

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Забайкальский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «ЗабГУ»)

Факультет строительства и экологии

Кафедра Водного хозяйства, экологической и промышленной безопасности

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета

Калугин А.В.

« ____ » _____ 20 ____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.ОД.07.Механика жидкости и газа

на 288 часа(ов), 8 зачетных(ые) единиц(ы)

для направления подготовки (специальности) 05.03.04 – Гидрометеорология

составлена в соответствии с ФГОС ВО, утвержденным приказом
Министерства образования и науки Российской Федерации от
« ____ » _____ 20 ____ г. № _____

Профиль – Гидрология (для набора 2019)

Форма обучения очная

1. Организационно-методический раздел

1.1 Цель и задачи дисциплины (модуля)

Цель изучения дисциплины:

Ознакомление студентов с теоретическими основами механики жидкости и газа, формирование у обучающихся естественнонаучного мышления, получение студентами знаний, необходимых для изучения специальных дисциплин, для которых дисциплина "Механика жидкости и газа" является фундаментальной

Задачи изучения дисциплины:

- обучение студентов применению фундаментальных законов природы (сохранения массы, энергии, импульса и др.) для установления основных закономерностей движения жидкости и газа,
- объяснение динамики крупномасштабных процессов в атмосфере и океане,
- ознакомление обучающихся с основами теории устойчивости движения и методами применения этой теории для решения гидрометеорологических задач.

1.2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОП

Дисциплина «Механика жидкости и газа» входит в вариативную часть обязательных дисциплин (Б1.В.ОД.7).

1.3. Объем дисциплины (модуля) с указанием трудоемкости всех видов учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 8 зачетных(ые) единиц(ы), 288 часов.

Очная форма

Виды занятий	Распределение по семестрам		Всего часов
	3 семестр	4 семестр	
Общая трудоемкость			288
Аудиторные занятия, в т.ч.	54	72	126
лекционные (ЛК)	36	36	72
практические (семинарские) (ПЗ, СЗ)	18	36	54
лабораторные (ЛР)	0	0	0
Самостоятельная работа студентов (СРС)	54	72	126
Форма промежуточной аттестации в семестре	Зачет	Экзамен	36
Курсовая работа (курсовой проект) (КР, КП)			

2. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Индекс компетенции	Содержание компетенции
ПК-2	Способность понимать, излагать и критически анализировать базовую информацию в гидрометеорологии при составлении разделов научно-технических отчетов, пояснительных записок, при подготовке обзоров, аннотаций, составлении рефератов и библиографии по тематике проводимых исследований
ПКв-1	Способность применять принципы, методы и схемы инженерных расчетов основных гидрометеорологических характеристик

Планируемые результаты обучения по дисциплине для последовательного достижения уровней сформированности компетенций

Результат обучения	
Знать	Пороговый: - основные положения статики и динамики жидкости и газа при подготовке обзоров и аннотаций; - основные понятия, формулы и методы механики жидкости и газа при расчете гидрометеорологических характеристик.
	Стандартный: - законы движения и равновесия жидкости, физическую сущность явлений в гидрометеорологии при составлении разделов научно-технических отчетов; - гидродинамические процессы, основные закономерности их протекания.
	Эталонный: - базовую информацию о предмете механика жидкости и газа, применяемую в гидрометеорологии; - принципы, схемы инженерных расчетов гидрометеорологических характеристик и их физическую сущность.
	Пороговый: - применять уравнения статики и динамики жидкости и газа при решении задач в гидрометеорологии; - создавать аналитические модели гидрометеорологических характеристик при их расчете.

Уметь	Стандартный: - использовать законы движения и равновесия жидкости при составлении рефератов по тематике проводимых исследований; - анализировать и систематизировать информацию о гидродинамических процессах.
	Эталонный: - излагать и критически анализировать базовую информацию в гидрометеорологии при решении задач; - производить основные гидравлические расчеты гидрометеорологических характеристик.
Владеть	Пороговый: - навыками изложения и понимания уравнений жидкости и газа в гидрометеорологии; - математическими методами анализа инженерных расчетов, возникающих при моделировании гидрометеорологических характеристик.
	Стандартный: - навыками анализа физической сущности явлений механики жидкости и газа в гидрометеорологии; - базовыми представлениями о предмете механика жидкости и газа, основах кинематики и гидродинамики.
	Эталонный: - базовой информацией о механике жидкости и газа при решении инженерных задач в гидрометеорологии; - методами решения стандартных инженерных задач.

3. Содержание дисциплины

3.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Очная форма

Модуль	Номер раздела	Наименование раздела	Всего часов	Аудиторные занятия			СРС
				ЛК	ПЗ(СЗ)	ЛР	
1	1-1	Механика жидкости и газа – один из разделов теоретической механики.	16	4	4		8
2	2-1	Кинематика.	20	6	4		10
	2-2	Поле скорости. Примеры полей скоростей.	18	8	2		8
3	3-1	Динамика вязкой жидкости.	14	4	2		8

	3-2	Уравнения притока для вязкой сжимаемой жидкости.	16	6	2		8
4	4-1	Динамика идеальной жидкости.	22	4	8		10
	4-2	Различные формы записи уравнений движения.	20	6	6		8
5	5-1	Волны.	22	6	6		10
	5-2	Плоские волны.	18	4	4		10
6	6-1	Геофизическая гидродинамика.	32	8	4		20
	6-2	Баротропная и бароклинная жидкая и воздушная среда.	16	4	4		8
7	7-1	Турбулентность.	18	6	4		8
	7-2	Уравнения турбулентности.	20	6	4		10
Итого			252	72	54	0	126

3.2. Лекционные занятия

Очная форма

Модуль	Номер раздела	Содержание лекционных занятий
1	1-1	Механика жидкости и газа – один из разделов теоретической механики. Область применения. Основные разделы: кинематика, статика, динамика. Физические свойства реальных жидкостей.
2	2-1	Понятия о сплошной среде. Два основных метода описания движения жидкости. Поле скоростей. Траектории и линии тока. Трубка тока, струя. Поток векторного поля через поверхность.
	2-2	Примеры полей скоростей. Пространственный источник. Плоский источник. Вращение жидкости как твердого тела. Вихревое движение жидкости. Безвихревое движение. Теорема Коши-Гельмгольца о движении жидкой частицы. Физический смысл потока вектора скорости. Дивергенция скорости. Градиент скалярных величин. Физический смысл локальной, конвективной и индивидуальной производных. Примеры. Циркуляция вектора скорости по замкнутому контуру. Понятие и физический смысл циркуляции скорости. Связь между циркуляцией скорости и полем ротора скорости. Применение теории функции комплексного переменного для изучения плоско-параллельного движения. Потенциал скорости.

3	3-1	Вывод и анализ уравнения неразрывности. Уравнения сохранения количества движения. Баланс механической энергии. Закон сохранения энергии. Уравнение баланса внутренней энергии. Уравнения движения вязкой жидкости в напряжениях (в форме Навье-Стокса).
	3-2	Уравнение притока тепла для вязкой сжимаемой жидкости. Внутренняя энергия совершенного газа. Уравнение теплопроводности для вязкой жидкости. Первое начало гидродинамики. Интегрирование уравнений динамики вязкой жидкости. Проблемы замыкания. Условия однозначности. Примеры интегрирования уравнений динамики. Основы теории подобия. Необходимые и достаточные условия подобия. Критерии подобия. Физический смысл критериев подобия. Использование теории подобия в механике жидкости и газа.
4	4-1	Классификация сил, действующих в жидкости. Независимость гидродинамического давления в идеальной жидкости от направления. Уравнения идеальной жидкости. Запись уравнений в форме Эйлера. Начальные и граничные условия. Различные формы записи уравнений движения. Интегралы уравнений движения идеальной. Уравнение Бернулли в общей форме. Уравнение Бернулли для несжимаемой жидкости. Уравнение Бернулли для сжимаемой жидкости. Динамические свойства вихревого движения. Теорема о циркуляции для абсолютного движения. Теорема о циркуляции для относительного движения.
	4-2	Различные формы записи уравнений движения. Интегралы уравнений движения идеальной. Уравнение Бернулли в общей форме. Уравнение Бернулли для несжимаемой жидкости. Уравнение Бернулли для сжимаемой жидкости. Динамические свойства вихревого движения. Теорема о циркуляции для абсолютного движения. Теорема о циркуляции для относительного движения.
5	5-1	Волновой процесс. Метод малых возмущений. Параметры волн. Звуковые и гравитационные волны. Топографические волны.
	5-2	Плоские волны. Волны Пуанкаре и Кельвина. Волны Россби и их динамика. Механизм поддержания волн Россби. Многослойная модель волн Россби.

6	6-1	Силы, действующие в жидкости на вращающейся Земле. Центостремительное ускорение. Ускорение Кориолиса. Уравнения движения жидкости в сферической системе координат, жестко связанной с вращающейся Землей. Геострофическое движение воздуха (геострофический ветер) и воды (геострофическое течение). Градиентное и циклострофическое движение. Следствие геострофического и гидростатического приближений. Геострофическое и градиентное движение. Термический ветер. Теория мелкой воды. Модель, уравнения мелкой воды. Потенциальной вихрь.
	6-2	Теория баротропной и бароклинной неустойчивости. Необходимое условие баротропной неустойчивости. Достаточное условие устойчивости. Механизмы бароклинной неустойчивости. Необходимые условия бароклинной неустойчивости. Баротропная и бароклиная жидкая и воздушная среда.
7	7-1	Турбулентность. Общие положения. Возникновение турбулентности. Методы осреднения. Уравнения гидротермодинамики турбулентных течений. Проблема замыкания. Полуэмпирические теории турбулентности.
	7-2	Турбулентные напряжения Рейнольдса. Различия между напряжениями Рейнольдса и напряжениями молекулярной вязкости. Уравнение Рейнольдса. Полная система уравнений турбулентного движения Фридмана-Келлера.

3.3. Практические (семинарские) занятия

Очная форма

Модуль	Номер раздела	Содержание практических(семинарских) занятий
1	1-1	Решение задач на физические свойства реальных жидкостей.
2	2-1	Решение задач по определению значений скоростей, их проекций, дивергенции, вихря.
	2-2	Решение задач, связанных с вычислением кинематических характеристик течения: скоростей, ускорений, линий тока, траекторий, поверхностей тока. Решение задач, связанных с полями скоростей потенциальных потоков: метод сложения скоростей, метод электрических аналогов, метод сеток.

3	3-1	Численные методы решения уравнений Стокса.
	3-2	Решение частных задач движения жидкости с использованием дифференциальных уравнений Рейнольдса.
4	4-1	Решение задач о равновесии погруженных в жидкость тел (закон Архимеда).
	4-2	Решение задач о свойствах поверхности равного давления.
5	5-1	Решение задач о течении идеальной несжимаемой жидкости с применением интегралов движения (Бернулли и Коши-Лагранжа).
	5-2	Расчет уравнения Бернулли для сжимаемой и несжимаемой жидкости.
6	6-1	Расчет параметров ветровых волн. Решение задач, связанных с определением волновых характеристик: частоты, длины волны, скорости распространения волны, дисперсионных соотношений.
	6-2	Расчет параметров волн Пуанкаре и Кельвина. Расчет параметров волн Росби.
7	7-1	Расчет геострофической скорости. Расчет скорости термического ветра.
	7-2	Решение задач по определению устойчивости баротропной жидкости. Решение задач по определению баротропного равновесия газа. Расчет равновесия равномерно вращающейся жидкости.

3.4. Лабораторные занятия

3.5. Организация самостоятельной работы

Очная форма

Модуль	Номер раздела	Содержание материала выносимого на самостоятельное изучение	Виды самостоятельной работы
1	1-1	Движение жидкой частицы. Понятие о вихревом и потенциальном движении. Статика текучей среды. Уравнения Эйлера равновесия среды. Равновесие несжимаемой жидкости. Закон Архимеда. Равновесие равномерно вращающейся несжимаемой жидкости. Растворение газов в жидкостях. Соппротивление растяжению жидкостей.	Составление конспекта
2	2-1	Одномерный поток идеального газа. Одномерное стационарное движение газа по трубе переменного сечения.	Составление конспекта
2	2-2	Уравнение Гюгонио. Неадиабатическое движение газа.	Составление конспекта
3	3-1	Безвихревое движение идеальной жидкости. Комплексные потенциалы простейших потоков. Решение задач о подобии течений.	Составление конспекта.
3	3-2	Решение задач по определению гидродинамической устойчивости.	Составление конспекта. Решение задач
4	4-1	Пространственное безвихревое движение.	Составление конспекта
4	4-2	Потенциалы скорости простейших пространственных потоков. Потенциал скорости и функция потока в пространственных движениях. Обтекание сферы.	Составление конспекта
5	5-1	Обтекание шара при малых числах Рейнольдса.	Составление конспекта
5	5-2	Критическое число Рейнольдса. Определение критической скорости	Составление конспекта
6	6-1	Ламинарный пограничный слой в сжимаемом течении.	Составление конспекта
6	6-2	Пограничный слой на продольно обтекаемой плоской пластине.	Составление конспекта
7	7-1	Некоторые сведения о структуре турбулентных потоков.	Составление конспекта
7	7-2	Определение турбулентного режима движения жидкости.	Составление конспекта

4. Интерактивные формы образовательных технологий

Модуль	Номер раздела	Вид учебных занятий	Образовательные технологии	Количество часов
--------	---------------	---------------------	----------------------------	------------------

1	1-1	лекция, практические занятия	диалоговые дискуссии, работа с электронными образовательными ресурсами и информационными технологиями, разбор конкретных ситуаций (ситуационные задачи), консультации.	2
2	2-1, 2-2	лекция, практические занятия	диалоговые дискуссии, работа с электронными образовательными ресурсами и информационными технологиями, разбор конкретных ситуаций (ситуационные задачи), консультации.	4
3	3-1, 3-2	лекция, практические занятия	диалоговые дискуссии, работа с электронными образовательными ресурсами и информационными технологиями, разбор конкретных ситуаций (ситуационные задачи), консультации.	4
4	4-1, 4-2	лекция, практические занятия	диалоговые дискуссии, работа с электронными образовательными ресурсами и информационными технологиями, разбор конкретных ситуаций (ситуационные задачи), консультации.	2
5	5-1, 5-2	лекция, практические занятия	диалоговые дискуссии, работа с электронными образовательными ресурсами и информационными технологиями, разбор конкретных ситуаций (ситуационные задачи), консультации.	2
6	6-1, 6-2	лекция, практические занятия	диалоговые дискуссии, работа с электронными образовательными ресурсами и информационными технологиями, разбор конкретных ситуаций (ситуационные задачи), консультации.	2
7	7-1, 7-2	лекция, практические занятия	диалоговые дискуссии, работа с электронными образовательными ресурсами и информационными технологиями, разбор конкретных ситуаций (ситуационные задачи), консультации.	2

5. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

[Фонд оценочных средств](#)

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Основная литература

6.1.1. Печатные издания

1. Лойцянский, Лев Герасимович. Механика жидкости и газа : учебник / Лойцянский Лев Герасимович. - 7-е изд. испр. - Москва : Дрофа, 2003. - 840 с. : ил. + табл. - (Классики отечественной науки). - ISBN 5-7107-6327-6 : 254-15.
2. Водное хозяйство : учеб.-справ. пособие. Ч. 2 : Гидрология. Гидравлика / В. Н. Заслоновский [и др.]; под ред. В.Н. Заслоновского, В.И. Аксенова. - Москва : Теплотехник, 2011. - 220 с. - ISBN 978-5-98457-105-0 : 440-00.

6.1.2. Издания из ЭБС

1. Чаплыгин, Сергей Алексеевич. Механика жидкости и газа. Математика. Общая механика. Избранные труды / Чаплыгин Сергей Алексеевич; Чаплыгин С.А. - М. : Издательство Юрайт, 2017. - 429. - (Антология мысли). - ISBN 978-5-534-03803-3 : 128.58.
2. Гусев, Александр Андреевич. Гидравлика : Учебник / Гусев Александр Андреевич; Гусев А.А. - 2-е изд. - М. : Издательство Юрайт, 2017. - 285. - (Бакалавр. Академический курс). - ISBN 978-5-534-00465-6 : 90.09.
3. Кудинов, Василий Александрович. Гидравлика : Учебник и практикум / Кудинов Василий Александрович; Кудинов В.А. - Отв. ред. - 4-е изд. - М. : Издательство Юрайт, 2017. - 386. - (Бакалавр. Академический курс). - ISBN 978-5-534-01120-3 : 117.12.

6.2. Дополнительная литература

6.2.1. Печатные издания

1. Горячих, Н.В. Газодинамика : учеб. пособие / Н. В. Горячих, С. Ф. Мирошников. - Чита : ЗабГУ, 2014. - 189 с. : ил. - ISBN 978-5-9293-0971-7 : 135-00.
2. Маслова, Алла Владимировна. Практикум по гидравлике : учеб. пособие / Маслова Алла Владимировна, Босов Максим Анатольевич. - Чита : ЗабГУ, 2013. - 125 с. - ISBN 978-5-9293-0945-8 : 125-00.
3. Косарев, Сергей Геннадьевич. Гидравлика : учеб. пособие / Косарев Сергей Геннадьевич. - Чита : ЧитГУ, 2006. - 119 с. - 62-00.

6.2.2. Издания из ЭБС

1. Голобокова, Галина Ивановна. Гидравлика и теплотехника : учебно-методическое пособие / Голобокова Галина Ивановна. - Чита : ЗабГУ, 2015. - 136 с.
2. Гусев, Александр Андреевич. Основы гидравлики : Учебник / Гусев Александр Андреевич; Гусев А.А. - 2-е изд. - М. : Издательство Юрайт, 2016. - 285. - (Профессиональное образование). - ISBN 978-5-9916-6198-0 : 90.09.

6.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Научная библиотека Забайкальского Государственного Университета, <http://library.zabgu.ru/>.

Научная электронная библиотека eLibrary <http://elibrary.ru/>.

7. Перечень программного обеспечения

Программное обеспечение общего назначения: ОС Microsoft Windows, Microsoft Office, ABBYY FineReader, ESET NOD32 Smart Security Business Edition, Foxit Reader, АИБС "МегаПро".

Программное обеспечение специального назначения:

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

672010, г. Чита, ул. Амурская, 15 ауд. 05-507. Учебная аудитория для проведения практических и лекционных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации и др. Доска – меловая. Рабочее место преподавателя. Ученические столы. Ученические стулья. Настольная кафедра. Мультимедийное оборудование: ноутбук, проектор, экран.

672010, г. Чита, ул. Амурская, 15 ауд. 05-304. Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации и самостоятельной работы. Доска маркерная. Ученические столы. Ученические стулья. Компьютерные столы. ПК-13 шт. Доступ к сети Интернет и обеспечение доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

9. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Успешное изучение курса требует от студентов посещения лекций, активной работы на практических занятиях, выполнение всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой, а также с электронными и интернет-источниками. При возникновении трудностей в ходе подготовки к практическим занятиям, к контрольным работам и итоговому контролю, студенты могут получить консультацию у преподавателя.

Разработчик/группа разработчиков: Маслова Алла Владимировна, доцент

**Рассмотрена на заседании кафедры
(протокол от 31.08.2020 г. № 1)**