

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра высшей математики и теоретической механики

Рабочая программа дисциплины
ГИДРОМЕХАНИКА

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования по направлению подготовки

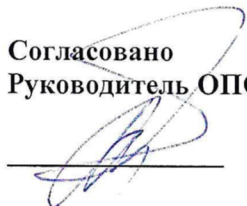
05.03.04«Гидрометеорология»
Направленность (профиль):

Метеорология

Уровень:
Бакалавриат

Форма обучения
Очная


Согласовано
Руководитель ОПОП




Абанников В.Н.

Председатель УМС
 И.И. Палкин

Рекомендована решением
Учебно-методического совета РГГМУ
"19" мая 2021 г., протокол №8

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры
"05" мая 2021 г., протокол №10
Зав. кафедрой  Зайцева И.В.

Автор-разработчик:
 Петрова В.В.

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – подготовка бакалавров, владеющих знаниями в объеме, необходимом для изучения специальных дисциплин. Разделы дисциплины «Гидромеханика» включают в себя базовые знания, необходимые для метеопрогнозов.

Задачи:

Приобретение теоретической и практической подготовки студентов в области методов решения различных задач гидромеханики и применение этих методов к решению прикладных задач.

Освоение теоретической и практической части в области методов решения различных задач механики жидкости и применения этих методов к решению прикладных задач.

Формирование знаний, умений и владений, благодаря которым студенты смогут записывать системы уравнений, моделирующие различные прикладные задачи, и решать их.

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина «Гидромеханика» для направления подготовки 05.03.04–Гидрометеорология относится к дисциплинам основной части блока 1 дисциплины (модуля).

Дисциплина изучается студентами в 3 семестре, трудоемкость 72 акад.часов, 2 з.е.

Для освоения данной дисциплины, обучающиеся должны освоить дисциплины модулей: «Математика», «Теоретическая механика».

Дисциплина «Гидромеханика» является базовой для освоения дисциплин «Гидрология», «Климатология и теория климата», «Синоптическая метеорология».

3. Перечень планируемых результатов обучения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций:
ОПК-1.

Общепрофессиональные компетенции

Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции	Результаты обучения
ОПК-1. Способен применять знания фундаментальных разделов наук о Земле, базовые знания естественнонаучного и математического циклов при решении задач профессиональной деятельности.	ОПК-1.2. Осуществляет решение профессиональных задач на основе базовых знаний естественнонаучного цикла.	<i>Знать:</i> _Основные модели жидкости и газа. <i>Уметь:</i> __Записывать системы уравнений, описывающие основные модели. <i>Владеть:</i> _методами решения систем гидромеханических уравнений

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 академических часа.

Таблица 4.

Объем дисциплины по видам учебных занятий в академических часах

Объём дисциплины	Всего часов		
	Очная форма обучения	Очно-заочная форма обучения	Заочная форма обучения
Объем дисциплины	72		
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	28		
в том числе:		-	-
лекции	14		
Занятия семинарского типа:			
Практические занятия	14		
Лабораторные занятия			
Самостоятельная работа (далее – СРС) – всего:	44		
в том числе:	-	-	-
Курсовая работа			
Контрольная работа			
Вид промежуточной аттестации	зачет		

4.2. Структура дисциплины

Таблица 5.

Структура дисциплины для очной формы обучения

№	Раздел / тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
			Лекции	Практические занятия	СРС			
1	Кинематика жидкости.	3	5	5	20	Письменный опрос	ОПК-1	ОПК-1.2
2	Статика жидкости.	3	5	5	20	Письменный опрос	ОПК-1	ОПК-1.2
3	Динамика жидкости.	3	4	4	14	Письменный опрос	ОПК-1	ОПК-1.2
ИТОГО		-	14	14	44	зачет	-	-

4.3. Содержание разделов/тем дисциплины

Наименование разделов и тем	Содержание
Кинематика жидкости.	<p>Формулы векторной алгебры. Скалярное, векторное и смешанное произведение, их свойства. Градиент, дивергенция и ротор, их свойства. Поток и циркуляция векторного поля. Основные свойства жидкости и газа. Плотность, удельный вес, коэффициент температурного расширения, теплоемкость, коэффициент теплопроводности. Силы, действующие в жидкой и газообразной средах.</p> <p>Два подхода к исследованию жидкости: подход Эйлера и подход Лагранжа. Индивидуальная и местная производные. Траектории и линии тока, их определения и уравнения. Вихрь скорости, вихревые линии и вихревые трубки. Ламинарное и турбулентное течения. Тензор скоростей деформации, определение и физический смысл. Тензор напряжений, нормальные и касательные напряжения. Потенциал скорости. Функция тока, её свойства и связь с потенциалом скорости. Комплексный потенциал, его свойства.</p>
Статика жидкости.	<p>Основные уравнения гидростатики. Основное гидростатическое уравнение для несжимаемой жидкости, изотермический и адиабатический процессы. Силы, действующие на тело в покоящейся жидкости. Полное и избыточное давление жидкости на поверхность, закон Архимеда. Плавание тел, объемное водоизмещение, остойчивость. Равновесие жидкости в сообщающихся сосудах, гидростатический парадокс.</p>
Динамика жидкости.	<p>Закон сохранения массы. Уравнение неразрывности в криволинейных координатах. Уравнение движения в интегральной и дифференциальной формах. Уравнение движения идеальной жидкости. Закон сохранения энергии в интегральной и дифференциальной форме. Закон сохранения энергии для идеальной жидкости. Система уравнений идеальной нетеплопроводной жидкости. Уравнения движения в форме Лэмба, в форме Эйлера, в форме Лагранжа.</p> <p>Первая и вторая форма интеграла Бернулли, его геометрическая интерпретация. Интеграл Лагранжа-Коши. Задача об истечении жидкости из сосуда через малое отверстие, формула Торричелли. Задача об изменении давления в зависимости от скорости течения жидкости в трубе. Вихревые движения идеальной жидкости. Изобарические и изостерические поверхности, теорема Бьеркнеса. Примеры образования вихрей: муссоны, пассаты, циклоны, морские течения.</p> <p>Вязкая жидкость. Коэффициент вязкости, тензор напряжений вязкой жидкости. Уравнение Навье-Стокса, различные формы записи. Некоторые точные решения уравнений вязкой жидкости.</p>

4.4. Содержание занятий семинарского типа

Таблица 8.

Содержание практических занятий для очной формы обучения

№ темы дисциплины	Тематика практических занятий	Всего часов	В том числе часов практической подготовки
1	Кинематика жидкости.	5	
2	Статика жидкости.	5	
3	Динамика жидкости.	4	

5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным

ресурсам" [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://window.edu.ru/>

2. MOODLE. <http://moodle.rshu.ru/course/view.php?id=767>

3. Cloud.rshu.ru. <https://cloud.rshu.ru/index.php/apps/files/?dir=/Distant/МФ&fileid=453243>

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Учет успеваемости обучающегося по дисциплине осуществляется по 100-балльной шкале. Максимальное количество баллов по дисциплине за один семестр – 100:

- максимальное количество баллов за выполнение всех видов текущего контроля - __60__;
- максимальное количество баллов за посещение лекционных занятий - __10__;
- максимальное количество баллов за прохождение промежуточной аттестации - __30__;
- максимальное количество дополнительных баллов - __-__.

6.1. Текущий контроль

Типовые задания, методика выполнения и критерии оценивания текущего контроля по разделам дисциплины представлены в Фонде оценочных средств по данной дисциплине.

6.2. Промежуточная аттестация

Форма промежуточной аттестации по дисциплине – **зачет**.

Форма проведения **зачета**: письменный опрос по теоретическим вопросам.

Перечень вопросов для подготовки к зачету:

ОПК-1

1. Формулы векторной алгебры. Скалярное, векторное и смешанное произведение, их свойства.
2. Градиент, дивергенция и ротор, их свойства.
3. Основные свойства жидкости и газа. Плотность, удельный вес. Силы, действующие в жидкой и газообразной средах.
4. Два подхода к исследованию жидкости: подход Эйлера и подход Лагранжа. Индивидуальная и местная производные.
5. Траектории и линии тока, их определения и уравнения.
6. Вихрь скорости, вихревые линии. Ламинарное и турбулентное течения.
7. Тензор скоростей деформации, определение и физический смысл.
8. Тензор напряжений, нормальные и касательные напряжения.
9. Потенциал скорости. Функция тока, её свойства и связь с потенциалом скорости.
10. Комплексный потенциал, его свойства.
11. Закон сохранения массы (уравнение неразрывности).
12. Уравнение движения в интегральной и дифференциальной формах. Уравнение движения идеальной жидкости.
13. Закон сохранения энергии в интегральной и дифференциальной форме. Закон сохранения энергии для идеальной жидкости.
14. Основные уравнения гидростатики. Основное гидростатическое уравнение для несжимаемой жидкости, изотермический и адиабатический процессы.
15. Силы, действующие на тело в покоящейся жидкости. Полное и избыточное давление жидкости на поверхность, закон Архимеда.
16. Плавание тел, объемное водоизмещение, остойчивость. Равновесие жидкости в сообщающихся сосудах, гидростатический парадокс.
18. Первая и вторая форма интеграла Бернулли, его геометрическая интерпретация. Интеграл Лагранжа-Коши.

19. Задача об истечении жидкости из сосуда через малое отверстие, формула Торричелли. Задача об изменении давления в зависимости от скорости течения жидкости в трубе.

20. Вихревые движения идеальной жидкости. Изобарические и изостерические поверхности, теорема Бьеркнеса. Примеры образования вихрей: муссоны, пассаты, циклоны, морские течения.

21. Вязкая жидкость. Коэффициент вязкости, тензор напряжений вязкой жидкости.

22. Уравнение Навье-Стокса.

23. Некоторые точные решения уравнений вязкой жидкости.

Перечень практических заданий к зачету:

ОПК-1

Кинематика жидкости.

1. По заданному полю скоростей вычислить траекторию, проходящую при $t = 0$ через заданную точку.

2. Вычислить линию тока, проходящую при $t = 0$ через заданную точку.

3. Найти скорость объемного расширения жидкости.

4. Определить тензор скоростей деформации.

5. Найти ускорения точек среды.

6. По заданному потенциалу скорости $\varphi(x, y)$ найти функцию тока $\psi(x, y)$.

Вариант 1.	$v_x = x + 3t,$ $v_y = -y - t, \quad (-1, -1).$	$\varphi(x, y) = (x - 2)y.$
Вариант 2.	$v_x = 2xy,$ $v_y = x(x - 4), \quad (2, 0).$	$\varphi(x, y) = (x + 1)y.$
Вариант 3.	$v_x = -x + t,$ $v_y = y + t, \quad (-1, -1).$	$\varphi(x, y) = x(y + 1).$

Статика жидкости.

Вариант 1.

Вычислить давление p на высоте z , если задано давление p_0 на высоте z_0 , плотность ρ_0 и указана зависимость между плотностью и давлением ($\rho = \text{const}$, изотермический процесс или адиабатический процесс).

$$p_0 = 22 \text{ кН/м}^2, \quad z_0 = 0, \quad \rho_0 = 1.2 \text{ кг/м}^3, \quad z = 2 \text{ м}, \quad \rho = \text{const}.$$

Вариант 2.

Вычислить давление p на высоте z , если задано давление p_0 на высоте z_0 , плотность ρ_0 и указана зависимость между плотностью и давлением ($\rho = \text{const}$, изотермический процесс или адиабатический процесс).

$$p_0 = 12 \text{ кН/м}^2, \quad z_0 = 6 \text{ м}, \quad \rho_0 = 1.35 \text{ кг/м}^3, \quad \gamma = 1.4, \quad z = 15 \text{ м}, \quad \text{адиабатический процесс}.$$

Вариант 3.

Вычислить давление p на высоте z , если задано давление p_0 на высоте z_0 , плотность ρ_0 и указана зависимость между плотностью и давлением ($\rho = \text{const}$, изотермический процесс или адиабатический процесс).

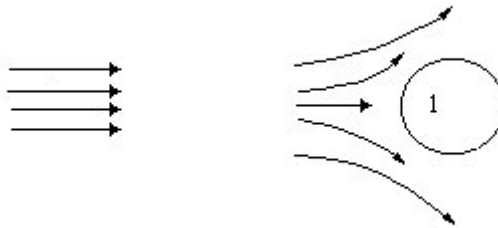
$$p_0 = 30 \text{ кН/м}^2, \quad z_0 = 0, \quad \rho_0 = 2.1 \text{ кг/м}^3, \quad \gamma = 1.6, \quad z = 1.5 \text{ км}, \quad \text{адиабатический процесс}.$$

Динамика жидкости.

Вариант 1.

1. Некоторый цилиндрический резервуар, заполненный жидкостью с плотностью $\rho = 10^3 \text{ кг/м}^3$, движется поступательно с ускорением $a = 2 \text{ м/с}^2$. Определить распределение давления в жидкости, а также уравнение свободной поверхности, считая, что жидкость находится в относительном равновесии, объем жидкости 1 м^3 , радиус круга в основании 10 см , давление на свободной поверхности $p_0 = 98 \text{ кН/м}^2$, ускорение \mathbf{a} составляет угол $\psi = 30^\circ$ с горизонтом.

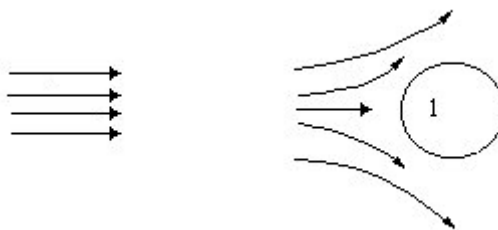
2. Определить давление и плотность газа в точке 1 при обтекании тела, если задана $v_0 = 50 \text{ м/с}$ - скорость относительно тела, $p_0 = 105 \text{ кН/м}^2$ и $\rho_0 = 1.3 \text{ кг/м}^3$ - давление и плотность на бесконечности. Обтекание считать адиабатическим процессом.



Вариант 2.

1. Некоторый цилиндрический резервуар, заполненный жидкостью с плотностью $\rho = 10^3 \text{ кг/м}^3$, движется поступательно с ускорением $a = 2.6 \text{ м/с}^2$. Определить распределение давления в жидкости, а также уравнение свободной поверхности, считая, что жидкость находится в относительном равновесии, объем жидкости 1 м^3 , радиус круга в основании 27 см , давление на свободной поверхности $p_0 = 90 \text{ кН/м}^2$, ускорение \mathbf{a} составляет угол $\psi = 45^\circ$ с горизонтом.

2. Определить давление и плотность газа в точке 1 при обтекании тела, если задана $v_0 = 59 \text{ м/с}$ - скорость относительно тела, $p_0 = 100 \text{ кН/м}^2$ и $\rho_0 = 1.2 \text{ кг/м}^3$ - давление и плотность на бесконечности. Обтекание считать адиабатическим процессом.

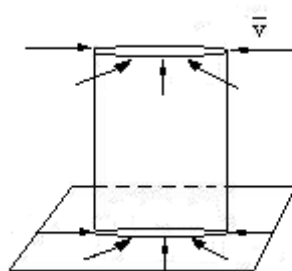


Вариант 3.

1. Некоторый цилиндрический резервуар, заполненный жидкостью с плотностью $\rho = 1.2 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$, движется поступательно с ускорением $a = 1.4 \text{ м/с}^2$. Определить распределение давления в жидкости, а также уравнение свободной поверхности, считая, что жидкость находится в относительном равновесии, объем жидкости 2 м^3 , радиус круга в основании 54 см , давление на свободной поверхности $p_0 = 93 \text{ кН/м}^2$, ускорение \mathbf{a} составляет угол $\psi = 30^\circ$ с горизонтом.

2. Воздух находится в радиальном цилиндрически симметричном движении в слое высотой $h = 2 \text{ км}$. Определить распределение давления в атмосфере в зависимости от

расстояния r и потока (расхода) воздуха Q , если задана высота h , давление и плотность на бесконечности $p_0 = 97 \text{ кН/м}^2$, $\rho_0 = 1.3 \text{ кг/м}^3$. Среду считать несжимаемой.



6.3. Балльно-рейтинговая система оценивания

Таблица 14.

Распределение баллов по видам учебной работы

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	Баллы
Посещение лекционных занятий	0 - 10
Посещение практических занятий, решение задач.	0 - 30
Письменный опрос	0 - 30
...	
Зачет	0 - 30
ИТОГО	0-100

Минимальное количество баллов для допуска до промежуточной аттестации составляет 40 баллов при условии выполнения всех видов текущего контроля.

Таблица 16.

Балльная шкала итоговой оценки на зачете

Оценка	Баллы
Зачтено	40-100
Незачтено	0-39

7. Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины

Методические рекомендации ко всем видам аудиторных занятий, а также методические рекомендации по организации самостоятельной работы, в том числе по подготовке к текущему контролю и промежуточной аттестации представлены в Методических рекомендациях для обучающихся по освоению дисциплины «Гидромеханика».

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература.

1. Белевич М.Ю. Гидромеханика. Основы классической теории. Изд. РГГМУ, СПб, 2006.
2. Подольская Э.Л. Механика жидкости и газа. Геофизическая гидродинамика. Изд. РГГМУ, СПб, 2007.

Дополнительная литература.

1. Рыдалевская М.А., Ворошилова Ю.Н. Гидромеханика идеальной жидкости. Изд. СПбГУ, 2016, 80 с.
2. Давыдова М.А. Лекции по гидродинамике. Изд. Физматлит, 2011, 216 с.
3. Моргунов К.П. Механика жидкости и газа. Изд. «Лань», 2021, 208 с.

4. Моргунов К.П. Гидравлика. Изд. «Лань», 2014, 288 с.
5. Дунай О.В., Чефанов В.М. Механика жидкости и газа. Лабораторный практикум. Изд. «Лань», 2020, 184 с.

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

1. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://window.edu.ru/>

8.3. Перечень программного обеспечения.

1. MOODLE. <http://moodle.rshu.ru/course/view.php?id=767>.
2. Excel.

8.4. Перечень информационных справочных систем.

1. СПС Консультант Плюс.

8.5. Перечень профессиональных баз данных.

1. Электронно-библиотечная система eLibrary;
2. База данных издательства SpringerNature.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Аудитория для проведения лекционных и практических занятий.
2. Компьютерный класс.
3. Мультимедийный проектор.

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.

11. Возможность применения электронного обучения и дистанционных образовательных технологий

Дисциплина может реализовываться с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.