

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИ-  
ВЕРСИТЕТ

Кафедра Высшей математики и теоретической механики

Рабочая программа по дисциплине

**МЕХАНИКА ЖИДКОСТИ И ГАЗА (ГИДРОМЕХАНИКА)**

Основная профессиональная образовательная программа  
высшего образования программы бакалавриата по направлению подготовки

**05.03.05 «Прикладная гидрометеорология»**

Направленность (профиль):  
«Прикладная метеорология»

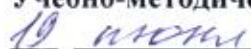
Квалификация:  
Бакалавр


Форма обучения  
Очная/заочная


Согласовано  
Руководитель ОПОП  
«Прикладная метеорология»

 Фокичева А.А.

Утверждаю  
Председатель УМС  И.И. Палкин

Рекомендована решением  
Учебно-методического совета  
 2018 г., протокол № 4

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры  
 2018 г., протокол № 8  
Зав. кафедрой  Матвеев Ю.Л.

Авторы-разработчики:  
 Шнеерсон Е.С.

## 1. Цели освоения дисциплины

Целью дисциплины «Механика жидкости и газа (гидромеханика)» является подготовка бакалавров, владеющих знаниями в объеме, необходимом для изучения специальных дисциплин.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Механика жидкости и газа (гидромеханика)» для направления подготовки 05.03.05 - Прикладная гидрометеорология, профиль «Прикладная метеорология» относится к дисциплинам базовой части образовательной программы.

Для освоения данной дисциплины, обучающиеся должны освоить математические дисциплины среднего общего образования.

Параллельно с дисциплиной «Механика жидкости и газа (гидромеханика)» изучаются дисциплины: «Физика», «Информатика», «Математика».

Дисциплина «Механика жидкости и газа (гидромеханика)» является базовой для освоения дисциплин «Механика жидкости и газа (геофизическая гидродинамика)», «Динамическая метеорология», «Синоптическая метеорология».

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

| Код компетенции | Компетенция   |
|-----------------|---|
| ОПК-1           | Владение базовыми знаниями в области фундаментальных разделов математики в объеме, необходимом для владения математическим аппаратом в гидрологии, для обработки и анализа данных, прогнозирования гидрометеорологических характеристик |

В результате освоения компетенций в рамках дисциплины «Механика жидкости и газа (гидромеханика)» обучающийся должен

Знать:

- основные понятия дисциплины «Механика жидкости и газа (гидромеханика)»;
- основные методы дисциплины «Механика жидкости и газа (гидромеханика)»;
- основные методы применения дисциплины «Механика жидкости и газа (гидромеханика)» к решению практических задач;

Уметь:

- решать практические задачи математическими методами;

Владеть:

- перспективными математическими методами решения практических задач.

Основные признаки проявленности формируемых компетенций в результате освоения дисциплины «Механика жидкости и газа (гидромеханика)» представлены в таблице.

Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания

| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)   | Критерии оценивания результатов обучения   |  |  |  |  |
|-------------------------------------|---|--|--|--|--|--|
|                                     |   | 2  | 3  | 4  | 5  |  |
| Первый этап (уровень) ОПК-1         | <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- терминологией;</li> <li>- способами устного и письменного изложения информации</li> <li>- методологией решения задач по всем разделам дисциплины</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выводить основные уравнения механики жидкости и газа</li> <li>- решать простые прикладные задачи по основному разделам дисциплины;</li> <li>- объяснять смысл переменных, входящих в рассматриваемые уравнения</li> </ul> <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные понятия механики жидкости и газа; основные уравнения гидромеханики; простейшие модели жидких сред, их системы уравнений, начальные и граничные условия;</li> </ul> | <p><b>Не владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- терминологией;</li> <li>- способами устного и письменного изложения информации</li> <li>- методологией решения задач по всем разделам дисциплины</li> </ul> <p><b>Не умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выводить основные уравнения механики жидкости и газа</li> <li>- решать простые прикладные задачи по основному разделам дисциплины;</li> <li>- объяснять смысл переменных, входящих в рассматриваемые уравнения</li> </ul> <p><b>Не знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные понятия механики жидкости и газа; основные уравнения гидромеханики; простейшие модели жидких сред, их системы уравнений, начальные и граничные условия;</li> </ul> | <p><b>Слабо владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- терминологией;</li> <li>- способами устного и письменного изложения информации</li> <li>- методологией решения задач по всем разделам дисциплины</li> </ul> <p><b>Затрудняется:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выводить основные уравнения механики жидкости и газа</li> <li>- решать простые прикладные задачи по основному разделам дисциплины;</li> <li>- объяснять смысл переменных, входящих в рассматриваемые уравнения</li> </ul> <p><b>Плохо знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные понятия механики жидкости и газа; основные уравнения гидромеханики; простейшие модели жидких сред, их системы уравнений, начальные и граничные условия;</li> </ul> | <p><b>Хорошо владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- терминологией;</li> <li>- способами устного и письменного изложения информации</li> <li>- методологией решения задач по всем разделам дисциплины</li> </ul> <p><b>Хорошо умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выводить основные уравнения механики жидкости и газа</li> <li>- решать простые прикладные задачи по основному разделам дисциплины;</li> <li>- объяснять смысл переменных, входящих в рассматриваемые уравнения</li> </ul> <p><b>Хорошо знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные понятия механики жидкости и газа; основные уравнения гидромеханики; простейшие модели жидких сред, их системы уравнений, начальные и граничные условия;</li> </ul> | <p><b>Уверенно владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- терминологией;</li> <li>- способами устного и письменного изложения информации</li> <li>- методологией решения задач по всем разделам дисциплины</li> </ul> <p><b>Отлично умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выводить основные уравнения механики жидкости и газа</li> <li>- решать простые прикладные задачи по основному разделам дисциплины;</li> <li>- объяснять смысл переменных, входящих в рассматриваемые уравнения</li> </ul> <p><b>Отлично знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные понятия механики жидкости и газа; основные уравнения гидромеханики; простейшие модели жидких сред, их системы уравнений, начальные и граничные условия;</li> </ul> |  |

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 часа.

| Объем дисциплины  | Всего часов          |                        |
|---|----------------------|------------------------|
|   | Очная форма обучения | Заочная форма обучения |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>  | 72                   | 72                     |
| <b>Контактная работа обучающихся с преподавателями (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:</b> | 54                   | 8                      |
| в том числе:  |                      |                        |
| лекции  | 18                   | 2                      |
| практические занятия  | 36                   | 6                      |
| <b>Самостоятельная работа (СРС) – всего:</b>  | 18                   | 60                     |
| в том числе:  |                      |                        |
| контрольная работа  |                      | +                      |
| <b>Вид промежуточной аттестации (зачет)</b>   | зачет                | зачет                  |

#### 4.1. Структура дисциплины

Очная форма обучения 2015-2018 гг. набора

| № п/п | Раздел и тема дисциплины | Семестр | Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час. |          |                | Формы текущего контроля успеваемости | Занятия в активной и интерактивной форме, час. | Формируемые компетенции |
|-------|--------------------------|---------|--|----------|----------------|--------------------------------------|--|-------------------------|
|       |                          |         | Лекции   | Практич. | Самост. работа |                                      |  |                         |
| 1     | Гидромеханика            | 3       | 18   | 36       | 18             | Опрос.<br>Письменный контроль        | 12   | ОПК-1                   |
|       | <b>ИТОГО</b>             |         | 18   | 36       | 18             | <b>72 часа</b>                       | 12   |                         |

## Заочная форма обучения 2014-2018 гг. набора

| № п/п | Раздел и тема дисциплины | Семестр | Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час. |          |                | Формы текущего контроля успеваемости | Занятия в активной и интерактивной форме, час. | Формируемые компетенции |
|-------|--------------------------|---------|--|----------|----------------|--------------------------------------|--|-------------------------|
|       |                          |         | Лекции   | Практич. | Самост. работа |                                      |  |                         |
| 1     | Гидромеханика            | 3       | 2  | 6        | 60             | Опрос.<br>Письменный контроль        | 2  | ОПК-1                   |
|       | <b>ИТОГО</b>             |         | 2  | 6        | 60             | <b>72 часа</b>                       | 2  |                         |

### 4.2. Содержание разделов дисциплины

#### Гидромеханика

Предмет гидромеханики. Области применения дисциплины. Модель сплошной текучей среды. Математический аппарат гидромеханики. Основные методы гидромеханики.

Способы задания движения сплошной среды по Лагранжу и по Эйлеру. Поле скоростей, линии тока и траектории.

Разложение движение малого объема на квазитвердое и деформационное. Тензор скоростей деформаций. Первая теорема Гельмгольца.

Вихревые линии и трубки. Вторая теорема Гельмгольца.

Локальная, конвективная и индивидуальная производные. Ускорение жесткой частицы.

Пространственные безвихревые движения жидкости. Потенциал скоростей. Плоское движение несжимаемой жидкости. Функция тока.

Закон сохранения массы. Уравнение неразрывности.

Объемные и поверхностные силы. Тензор напряжений.

Общие теоремы динамики жидкости и газа. Уравнение динамики в напряжениях.

Общий закон сохранения энергии в интегральной и дифференциальной форме.

Уравнения равновесия жидкости и газа. Равновесие тяжелой несжимаемой жидкости. Баротропное равновесие газа.

Модель идеальной жидкости. Тензор напряжений в идеальной жидкости. Уравнение равновесия жидкости и газа.

Уравнения Эйлера динамики идеальных жидкости и газа. Уравнения Фридриха и Гельмгольца для баротропной идеальной жидкости под действием потенциальных объемных сил. Теорема Бернулли.

Одномерный поток идеального газа. Стационарное движение газа по трубе.

Теоремы Кельвина, Лагранжа и Гельмгольца. Потенциал скоростей и его определение по заданному полю скоростей. Интеграл Лагранжа-Коши.

Плоское течение несжимаемой жидкости. Функция тока и ее определение по заданному полю скоростей.

Плоские безвихревые стационарные течения несжимаемой жидкости. Комплексный потенциал. Комплексные потенциалы простейших течений.

Плоские безвихревые течения идеального газа. До- и сверхзвуковые обтекания.

Пространственные безвихревые движения идеальной жидкости. потенциалы скоростей и

функции тока протекающих пространственных течений.

Модель вязкой жидкости. Обобщенный закон Ньютона.

Уравнения Навье-Стокса. Общая постановка задачи для вязкой жидкости. Простейшие течения вязкой несжимаемой жидкости.

Подобие течения вязкой жидкости. Числа Струхала, Фруда, Рейнольдса, Эйлера.

Ламинарный пограничный слой. Пристенные и свободные пограничные слои. Уравнения Прандтля движения вязкой жидкости в пограничном слое.

Неустойчивость ламинарных течений. Уравнения Рейнольдса осредненного турбулентного движения.

Турбулентный пограничный слой. Обратное влияние пограничного слоя на внешний поток.

#### 4.3. Семинарские, практические, лабораторные занятия, их содержание

| № п/п | № раздела дисциплины | Тематика практических занятий   | Форма проведения         | Формируемые компетенции |
|-------|----------------------|---|--------------------------|-------------------------|
| 1     | Гидромеханика        | Основные понятия гидромеханики.<br>Кинематика жидкости и газа<br>Общие уравнения движения жидкости и газа<br>Основные уравнения и теоремы динамики идеальной жидкости и газа.<br>Безвихревые течения идеальной жидкости и газа<br>Динамика вязкой несжимаемой жидкости<br>Турбулентные движения несжимаемой вязкой жидкости | активная и интерактивная | ОПК-1                   |

#### 5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов и оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

##### 5.1. Текущий контроль

Письменный контроль.

##### а). Образцы тестовых и контрольных заданий текущего контроля

Задание:

1. Найти линию тока
2. Найти распределение давления в стационарной атмосфере.

##### 5.2. Методические указания по организации самостоятельной работы

1. Оценить толщину пограничного слоя.
2. Оценить силу, действующую на сферу при движении в вязкой жидкости.

### 5.3. Промежуточный контроль: зачет

Зачет проходит в письменной форме на английском языке. Обучающемуся предлагается наиболее полно ответить на два, случайным образом выбранных вопроса.

#### Перечень вопросов к зачету

Модель сплошной текучей среды. Математический аппарат гидромеханики. Основные методы гидромеханики.

Способы задания движения сплошной среды по Лагранжу и по Эйлеру. Поле скоростей, линии тока и траектории.

Разложение движение малого объема на квазитвердое и деформационное. Тензор скоростей деформаций. Первая теорема Гельмгольца.

Вихревые линии и трубки. Вторая теорема Гельмгольца.

Локальная, конвективная и индивидуальная производные. Ускорение жесткой частицы.

Пространственные безвихревые движения жидкости. Потенциал скоростей. Плоское движение несжимаемой жидкости. Функция тока.

Закон сохранения массы. Уравнение неразрывности.

Объемные и поверхностные силы. Тензор напряжений.

Общие теоремы динамики жидкости и газа. Уравнение динамики в напряжениях.

Общий закон сохранения энергии в интегральной и дифференциальной форме.

Уравнения равновесия жидкости и газа. Равновесие тяжелой несжимаемой жидкости.

Баротропное равновесие газа.

Модель идеальной жидкости. Тензор напряжений в идеальной жидкости. Уравнение равновесия жидкости и газа.

Уравнения Эйлера динамики идеальных жидкости и газа. Уравнения Фридриха и Гельмгольца для баротропной идеальной жидкости под действием потенциальных объемных сил. Теорема Бернулли.

Одномерный поток идеального газа. Стационарное движение газа по трубе.

Теоремы Кельвина, Лагранжа и Гельмгольца. Потенциал скоростей и его определение по заданному полю скоростей. Интеграл Лагранжа-Коши.

Плоское течение несжимаемой жидкости. Функция тока и ее определение по заданному полю скоростей.

Плоские безвихревые стационарные течения несжимаемой жидкости. Комплексный потенциал. Комплексные потенциалы простейших течений.

Плоские безвихревые течения идеального газа. До- и сверхзвуковые обтекания.

Пространственные безвихревые движения идеальной жидкости. потенциалы скоростей и функции тока протекающих пространственных течений.

Модель вязкой жидкости. Обобщенный закон Ньютона.

Уравнения Навье-Стокса. Общая постановка задачи для вязкой жидкости. Простейшие течения вязкой несжимаемой жидкости.

Подобие течения вязкой жидкости. Числа Струхалия, Фруда, Рейнольдса, Эйлера.

Ламинарный пограничный слой. Пристенные и свободные пограничные слои. Уравнения Прандтля движения вязкой жидкости в пограничном слое.

Неустойчивость ламинарных течений. Уравнения Рейнольдса осредненного турбулентного движения.

Турбулентный пограничный слой. Обратное влияние пограничного слоя на внешний поток.

## Образцы заданий к зачету

1. Определить скорость течения, используя уравнение Бернулли.
2. Найти функцию тока.

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### а) Основная литература:

1. Белевич М.Ю . Гидромеханика. Основы классической теории. Учебное пособие. СПб., изд. РГГМУ, 2006 .- 213 с [http://elibr.rshu.ru/files\\_books/pdf/img-504175223.pdf](http://elibr.rshu.ru/files_books/pdf/img-504175223.pdf)

### б) дополнительная литература:

1. Бэтчелор Дж. Введение в динамику жидкости./ Пер. с англ.- М.: Мир, 1973.

### в) Интернет-ресурсы:

Электронный ресурс - Вебинар по курсу "Механика жидкости и газа". Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=AyZx34Ocwig>

### г) программное обеспечение

windows 7 66233003 24.12.2015  
office 2010 49671955 01.02.2012

### д) профессиональные базы данных

не используются

### е) информационные справочные системы:

1. Электронно-библиотечная система ГидроМетеоОнлайн. Режим доступа: <http://elibr.rshu.ru>

## 7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

| Вид учебных занятий  | Организация деятельности студента   |
|----------------------|---|
| Лекции               | <p>Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины.</p> <p>Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь.</p> <p>Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе.</p> <p>Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом (семинарском) занятии.</p> |
| Практические занятия | <p>Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам структуре и содержанию дисциплины.</p> <p>Конспектирование источников.</p> <p>Работа с конспектом лекций, - подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы и работа с текстом. Решение тестовых заданий, решение задач и другие виды работ.</p>   |



|                              |  |
|------------------------------|--|
| <b>Подготовка к экзамену</b> | При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, вопросы для подготовки к зачету и т.д. |
|------------------------------|--|

#### **8. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

| Тема (раздел) дисциплины | Образовательные и информационные технологии  | Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем   |
|--------------------------|--|--|
| Гидромеханика            | <u>информационные технологии</u><br>1. лекции-визуализации (с использованием слайд-презентаций)<br><u>образовательные технологии</u><br>1. интерактивное взаимодействие педагога и студента<br>2. сочетание индивидуального и коллективного обучения | 1. Пакет Microsoft Office.<br>2. Электронно-библиотечная система ГидроМетеоОнлайн<br><a href="http://elibr.rshu.ru">http://elibr.rshu.ru</a> |

#### **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Материально-техническое обеспечение программы соответствует действующим санитарно-техническим и противопожарным правилам и нормам и обеспечивает проведение всех видов практических занятий и самостоятельной работы студентов.

Учебный процесс обеспечен аудиториями, комплектом лицензионного программного обеспечения, библиотекой РГГМУ.

- 1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа** – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, доской. Переносной ноутбук, проектор, экранэ.
- 2. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа** - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, доской.
- 3. Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций** - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, компьютерной техникой, служащей для представления учебной информации.
- 4. Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации** - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, компьютерной техникой, служащей для представления учебной информации.
- 5. Помещение для самостоятельной работы** – укомплектовано специализированной (учебной) мебелью, оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации

#### **10. Особенности освоения дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Обучение обучающихся с ограниченными возможностями здоровья при необходимости осуществляется на основе адаптированной рабочей программы с использованием специальных

методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

При определении формы проведения занятий с обучающимся-инвалидом учитываются рекомендации, содержащиеся в индивидуальной программе реабилитации инвалида, относительно рекомендованных условий и видов труда.

При необходимости для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья создаются специальные рабочие места с учетом нарушенных функций и ограничений жизнедеятельности.