвихревое движение</b>                         | Знает понятия потенциала скорости, функции тока, связь потенциала скорости с функцией тока                                                                                                                                                                                                                         | Владеет материалом данного раздела.                                                                                                                                          | <b>ОПК-1</b><br><b>ИДК</b> оПК-1.2   |

| Тема или раздел дисциплины                                  | Показатель                                                                                                                                                                                                                                                  | Критерий оценивания                                                                                                                                                          | Формируемые компетенции и индикаторы |
|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
|                                                             | Владеет представлениями о кинематике безвихревого движения жидкости<br>Умеет решать задачи на потенциальное движение жидкости                                                                                                                               | Выполнил проверочную работу по разделу с оценкой не ниже «Удовлетворительно»                                                                                                 |                                      |
| <b>6. Классификация сил, действующих на жидкость</b>        | Знает понятия баротропности и бароклинности, идеальной и реальной жидкости, знает силы, действующие на жидкость.<br>Владеет представлениями о системах отсчета<br>Умеет определять ускорение силы тяжести и силы Кориолиса                                  | Владеет материалом данного раздела.<br>Выполнил практическую работу по разделу с оценкой не ниже «Удовлетворительно»                                                         | <b>ОПК-1</b><br><b>ИДК</b> опк-1.2   |
| <b>7. Уравнения движения идеальной жидкости</b>             | Знает уравнения движения идеальной жидкости в форме Эйлера и Громека.<br>Владеет представлениями о возможности замыкания системы уравнений движения идеальной жидкости.<br>Умеет решать задачи на движение идеальной жидкости                               | Владеет материалом данного раздела.<br>Выполнил проверочную работу по разделу с оценкой не ниже «Удовлетворительно»                                                          | <b>ОПК-1</b><br><b>ИДК</b> опк-1.2   |
| <b>8. Интегралы уравнений движения идеальной жидкости .</b> | Знает примеры применения интеграла Бернулли к простейшим задачам.<br>Владеет представлениями о физической и геометрической интерпретации интегралов Бернулли, Бернулли-Эйлера и Лагранжа-Коши.<br>Умеет интегрировать уравнения движения идеальной жидкости | Владеет материалом данного раздела.<br>Выполнил проверочную работу по разделу с оценкой не ниже «Удовлетворительно»                                                          | <b>ОПК-1</b><br><b>ИДК</b> опк-1.2   |
| <b>9. Гидростатика</b>                                      | Знает уравнения гидростатики и условия для сил, удерживающих жидкость в равновесии<br>Умеет применять на практике уравнение гидростатики                                                                                                                    | Владеет материалом данного раздела.<br>Выполнил проверочную работу по разделу с оценкой не ниже «Удовлетворительно»<br>Написал реферат с оценкой не ниже «Удовлетворительно» | <b>ОПК-1</b><br><b>ИДК</b> опк-1.2   |
| <b>10. Динамика вязкой жидкости</b>                         | Знает уравнение движения вязкой жидкости в форме Навье и Навье-Стокса<br>Владеет представлениями о критериях подобия и их физическом смысле<br>Умеет решать задачи на динамику вязкой жидкости                                                              | Владеет материалом данного раздела.<br>Выполнил проверочную работу по разделу с оценкой не ниже «Удовлетворительно»                                                          | <b>ОПК-1</b><br><b>ИДК</b> опк-1.2   |

**Критерии оценки проверочной работы (текущий контроль, формирование компетенций):**

**«Отлично»:**

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

**«Хорошо»:**

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

**«Удовлетворительно»:**

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

**«Неудовлетворительно»:**

**1 балл:** 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 оценки практической работы (текущий контроль, формирование компетенций):**

**«Отлично»:**

**6 баллов:** выполнены все задания практической работы, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы;

**«Хорошо»:**

**4 балла:** выполнены все задания практической работы, студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями;

**«Удовлетворительно»:**

**2 балла:** выполнены все задания практической работы с замечаниями, студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями;

**«Неудовлетворительно»:**

**1 балл:** студент выполнил неправильно задания практических работ, студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на конкретные вопросы.

**0 баллов:** студент не выполнил задания практической работы.

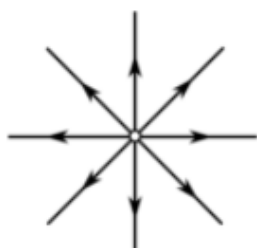
### **8.1.1 Оценочные материалы для промежуточной аттестации в форме - экзамен** **Темы рефератов и заданий поисково-исследовательского характера**

Реферат на тему: «Реферат на тему: «Вихри в атмосфере и океане»

#### **Демонстрационный вариант теста (фрагмент)**

равняется удвоенной угловой скорости вращения частиц жидкости или газа и является характеристикой вращательной способности поля скорости в данной точке

|                              |                        |             |
|------------------------------|------------------------|-------------|
| Дивергенция вектора скорости | Поток вектора скорости | Трубка тока |
| Вихрь скорости               | Линия тока             |             |



На рисунке показан

Найти **дивергенцию** скоростного векторного поля, если

$$u=2x, v=2y, w=2z$$

$$\operatorname{div} \vec{V} = \square$$

2 0 2z 4 6 2y 2x

Согласно гипотезе  в механике жидкости и газа при решении большинства задач принимают жидкость (газ) как сплошную среду ввиду чрезвычайной малости не только самих молекул, но и расстояний между ними по сравнению с объемами, рассматриваемыми при изучении равновесия и движения жидкости.

кинетичности    текучести    сплошности    сжимаемости    хаотичности

Часть жидкости, ограниченная траекториями точек замкнутого контура, называется .

– линия, проведенная в жидкости в данный момент времени так, что скорости всех частиц, находящихся на этой линии, направлены по касательным к этой линии.

Уравнение  :  $\frac{\partial \rho}{\partial t} + \operatorname{div}(\rho \vec{V}) = 0$   
является выражением закона сохранения .

– 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:

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

dτ 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 тангенцальные

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

$F_x =$   ⇅

$F_y =$   ⇅

$F_z =$   ⇅

### Темы проверочных работ

- Решение задач: Действия с векторными величинами. Градиенты скалярных величин
- Решение задач: два основных метода описания движения жидкости, разложение на индивидуальной производной на локальную и конвективную составляющие, уравнения траектории и линии тока
- Решение задач: поток векторного поля через поверхность, дивергенция, уравнение неразрывности
- Решение задач: циркуляция вектора скорости по замкнутому контуру, вихрь скорости, уравнение вихревой линии



- Решение задач: потенциальное движение жидкости
- 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

Примеры сжимаемых и несжимаемых жидкостей.

Когда жидкость однородна?

Жидкая частица – что это.

В чем общность и различие методов описания жидкости по Лагранжу и Эйлеру?

Что характеризует дивергенция? Является она скалярной или векторной величиной?

Основные предпосылки при выводе гидравлического уравнения неразрывности.

Может ли быть плоскопараллельное движение вихревым?

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

### **Практическая работа: определение ускорения силы тяжести и силы Кориолиса для заданных пунктов(пример):**

1) Найти компоненты и модуль ускорения силы Кориолиса  $[м/с^2]$  по формулам:

для следующих пунктов:

|        |                                            |                                                                  |
|--------|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| Вар. 1 | Анадырь, Хабаровск, Дели, Эльбрус          | $u = 2,5 \text{ м/с}; v = 2 \text{ м/с}; w = -0,1 \text{ м/с}$   |
| Вар. 2 | Иркутск, Владивосток, Анкоридж, пик Ленина | $u = 3,5 \text{ м/с}; v = 1 \text{ м/с}; w = 0,1 \text{ м/с}$    |
| Вар. 3 | Воркута, Улан-Удэ, Мумбаи, Арарат          | $u = 1,5 \text{ м/с}; v = 4 \text{ м/с}; w = 0,2 \text{ м/с}$    |
| Вар. 4 | Новосибирск, Норильск, Мехико, Эверест     | $u = 0,5 \text{ м/с}; v = 7,5 \text{ м/с}; w = -0,2 \text{ м/с}$ |

2) Найти ускорение силы тяжести  $g [м/с^2]$  по формулам:

а)  $g_{z,\varphi} = 9,780327 \cdot (1 + 0,0053024 \cdot \sin \varphi - 0,0000058 \cdot \sin^2 2\varphi) - 0,000003086 \cdot z$

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

где  $g_{z,\varphi}$  - ускорение силы тяжести на широте  $\varphi$

и на высоте над уровнем моря  $z$ , м,

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

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

с) Как равнодействующую ускорений сил земного притяжения  $\vec{g}_0$ , направленной к центру Земли, и центробежной силы  $\vec{c}$ :

$$g = (g_o^2 + c^2 - g_o * c * \cos \varphi)^{0.5}$$

$$g_o = GM_3 / (R_3 + z)^2$$

$$c = \omega^2 (R_3 + z) \cos \varphi,$$

где  $\omega = 7,297 \cdot 10^{-5} \text{ 1/c}$  - угловая скорость вращения Земли;  $R_3 = 6371000 \text{ м}$  - радиус Земли;  $\varphi$  - географическая широта,  $z$  - на высоте над уровнем моря, м.  
 $G = 6,67430 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3 \cdot \text{с}^{-2} \cdot \text{кг}^{-1}$ ;  $M_3 = 5,9736 \cdot 10^{24} \text{ кг}$

для следующих пунктов:

|        |                                            |
|--------|--------------------------------------------|
| Вар. 1 | Анадырь, Хабаровск, Дели, Эльбрус          |
| Вар. 2 | Иркутск, Владивосток, Анкоридж, пик Ленина |
| Вар. 3 | Воркута, Улан-Удэ, Мумбаи, Арарат          |
| Вар. 4 | Новосибирск, Норильск, Мехико, Эверест     |

d)

### Пример проверочной работы (фрагмент)

**Задача 1.** Движение жидкости описывается потенциалом скоростей  $\varphi = x \ln(x) + 3e^y$

Требуется определить:

- 1) проекции вектора скорости и его модуль
- 2) дивергенцию векторного поля
- 3) компоненты ускорения
- 4) является ли жидкость несжимаемой

...

### Примерный перечень вопросов и заданий к экзамену

Механика жидкости и газа – один из разделов теоретической механики. Понятие о сплошной среде. Жидкая частица (элементарный объем).

Кинематика материальной точки и абсолютно твердого тела. Плотность. Общность и различия между капельной жидкостью и газом. Жидкости сжимаемые и несжимаемые. Градиент скалярной величины.

Два основных метода описания движения жидкости – Лагранжа и Эйлера.

Индивидуальная (субстанциональная) производная, ее разложение на локальную и конвективную составляющие.

Траектории и линии тока, их дифференциальные уравнения. Установившееся движение. Трубка тока. Струя.

Поток векторного поля через поверхность. Дивергенция. Формула Остроградского – Гаусса в векторном виде.

Вывод уравнения неразрывности. Частные виды уравнения неразрывности. Гидравлическое уравнение неразрывности.

Циркуляция вектора скорости по замкнутому контуру. Вихрь скорости. Теорема Стокса в векторной форме. Связь между ротором вектора скорости и угловой скоростью вращения твердого тела.

Теорема Коши – Гельмгольца (1-я теорема Гельмгольца) о движении жидкой частицы. Скорость деформации. Физический смысл составляющих тензора деформаций: деформации растяжения, сжатия, сдвига.

Вихревое движение жидкости. Вихревая линия и ее дифференциальное уравнение. Вихревая трубка. 2-я теорема Гельмгольца (о постоянстве потока вихря скорости через произвольное сечение вихревой трубки). Интенсивность вихревой трубки. Теорема Стокса о связи интенсивности вихревой трубки с циркуляцией по замкнутому контуру, охватывающему трубку.

Безвихревое движение. Потенциал скорости.

Уравнение неразрывности для потенциального движения.

Плоско-параллельное движение несжимаемой жидкости. Функция тока. Безвихревое плоско-параллельное движение. Связь потенциала скорости с функцией тока и геометрическая интерпретация этой связи.

Потенциалы скоростей и функций тока простейших потоков.

Режимы движения жидкости. Понятие турбулентности. Структура и основные характеристики турбулентности. Понятие пульсации.

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).

Оценка выставляется как сумма текущего контроля и промежуточного контроля:

| <b>Оценочные материалы</b>                                                                                                                                                                               | <b>Количество баллов за семестр</b> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| <b>Текущий контроль:</b>                                                                                                                                                                                 |                                     |
| <b>Самостоятельная работа:</b>                                                                                                                                                                           |                                     |
| Практическая работа: определение ускорения силы тяжести и силы Кориолиса для заданных пунктов                                                                                                            | 0-6                                 |
| <b>Практические работы:</b>                                                                                                                                                                              |                                     |
| Проверочная работа (Решение задач: Действия с векторными величинами. Градиенты скалярных величин)                                                                                                        | 0-6                                 |
| Проверочная работа (Решение задач: два основных метода описания движения жидкости, разложение на индивидуальной производной на локальную и конвективную составляющие, уравнения траектории и линии тока) | 0-6                                 |
| Проверочная работа (Решение задач: поток векторного поля через поверхность, уравнение неразрывности)                                                                                                     | 0-6                                 |
| Проверочная работа (Решение задач: циркуляция вектора скорости по замкнутому контуру, вихрь скорости, уравнение вихревой линии)                                                                          | 0-6                                 |
| Проверочная работа (Решение задач: потенциальное движение жидкости)                                                                                                                                      | 0-6                                 |
| Проверочная работа (Решение задач: уравнения движения идеальной жидкости в форме Громека и Эйлера)                                                                                                       | 0-6                                 |
| Проверочная работа (Решение задач: примеры применения интеграла Бернулли к простейшим задачам)                                                                                                           | 0-6                                 |
| Проверочная работа (Решение задач: Уравнения гидростатики. Условия для сил, удерживающих жидкость в равновесии. Закон Паскаля. Равновесие тяжелой жидкости. Барометрические формулы)                     | 0-6                                 |
| Проверочная работа (Решение задач: Уравнения движения вязкой жидкости в форме Навье и в форме Навье-Стокса.)                                                                                             | 0-6                                 |
| <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 №12 от 8.04.2025

Зав. кафедрой  Е.Н. Сутырина

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