

Министерство образования и науки Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

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

05.03.04 Гидрометеорология

Направленность (профиль)
Гидрометеорология

Квалификация:
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Согласовано
Руководитель ОПОП
«Гидрометеорология»

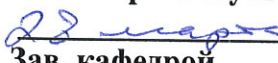
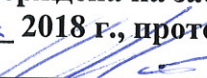

Абанников В.Н.

Утверждаю
Председатель УМС  И.И. Палкин


Рекомендована решением
Учебно-методического совета

 29 июня 2018 г., протокол № 4

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

 22 марта 2018 г., протокол № 2
Зав. кафедрой  Матвеев Ю.Л.

Авторы-разработчики:

 Шнеерсон Е.З.

Санкт-Петербург 2018

Рекомендована Учёным советом метеорологического факультета РГГМУ
(Протокол №__ от __ _____ 201_ г.)

Составил: Шнеерсон Е.С. – профессор кафедры высшей математики и теоретической механики РГГМУ

Рецензент: Потапова И.А. – д-р физ.-мат. наук, доцент кафедры физики РГГМУ

© Е.С Шнеерсон, 2018.
© РГГМУ, 2018.

1. Цели освоения дисциплины

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

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Механика жидкости и газа» для направления подготовки 05.03.04 – Гидрометеорология относится к дисциплинам базовой части.

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

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

Дисциплина «Механика жидкости и газа» является базовой для освоения дисциплин «Физическая метеорология (Физика атмосферы, океана и вод суши)», «Динамическая 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» обучающийся должен

Знать:

- основные понятия дисциплины «Механика жидкости и газа»;
- основные методы дисциплины «Механика жидкости и газа»;
- основные методы применения дисциплины «Механика жидкости и газа» 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» представлены в таблице.

Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания

Этап (уровень) освоения компетенции	Основные признаки проявленности компетенции (дескрипторное описание уровня)				
	1.	2.	3.	4.	5.
минимальный	не владеет	слабо ориентируется в терминологии и содержании дисциплины «Механика жидкости и газа»	Способен выделить основные идеи текста, работает с критической литературой дисциплины «Механика жидкости и газа»	Владеет основными навыками работы с источниками и критической литературой дисциплины «Механика жидкости и газа»	Способен дать собственную критическую оценку изучаемого материала дисциплины «Механика жидкости и газа»
	не умеет	не выделяет основные идеи дисциплины «Механика жидкости и газа»	Способен показать основную идею в развитии дисциплины «Механика жидкости и газа»	Способен представить ключевую проблему в ее связи с другими процессами дисциплины «Механика жидкости и газа»	Может соотнести основные идеи с современными проблемами дисциплины «Механика жидкости и газа»
	не знает	допускает грубые ошибки в дисциплине «Механика жидкости и газа»	Знает основные рабочие категории, однако не ориентируется в специфике дисциплины «Механика жидкости и газа»	Понимает специфику основных рабочих категорий дисциплины «Механика жидкости и газа»	Способен выделить характерный авторский подход дисциплины «Механика жидкости и газа»
базовый	не владеет	плохо ориентируется в терминологии и содержании дисциплины «Механика жидкости и газа»	Владеет приемами поиска и систематизации, но не способен свободно изложить материал дисциплины «Механика жидкости и газа»	Свободно излагает материал, однако не демонстрирует навыков сравнения основных идей и концепций дисциплины «Механика жидкости и газа»	Способен сравнивать концепции, аргументированно излагает материал дисциплины «Механика жидкости и газа»
	не умеет	выделяет основные идеи, но не видит проблем дисциплины «Механика жидкости и газа»	Выделяет конкретную проблему, однако излишне упрощает ее в рамках дисциплины «Механика жидкости и газа»	Способен выделить и сравнить концепции, но испытывает сложности с их практической привязкой к дисциплине «Механика жидкости и газа»	Аргументированно проводит сравнение концепций по заданной проблематике дисциплины «Механика жидкости и газа»
	не знает	допускает много ошибок в рамках	Может изложить основные рабочие категории дисциплины «Механика жидкости и газа»	Знает основные отличия концепций в заданной проблемной области	Способен выделить специфику концепций в заданной проблемной области

		дисциплины «Механика жидкости и газа»	жидкости и газа»	дисциплины «Механика жидкости и газа»	области дисциплины «Механика жидкости и газа»
продвинутый	не владеет	ориентируется в терминологии и содержании дисциплины «Механика жидкости и газа»	В общих чертах понимает основную идею, однако плохо связывает ее с существующей проблематикой дисциплины «Механика жидкости и газа»	Видит источники современных проблем в заданной области анализа, владеет подходами к их решению в рамках дисциплины «Механика жидкости и газа»	Способен грамотно обосновать собственную позицию относительно решения современных проблем в заданной области дисциплины «Механика жидкости и газа»
	не умеет	выделяет основные идеи, но не видит их в развитии дисциплины «Механика жидкости и газа»	Может понять практическое назначение основной идеи, но затрудняется выявить ее основания в рамках дисциплины «Механика жидкости и газа»	Выявляет основания заданной области анализа, понимает ее практическую ценность, однако испытывает затруднения в описании сложных объектов анализа дисциплины «Механика жидкости и газа»	Свободно ориентируется в заданной области анализа. Понимает ее основания и умеет выделить практическое значение заданной области дисциплины «Механика жидкости и газа»
	не знает	допускает ошибки при выделении рабочей области анализа дисциплины «Механика жидкости и газа»	Способен изложить основное содержание современных научных идей в рабочей области анализа дисциплины «Механика жидкости и газа»	Знает основное содержание современных научных идей в рабочей области анализа, способен их сопоставить в рамках дисциплины «Механика жидкости и газа»	Может дать критический анализ современным проблемам в заданной области анализа дисциплины «Механика жидкости и газа»

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 часа.

*Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий
в академических часах)*

Объём дисциплины	Всего часов	
	Очная форма обучения	
	2015-2018 гг. набора	
Общая трудоёмкость дисциплины	72	
Контактная работа обучающихся с преподавателям (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:		
в том числе:		
лекции	18	
практические занятия	36	
семинарские занятия	-	
Самостоятельная работа (СРС) – всего:	18	
в том числе:		
курсовая работа	-	
контрольная работа	-	
Вид промежуточной аттестации (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	Основные методы и математический аппарат механики жидкости и газа.	3	6	12	6	Письменный контроль.	3	ОПК-1
	Динамика жидкости и газа.	3	6	12	6	Письменный контроль.	4	ОПК-1
	Течение жидкости. Ламинарное и турбулентное течение.	3	6	12	6	Письменный контроль.	4	ОПК-1
	ИТОГО		18	36	18	зачет	11	

4.2. Содержание разделов дисциплины

Предмет механики жидкости и газа. Области применения дисциплины. Модель сплошной текучей среды. Математический аппарат механики жидкости и газа. Основные методы механики жидкости и газа.

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 Фридмана 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 Струхалея, 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	1-3	Основные понятия механики жидкости и газа. Кинематика жидкости и газа Общие уравнения движения жидкости и газа Основные уравнения и теоремы динамики идеальной жидкости и газа. Безвихревые течения идеальной жидкости и газа Динамика вязкой несжимаемой жидкости 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

Модель сплошной текучей среды. Математический аппарат механики жидкости и газа. Основные методы механики жидкости и газа.

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 Фридмана 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.

Образцы тестов, заданий к зачету, билетов, тестов, заданий к экзамену

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://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-504175223.pdf

б) дополнительная литература:

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Т. 6. Гидромеханика. М.: Наука, 736 с., 1988.
2. Палагин Э.Г., Славин И.А. Основы гидромеханики. Л.: ЛГМИ, 244 с., 1974.
3. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. М.: Наука, 840 с., 1987.
4. Кочин Н.Е., Кибель И.Я. Розе Н.В. Теоретическая гидромеханика. М.: ГИФМЛ, 1963, ч. 1, 584 с.; ч. 2, 728 с.

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; пометать 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.</p> <p>Решение тестовых заданий, решение задач и другие виды работ.</p>
Индивидуальные задания	<p>Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме.</p> <p>Составление аннотаций к прочитанным литературным источникам и другое. Изложение основных аспектов проблемы, анализ мнений авторов и формирование собственного суждения по исследуемой теме.</p>
Подготовка к экзамену	<p>При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, вопросы для подготовки к экзамену и т.д.</p>

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
Механика жидкости и газа	лекции-визуализации (с использованием слайд-презентаций)	программа Moodle

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. **Учебная аудитории для проведения занятий лекционного типа** – укомплектована большими и качественными досками. Помещение должно быть хорошо освещённым и проветриваемым. Количество столов должно соответствовать количеству студентов на потоковых лекциях.
2. **Учебная аудитории для проведения занятий семинарского типа** - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации, оснащена компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации
3. **Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций** - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.
4. **Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации** - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими 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