

Шевелёв А.П., Лукошкина Т.А. Механика жидкости, газа и плазмы. Рабочая программа для обучающихся по научной специальности 1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы (производственная аспирантура), форма обучения (очная). Тюмень, 2026.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями ФГТ к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, утверждены приказом Министерства науки и высшего образования РФ от 20 октября 2021 г., № 951.

Рабочая программа дисциплины Механика жидкости, газа и плазмы опубликована на сайте ТюмГУ: [электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.utmn.ru/sveden/education/#>.

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель дисциплины - ознакомить аспирантов с основными проблемами современной механики жидкости и газа и подготовить аспирантов к изучению спецкурсов, расчету проектов и выполнению индивидуального спецпрактикума.

Задачи учебного курса:

- овладение аспирантами аналитических методов решения задач массопереноса для идеальной и ньютоновской жидкостей при различных граничных условиях;
- познакомить аспирантов с основными положениями теории конвективного переноса, напомнить об основных представлениях для решения задач по свободной и вынужденной конвекции, рассмотреть особенности процессов переноса в турбулентном потоке;
- углубленно изучить представления о физическом подобии процессов и их моделировании;
- вспомнить и изучить новые методы расчета сложного массообмена, в том числе при фазовых переходах;
- ознакомление аспирантов с устройством и процессами, происходящими в аэро- и гидродинамических трубах, сопровождающими движение судов и летательных аппаратов.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- основные методы дифференциального и интегрального исчислений, применяемые при решении задач механики жидкости, газа и плазмы;
- физические основы массопереноса;
- элементы математической теории нестационарного массопереноса и теории фильтрации;
- решение важнейших задач для идеальной и линейно-вязкой (ньютоновской) жидкостей;
- методы измерения гидродинамических параметров вещества;
- основные классы задач при движении сжимаемой жидкости;

Уметь:

- применять методы дифференциального и интегрального исчислений, при решении задач механики жидкости и газа;
- получать расчетные формулы для различных процессов движения жидкости и газов в пористой среде;
- применять методы решения задач с фазовыми переходами;

Владеть:

- методиками решения задач механики жидкости, газа и плазмы.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины

В результате освоения ОП выпускник должен обладать следующими компетенциями:

- способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерирование новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
- способностью проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2);
- готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3);
- готовностью использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках (УК-4);
- способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-5);
- способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);
- готовностью к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-2);

- способностью владеть современными подходами к анализу турбулентности, многофазных течений, ударных волн и неустойчивостей потока (ПК-4).
- способностью прогнозировать поведение текучих сред под действием внешних воздействий, включая климатические и космические условия (ПК-5).
- способностью адаптировать научные знания к практическим инженерным решениям и промышленным инновациям (ПК-6).

3. Структура и объем дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы	Всего часов (академические часы)	Часов в семестре (академические часы)
		5
Общий объем зач. ед. час	4	4
	144	144
Из них:		
Часы аудиторной работы (всего):	32	32
Лекции	16	16
Практические занятия	16	16
Лабораторные / практические занятия по подгруппам	0	0
Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося	76	76
Вид промежуточной аттестации (диф. зачет, кандидатский экзамен, экзамен)	36	Кандидатский экзамен 36

4. Система оценивания

Форма промежуточной аттестации – кандидатский экзамен, который сдаётся по окончании освоения дисциплины. Экзамен проводится в устно-письменной форме. Экзамен включает письменную часть – ответ по экзаменационному билету, состоящему из трёх вопросов. Устная часть экзамена оценивает полученные знания по дисциплине путем собеседования с преподавателем. При ответе на три вопроса билета ставится оценка "отлично", на два вопроса - "хорошо", на один вопрос - "удовлетворительно", в ином случае – «неудовлетворительно». За устное собеседование выставляется отдельная оценка, если аспирант показывает знания на высоком уровне при собеседовании, то ему ставится оценка «отлично», если базовые знания – «хорошо», если пороговые – «удовлетворительно», в ином случае – «неудовлетворительно». Итоговая оценка за кандидатский экзамен выставляется как среднеарифметическая двух оценок (за письменную и устную части).

Для допуска к кандидатскому экзамену обязательно выполнить и сдать реферат, подготавливаемый на практических занятиях по курсу. Темы рефератов формируются в зависимости от тем научного исследования аспирантов. Тема реферата может являться главой диссертации (расчет основных параметров, создание методики теплофизического расчета и др.). Объем реферата – 30-50 страниц. Реферат сдается на проверку преподавателю не позднее чем за 1 неделю до окончания курса, после проверки защищается на практическом занятии. Если защита проходит успешно (аспирант выполнил реферат, сделал доклад и разбирается в теме исследования), то аспирант допускается к кандидатскому экзамену, в противном случае ставится оценка «неудовлетворительно».

5. Содержание дисциплины

5.1. Тематический план дисциплины

Таблица 2

№ п/п	Наименование тем и/или разделов	Объем дисциплины (модуля), час.				
		Всего	Виды аудиторной работы (академические часы)			Иные виды контактной работы
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные/ практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Кинематика сплошных сред	8	4	4	0	0
2.	Динамика сплошных сред	8	4	4	0	0
3.	Поверхности разрыва в течениях жидкости, газа и плазмы	4	2	2	0	0
4.	Движение сжимаемой жидкости	8	4	4	0	0
5.	Физическое подобие	4	2	2	0	0
6.	Консультация	2	0	0	0	2
7.	Кандидатский экзамен	34	0	0	0	34
	Итого (часов)	68	16	16	0	36

5.2. Содержание дисциплины по темам

1. "Кинематика сплошных сред"

Вводные положения. Понятие сплошной среды. Микроскопические, статистические и макроскопические феноменологические методы описания свойств, взаимодействий и движений материальных сред. Механические модели, теоретическая схематизация и постановка задач, экспериментальные методы исследований. Кинематика сплошных сред. Системы отсчета и системы координат. Лагранжевы и эйлеровы координаты. Инерциальные и неинерциальные системы отсчета в ньютоновской механике. Точки зрения Эйлера и Лагранжа при изучении движения сплошных сред. Определения и свойства кинематических характеристик движения: перемещения, траектории, скорость, линии тока, критические точки, ускорение, тензор скоростей деформации и его инварианты, вектор вихря, потенциал скорости, циркуляция скорости, установившееся и неустановившееся движение среды.

2. "Динамика сплошных сред"

Основные понятия и уравнения динамики и термодинамики. Закон сохранения массы. Уравнение неразрывности в переменных Эйлера и Лагранжа. Условие несжимаемости. Многокомпонентные смеси. Потоки диффузии. Уравнения неразрывности в форме Эйлера для многокомпонентных смесей. Массовые и поверхностные, внутренние и внешние силы. Законы сохранения количества движения и моментов количества движения для конечных масс сплошной среды. Дифференциальные уравнения движения и момента количества движения сплошной среды. Работа внутренних поверхностных сил. Кинетическая энергия и уравнение живых сил для сплошной среды в интегральной и дифференциальной формах. Понятие о параметрах состояния, пространстве состояний, процессах и циклах. Закон сохранения энергии, внутренняя энергия. Законы сохранения количества движения и моментов количества движения для конечных масс сплошной среды. Дифференциальные уравнения движения и момента количества движения сплошной среды. Работа внутренних поверхностных сил. Закон сохранения энергии, внутренняя энергия. Уравнение притока тепла. Законы теплопроводности Фурье. Различные частные процессы:

адиабатический, изотермический и др. Обратимые и необратимые процессы. Цикл Карно. Второе начало термодинамики. Энтропия и абсолютная температура. Уравнения состояния. Модели жидких и газообразных сред. Модель идеальной жидкости. Уравнения Эйлера. Полные системы уравнений для идеальной, несжимаемой и сжимаемой жидкостей. Начальные и граничные условия. Интегралы Бернулли и Коши—Лагранжа. Явление кавитации. Теорема Томсона и динамические теоремы о вихрях. Возникновение вихрей. Теорема Бьеркнеса. Модель вязкой жидкости. Линейно-вязкая (ньютоновская) жидкость.

3. "Поверхности разрыва в течениях жидкости, газа и плазмы"

Поверхности разрыва в течениях жидкости, газа и плазмы. Поверхности слабых и сильных разрывов. Разрывы сплошности. Условия на поверхностях сильного разрыва в материальных средах и в электромагнитном поле. Тангенциальные разрывы и ударные волны. Гидростатика. Равновесие жидкости и газа в поле потенциальных массовых сил. Закон Архимеда. Равновесие и устойчивость плавающих тел и атмосферы.

4. "Движение сжимаемой жидкости"

Движение идеальной несжимаемой жидкости. Общая теория непрерывных потенциальных движений несжимаемой жидкости. Свойства гармонических функций. Многозначность потенциала в многосвязных областях. Кинематическая задача о произвольном движении твердого тела в неограниченном объеме идеальной несжимаемой жидкости. Энергия, количество движения и момент количества движения жидкости при движении в ней твердого тела. Движение сферы в идеальной жидкости. Силы воздействия идеальной жидкости на тело, движущееся в безграничной массе жидкости. Основы теории присоединенных масс. Парадокс Даламбера. Плоские движения идеальной жидкости. Функция тока. Применение методов теории аналитических функций комплексного переменного для решения плоских задач гидродинамики и аэродинамики. Стационарное обтекание жидкостью цилиндра и профиля. Плоские задачи о струйных течениях жидкости. Обтекание тел с отрывом струй. Схемы Кирхгофа, Эфроса и др. Определение поля скоростей по заданным вихрям и источникам. Формулы Био-Савара. Движение вязкой жидкости. Теория пограничного слоя. Турбулентность Ламинарное движение несжимаемой вязкой жидкости. Течения Куэтта и Пуазейля. Течение вязкой жидкости в диффузоре. Диффузия вихря. Приближения Стокса и Озеена. Задача о движении сферы в вязкой жидкости в постановке Стокса. Ламинарный пограничный слой. Задача Блазиуса. Интегральные соотношения и основанные на их использовании приближенные методы в теории ламинарного пограничного слоя. Явление отрыва пограничного слоя. Устойчивость пограничного слоя. Теплообмен с потоком на основе теории пограничного слоя. Турбулентность. Движение сжимаемой жидкости. Газовая динамика. Распространение малых возмущений в сжимаемой жидкости. Волновое уравнение. Скорость звука. Запаздывающие потенциалы. Эффект Допплера. Конус Маха. Уравнения газовой динамики. Характеристики. Влияние сжимаемости на форму трубок тока при установившемся движении. Элементарная теория сопла Лаваля. Одномерные неустановившиеся движения газов с плоскими, цилиндрическими и сферическими волнами. Автомодельные движения и классы соответствующих задач. Задачи о поршне и о сильном взрыве в газе.

5. "Физическое подобие"

Физическое подобие, моделирование. Система определяющих параметров для выделенного класса явлений. Основные и производные единицы измерения. Формула размерностей. П-теорема. Примеры приложений. Определение физического подобия. Моделирование. Критерии подобия. Числа Эйлера, Маха, Фруда, Рейнольдса, Струхала, Прандтля.

6. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ темы	Темы	Формы СРС, включая требования к подготовке к занятиям
-----------	------	---

1.	Кинематика сплошных сред	Проработка лекций, чтение рекомендованной литературы, подготовка реферата
2.	Динамика сплошных сред	Проработка лекций, чтение рекомендованной литературы, подготовка реферата
3.	Поверхности разрыва в течениях жидкости, газа и плазмы	Проработка лекций, чтение рекомендованной литературы, подготовка реферата
4.	Движение сжимаемой жидкости	Проработка лекций, чтение рекомендованной литературы, подготовка реферата
5.	Физическое подобие	Проработка лекций, чтение рекомендованной литературы, подготовка реферата
6.	Кандидатский экзамен	Подготовка по вопросам

7. Промежуточная аттестация по дисциплине

7.1. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Для допуска к кандидатскому экзамену обязательно выполнить и сдать реферат, подготавливаемый на практических занятиях по курсу. Темы рефератов формируются в зависимости от тем научного исследования аспирантов. Тема реферата может являться главой диссертации (расчет основных параметров, создание методики теплофизического расчета и др.). Объем реферата – 30-50 страниц. Реферат сдается на проверку преподавателю не позднее чем за 1 неделю до окончания курса, после проверки защищается на практическом занятии. Если защита проходит успешно (аспирант выполнил реферат, сделал доклад и разбирается в теме исследования), то аспирант допускается к кандидатскому экзамену, в противном случае ставится оценка «не удовлетворительно».

Форма промежуточной аттестации – кандидатский экзамен, который сдаётся по окончании освоения дисциплины в 5 семестре. Экзамен проводится в устно-письменной форме. Экзамен включает письменную часть – ответ по экзаменационному билету, состоящему из трёх вопросов, составленных из списка из 62 вопросов. Устная часть экзамена оценивает полученные знания по дисциплине путем собеседования с преподавателем. При ответе на три вопроса билета ставится оценка "отлично", на два вопроса - "хорошо", на один вопрос - "удовлетворительно", в ином случае – «неудовлетворительно». За устное собеседование выставляется отдельная оценка, если аспирант показывает знания на высоком уровне при собеседовании, то ему ставится оценка «отлично», если базовые знания – «хорошо», если пороговые – «удовлетворительно», в ином случае – «неудовлетворительно». Итоговая оценка за кандидатский экзамен выставляется как среднеарифметическая двух оценок (за письменную и устную части).

Темы рефератов не ограничиваются, они соответствуют предполагаемым темам диссертации на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук. Если защита реферата проходит успешно (аспирант выполнил реферат, сделал доклад и разбирается в теме исследования), то аспирант допускается к экзамену, в противном случае ставится оценка «не удовлетворительно».

Реферат оформляется шрифтом 14 Times New Roman с полуторным интервалом, абзацный отступ 1,25 см, интервал полуторный.

Пример оформления реферата

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
Кафедра моделирования физических процессов и систем

Реферат

по теме: «Тема диссертации»

Аспирант 3 курса
по научной специальности

Фамилия И.О.
1.1.9 Механика жидкости, газа и плазмы

Проверил:

Фамилия И.О.
кандидат физико-математических наук

Тюмень год

ВВЕДЕНИЕ

Описывается актуальность задачи.

ГЛАВА 1. НАЗВАНИЕ ГЛАВЫ

Текст главы, рисунки, таблицы.

ГЛАВА 2. НАЗВАНИЕ ГЛАВЫ

Текст главы, рисунки, таблицы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Список литературы оформляется в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008 «Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления».

Вопросы к кандидатскому экзамену

1. Понятие сплошной среды. Микроскопические, статистические и макроскопические феноменологические методы описания свойств, взаимодействий и движений материальных сред. Области приложения механики жидкости, газа и плазмы.
2. Механические модели, теоретическая схематизация и постановка задач, экспериментальные методы исследований. Основные исторические этапы в развитии механики жидкости и газа.
3. Системы отсчета и системы координат. Лагранжевы и эйлеровы координаты.
4. Инерциальные и неинерциальные системы отсчета в ньютоновской механике. Точки зрения Эйлера и Лагранжа при изучении движения сплошных сред.
5. Определения и свойства кинематических характеристик движения. Кинематические свойства вихрей.
6. Закон сохранения массы. Уравнение неразрывности в переменных Эйлера и Лагранжа. Условие несжимаемости.
7. Многокомпонентные смеси. Потоки диффузии. Уравнения неразрывности в форме Эйлера для многокомпонентных смесей. Массовые и поверхностные, внутренние и внешние силы.
8. Законы сохранения количества движения и моментов количества движения для конечных масс сплошной среды.
9. Дифференциальные уравнения движения и момента количества движения сплошной среды.
10. Работа внутренних поверхностных сил. Кинетическая энергия и уравнение живых сил для сплошной среды в интегральной и дифференциальной формах.

11. Понятие о параметрах состояния, пространстве состояний, процессах и циклах. Закон сохранения энергии, внутренняя энергия. Уравнение притока тепла. Вектор потока тепла. Дифференциальные уравнения энергии и притока тепла.
12. Законы теплопроводности Фурье. Различные частные процессы: адиабатический, изотермический и др. Обратимые и необратимые процессы.
13. Совершенный газ. Цикл Карно. Второй закон термодинамики. Энтропия и абсолютная температура. Некомпенсированное тепло и производство энтропии.
14. Неравенство диссипации, тождество Гиббса. Диссипативная функция. Основные макроскопические механизмы диссипации. Понятие о принципе Онзагера.
15. Уравнения состояния. Термодинамические потенциалы двухпараметрических сред.
16. Модель идеальной жидкости. Уравнения Эйлера. Полные системы уравнений для идеальной, несжимаемой и сжимаемой жидкостей. Начальные и граничные условия. Интегралы Бернулли и Коши—Лагранжа.
17. Явление кавитации. Теорема Томсона и динамические теоремы о вихрях. Возникновение вихрей. Теорема Бьеркнеса.
18. Модель вязкой жидкости. Линейно-вязкая (ньютоновская) жидкость. Уравнения Навье-Стокса. Полные системы уравнений для вязкой несжимаемой и сжимаемой жидкостей. Начальные и граничные условия.
19. Диссипация энергии в вязкой теплопроводной жидкости. Применение интегральных соотношений к конечным объемам среды при установившемся движении. Теория реактивной тяги и теория идеального пропеллера.
20. Поверхности слабых и сильных разрывов. Разрывы сплошности. Условия на поверхностях сильного разрыва в материальных средах и в электромагнитном поле. Тангенциальные разрывы и ударные волны.
21. Равновесие жидкости и газа в поле потенциальных массовых сил. Закон Архимеда. Равновесие и устойчивость плавающих тел и атмосферы.
22. Общая теория непрерывных потенциальных движений несжимаемой жидкости. Свойства гармонических функций. Многозначность потенциала в многосвязных областях.
23. Кинематическая задача о произвольном движении твердого тела в неограниченном объеме идеальной несжимаемой жидкости.
24. Энергия, количество движения и момент количества движения жидкости при движении в ней твердого тела.
25. Движение сферы в идеальной жидкости.
26. Силы воздействия идеальной жидкости на тело, движущееся в безграничной массе жидкости.
27. Основы теории присоединенных масс. Парадокс Даламбера. Плоские движения идеальной жидкости. Функция тока.
28. Применение методов теории аналитических функций комплексного переменного для решения плоских задач гидродинамики и аэродинамики.
29. Стационарное обтекание жидкостью цилиндра и профиля. Формулы Чаплыгина и теорема Жуковского. Правило Жуковского и Чаплыгина определения циркуляции вокруг крыльев с острой задней кромкой.
30. Нестационарное обтекание профилей. Плоские задачи о струйных течениях жидкости.
31. Обтекание тел с отрывом струй. Схемы Кирхгофа, Эфроса и др. Определение поля скоростей по заданным вихрям и источникам. Формулы Био-Савара.
32. Прямолинейный и кольцевой вихри. Законы распределения давлений, силы, обуславливающие вынужденное движение прямолинейных вихрей в плоском потоке.
33. Постановка задачи и основные результаты теории крыла конечного размаха. Несущая линия и несущая поверхность.
34. Постановка задачи Коши—Пуассона о волнах на поверхности тяжелой несжимаемой жидкости.
35. Гармонические волны. Фазовая и групповая скорость. Дисперсия волн. Перенос энергии прогрессивными волнами.

36. Теория мелкой воды. Уравнения Буссинеска и Кортевега-де-Вриза. Нелинейные волны. Солитон.
37. Теория пограничного слоя. Турбулентность.
38. Ламинарное движение несжимаемой вязкой жидкости. Течения Куэтта и Пуазейля. Течение вязкой жидкости в диффузоре.
39. Диффузия вихря. Приближения Стокса и Озеена. Задача о движении сферы в вязкой жидкости в постановке Стокса.
40. Ламинарный пограничный слой. Задача Блазиуса. Интегральные соотношения и основанные на их использовании приближенные методы в теории ламинарного пограничного слоя.
41. Явление отрыва пограничного слоя. Устойчивость пограничного слоя.
42. Теплообмен с потоком на основе теории пограничного слоя.
43. Турбулентность. Опыт Рейнольдса. Уравнения Рейнольдса. Турбулентный перенос тепла и вещества. Полуэмпирические теории турбулентности.
44. Профиль скорости в пограничном слое. Логарифмический закон. Прямое численное решение уравнений гидромеханики при наличии турбулентности.
45. Свободная и вынужденная конвекция. Приближение Буссинеска. Линейная неустойчивость подогреваемого плоского слоя и порог возникновения конвекции.
46. Понятие о странном аттракторе. Движение жидкости и газа в пористой среде. Закон Дарси. Система дифференциальных уравнений подземной гидрогазодинамики. Неустановившаяся фильтрация газа. Примеры точных автомодельных решений.
47. Газовая динамика. Распространение малых возмущений в сжимаемой жидкости. Волновое уравнение. Скорость звука. Запаздывающие потенциалы. Эффект Допплера. Конус Маха.
48. Уравнения газовой динамики. Характеристики. Влияние сжимаемости на форму трубок тока при установившемся движении. Элементарная теория сопла Лавалю.
49. Одномерные неустановившиеся движения газов с плоскими, цилиндрическими и сферическими волнами. Автомодельные движения и классы соответствующих задач.
50. Задачи о поршне и о сильном взрыве в газе. Волны Римана. Эффект опрокидывания волн. Адиабата Гюгонио. Теорема Цемплена.
51. Эволюционные и неэволюционные разрывы. Теория волн детонации и горения. Правило Жуге и его обоснование.
52. Задача о структуре сильного разрыва. Качественное описание решения задачи о распаде произвольного разрыва. Плоские стационарные сверхзвуковые течения газа.
53. Метод характеристик. Течение Прандтля–Майера.
54. Косой скачок уплотнения. Обтекание сверхзвуковым потоком газа клина и конуса.
55. Понятие об обтекании тел газом с отошедшей ударной волной.
56. Линейная теория обтекания тонких профилей и тел вращения.
57. Течения с гиперзвуковыми скоростями. Закон сопротивления Ньютона.
58. Электромагнитное поле. Уравнения Максвелла в пустоте. Взаимодействие электромагнитного поля с проводниками. Сила Лоренца. Закон сохранения полного заряда.
59. Закон Ома. Среды с идеальной проводимостью. Вектор и уравнение Умова—Пойнтинга. Джоулево тепло. Уравнения импульса и притока тепла для проводящей среды.
60. Уравнения магнитной гидродинамики. Условия вмороженности магнитного поля в среду. Понятие о поляризации и намагничивании жидкостей.
61. Система определяющих параметров для выделенного класса явлений. Основные и производные единицы измерения. Формула размерностей. Птеорема. Примеры приложений.
62. Определение физического подобия. Моделирование. Критерии подобия. Числа Эйлера, Маха, Фруда, Рейнольдса, Струхала, Прандтля.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Основная литература:

1. Федоров, Константин Михайлович. Фильтрационные течения с физико-химическими превращениями в задачах нефтегазовой механики: учебное пособие / К. М. Федоров, Н. Г. Мусакаев, Татьяна Анатольевна Кремлева. — Тюмень: Изд-во Тюм. гос. ун-та, 2017. — 2- Лицензионный договор № 572/2017-12-01. — Доступ по паролю из сети Интернет (чтение). —

URL:https://library.utmn.ru/dl/PPS/Fedorov_Musakaev_Kremleva_572_UP_2017.pdf (дата обращения: 21.05.2026).

8.2. Дополнительная литература:

1. Лойцянский Л. Г. Механика жидкости и газа : учебник / Л. Г. Лойцянский. - Москва : Дрофа, 2003. - 840 с.
2. Агабеков, В. Е. Нефть и газ. Технологии и продукты переработки : монография / В. Е. Агабеков, В. К. Косяков. — Минск : Белорусская наука, 2011. — 459 с. — ISBN 978-985-08- 1359-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/10108.html> (дата обращения: 21.05.2026). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.
3. Андрижиевский, А. А. Механика жидкости и газа : учебное пособие / А. А. Андрижиевский.— Минск : Вышэйшая школа, 2014. — 207 с. — ISBN 978-985-06-2509-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/35498.html> (дата обращения: 21.05.2026). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.
4. Давыдов, А. П. Основы механики жидкости и газа (Современные проблемы техники, технологий и инженерных расчетов) : монография / А. П. Давыдов, М. А. Валиуллин, О. Р. Каратаев ; под редакцией Л. Г. Шевчук. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2014. — 109 с. — ISBN 978-5-7882-1665-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/63753.html> (дата обращения: 21.05.2026). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
5. Марсен Э. Математические основы механики жидкости / Джерролд Марсен Э., А. Чорин ; перевод В. Е. Зализняк ; под редакцией А. В. Борисова. — Москва, Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2019. — 204 с. — ISBN 978- 5-4344-0800-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/92048.html> (дата обращения: 21.05.2026). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
6. Алексеев, Г. В. Виртуальный лабораторный практикум по курсу «Механика жидкости и газа» : учебное пособие / Г. В. Алексеев, И. И. Бриденко. — Саратов : Вузовское образование, 2013. — 132 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/16895.html> (дата обращения: 21.05.2026). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

8.3 Интернет-ресурсы:

1. Электронная библиотека Попечительского совета механико-математического факультета Московского государственного университета <http://lib.mexmat.ru>.
2. eLIBRARY – Научная электронная библиотека (Москва) <http://elibrary.ru/>.
Для работы на практических занятиях необходим пакет программ Maple 12 (или выше);
3. www.libtech.ru – библиотека технической литературы «Нефть и газ».
4. <http://spiedl.org/> - SPIE Digital Library Открыт доступ к 7 журналам SPIE Digital Library на английском языке. Библиотека насчитывает 260 000 статей, охватывающих информационные технологии, защиту и промышленный контроль, микро и нанотехнологии, электронную обработку изображений и данных, оптику и электрооптику.
5. <http://www.springerlink.com> – открыт доступ к электронным ресурсам издательства Springer по программе консорциума МЦНТИ – ICSTI Resource Network
SpringerLink – уникальная по тематическому содержанию электронная коллекция научных и технологических журналов, книг, а также ссылок на научные работы. Доступ применим ко всем электронным книгам Springer (с 2005 по н/в) и электронным журналам (с 1997 по н/в) в течении тестового периода по всем тематическим коллекциям.
6. www.science-of-synthesis.com/prod Справочники по химии.
7. <http://thomson.collexis.com/nano> Thomson Collexis Dashboard – система поиска информации по нанотехнологии. Предоставлена информация по 35508 публикациям и 82595 специалистам.
8. www.crnbase.com Справочники и книги.

9. <http://www.csa.com/htbin/dbrng.cgi?> CSA Technology research databases –username=XXXX&access=XXXX реферативные базы данных.
10. <http://www.qpat.com> Questel Patent – базы данных, содержащие информацию об интеллектуальной собственности. Коллекция патентного фонда насчитывает свыше 50 миллионов документов из 80 стран и международных патентных ведомств.

9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю):

- Лицензионное ПО: Пакет программ Microsoft Office.

10. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины

- Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная.
- Мультимедийная учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, персональный компьютер.

11. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям лиц с ограниченными возможностями

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) могут предлагаться одни из следующих вариантов восприятия информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей, в том числе с применением электронного обучения и дистанционных технологий:

- для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); индивидуальные задания и консультации.
- для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; индивидуальные задания и консультации.
- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.

12. Методические рекомендации обучающимся по выполнению самостоятельной работы

Начинать надо с изучения рекомендованной литературы. Особое внимание при этом необходимо обратить на содержание основных положений и выводов, объяснение явлений и фактов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов. В процессе этой работы аспирант должен стремиться понять и запомнить основные положения рассматриваемого материала, примеры, поясняющие его, а также разобраться в иллюстративном материале. Заканчивать подготовку следует составлением плана (конспекта) по изучаемому материалу (вопросу). Это позволяет составить концентрированное, сжатое представление по изучаемым вопросам. При необходимости следует обращаться за консультацией к преподавателю. Перед консультацией необходимо хорошо продумать вопросы, которые требуют разъяснения. Ведение записей способствует превращению чтения в активный процесс, мобилизует, наряду со зрительной, и моторную память. Следует помнить: у аспиранта, систематически ведущего записи, создается свой индивидуальный фонд подсобных материалов для быстрого повторения прочитанного, для мобилизации накопленных знаний. Особенно важны и полезны записи тогда, когда в них находят отражение мысли, возникшие при самостоятельной работе.