

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ
г. Уфа

УТВЕРЖДЕНО:
на заседании кафедры прикладной физики
протокол от «23» марта 2022 № 7

СОГЛАСОВАНО
Директор физико-технического
института

Зав. кафедрой _____ / Л.А.Ковалева

_____ / И.Ф. Шарафуллин

«30» марта 2022 г.

**УРОВЕНЬ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
ПОДГОТОВКА КАДРОВ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ
ПРОГРАММА ПОДГОТОВКИ НАУЧНЫХ И НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ
В АСПИРАНТУРЕ**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Механика жидкости, газа и плазмы

Научная специальность

1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы

Срок освоения программы аспирантуры
4 года

Форма обучения
Очная_

Год приема – 2022 г.

Разработчик (разработчики) компонента образовательной программы, являющегося служебным произведением:

Разработчик (разработчики) подтверждает(ют), что настоящий компонент образовательной программы написан лично, не нарушает интеллектуальные права третьих лиц и не содержит сведения, составляющие государственную тайну:



/ д.т.н., профессор Л.А. Ковалева

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, приняты на заседании кафедры прикладной физики, протокол № 6 от «23» марта 2022 г.

© Башкирский государственный университет, 2022 г.

Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП
2. Цели и место дисциплины в структуре ОПОП
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)
4. Фонд оценочных средств по дисциплине
 - 4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
 - 4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины
 - 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
 - 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине
 - Приложение № 1. Содержание рабочей программы (очная форма)
 - Приложение № 2. Содержание рабочей программы (заочная форма)

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине,
соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной
профессиональной образовательной программы
(с ориентацией на карты компетенций)**

В результате освоения основной профессиональной образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	- принципы построения корректных математических моделей и теорию основных численных методов и алгоритмов решения уравнений механика жидкости, газа и плазмы	ПК-1 способностью к построению корректных математических моделей и численных алгоритмов решения задач механики жидкости, газа и плазмы	
	- иметь представление о существующих пакетах прикладных программ для решения конкретных классов задач механика жидкости, газа и плазмы	ПК-2 способностью формулировать задачи теоретического и прикладного характера в рамках механики жидкости, газа и плазмы	
Умения	- разрабатывать корректные математические модели и алгоритмы решения уравнений механика жидкости, газа и плазмы	ПК-1 способностью к построению корректных математических моделей и численных алгоритмов решения задач механики жидкости, газа и плазмы	
	- формулировать задачи теоретического и прикладного характера в рамках механики жидкости, газа и плазмы	ПК-2 способностью формулировать задачи теоретического и прикладного характера в рамках механики жидкости, газа и плазмы	
Владения (навыки / опыт деятельности)	- навыками построения корректных математических моделей и численных алгоритмов решения задач механики жидкости, газа и плазмы	ПК-1 способностью к построению корректных математических моделей и численных алгоритмов решения задач механики жидкости, газа и плазмы	
	- навыками формулировать задачи теоретического и прикладного характера в рамках механики жидкости, газа и плазмы	ПК-2 способностью формулировать задачи теоретического и прикладного характера в рамках механики жидкости, газа и плазмы	

2. Цели и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Механика жидкости, газа и плазмы» относится к базовой / вариативной части.

Дисциплина изучается на _3_ курсе в _5_ семестре.

Целью дисциплины «Механика жидкости, газа и плазмы (далее, МЖГиП)» является выработка у аспирантов глубоких знаний в области механики жидкости, газа и плазмы, современной теории численных методов решения уравнений механики жидкости, газа и плазмы, выработать глубокие знания наиболее используемых на практике методов численного решения; выработка у аспирантов не только навыков самостоятельного изучения основных приемов и методик разработки методов, но и умения применять на практике полученные теоретические знания о широте возможностей численных методов для решения на конкретных классах задач механики жидкости, газа и плазмы, на основе создания математических моделей процессов и их обоснования, разработка алгоритмов, а также создания программного обеспечения для решения этих задач.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: «Теоретическая механика», «Механика», «Физика конденсированного состояния», «Механика сплошных сред» и тесным образом связана с дисциплинами «Численные методы» и «Вычислительная физика», «Компьютерное моделирование», «Численное моделирование».

Дисциплина «Механика жидкости и газа» призвана помочь аспирантам овладеть навыками и знаниями, необходимыми для выполнения научно-исследовательской работы, включая выполнение кандидатской диссертации, а также подготовиться к сдаче кандидатского минимума по соответствующей специальности.

Аспирант должен опираться на знания численных методов решения уравнений в частных производных, основных положений механики сплошных сред.

3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы по очной форме представлено в Приложении № 1.

Содержание рабочей программы по заочной форме представлено в Приложении № 2.

4. Фонд оценочных средств по дисциплине

4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы.

Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код и формулировка компетенции ПК-1 способностью к построению корректных математических моделей и численных алгоритмов решения задач механики жидкости, газа и плазмы

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
Первый этап (уровень) Знать:	Принципы построения корректных математических моделей и теорию основных численных методов и алгоритмов решения уравнений МЖГиП	Не знает основных принципов построения корректных математических моделей и теорию основных численных методов и алгоритмов решения уравнений МЖГиП	Сформированы начальные знания об основных принципах построения корректных математических моделей и теорию основных численных методов и алгоритмов решения уравнений МЖГиП	Демонстрирует комплексное знание основных принципов построения корректных математических моделей и теорию основных численных методов и алгоритмов решения уравнений МЖГиП	Демонстрирует всестороннее знание основных принципов построения корректных математических моделей и теорию основных численных методов и алгоритмов решения уравнений МЖГиП
Второй этап (уровень) Уметь:	Разрабатывать корректные математические модели и алгоритмы решения уравнений МЖГиП	Не умеет разрабатывать корректные математические модели и алгоритмы решения уравнений МЖГиП	Сформированы начальные умения в разработке корректные математические модели и алгоритмы решения уравнений МЖГиП	Сформированы, но содержатся отдельные пробелы в умениях разработки корректные математические модели и алгоритмы решения уравнений МЖГиП	Сформированы на высоком уровне умения разработки корректные математические модели и алгоритмы решения уравнений МЖГиП
Третий этап (уровень) Владеть:	навыками построения корректных математических моделей и численных алгоритмов решения задач МЖГиП	1. Не владеет навыками построения корректных математических моделей и численных алгоритмов решения задач МЖГиП	Сформированы простейшие навыки построения корректных математических моделей и численных алгоритмов решения задач МЖГиП	Сформированы на базовом уровне навыки построения корректных математических моделей и численных алгоритмов решения задач МЖГиП	Сформированы на высоком уровне навыки построения корректных математических моделей и численных алгоритмов решения задач МЖГиП

Код и формулировка компетенции ПК-2 способностью формулировать задачи теоретического и прикладного характера в рамках механики жидкости, газа и плазмы

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
Первый этап (уровень) Знать:	Основные существующие пакеты прикладных программ для решения конкретных классов задач МЖГиП	2. не знает основные существующие пакеты прикладных программ для решения конкретных классов задач МЖГиП	Сформированы начальные знания основных существующих пакетов прикладных программ для решения конкретных классов задач МЖГиП	Демонстрирует комплексное знание существующих пакетов прикладных программ для решения конкретных классов задач МЖГиП	Демонстрирует всестороннее знание существующих пакетов прикладных программ для решения конкретных классов задач МЖГиП
Второй этап (уровень) Уметь:	формулировать задачи теоретического и прикладного характера в рамках МЖГиП	2. Не умеет формулировать задачи теоретического и прикладного характера в рамках МЖГиП	Сформированы начальные умения в формулировке задач теоретического и прикладного характера в рамках МЖГиП	Сформированы, но содержатся отдельные пробелы в умениях формулировать задачи теоретического и прикладного характера в рамках МЖГиП	Сформированы на высоком уровне умения формулировать задачи теоретического и прикладного характера в рамках МЖГиП
Третий этап (уровень) Владеть:	навыками формулировать задачи теоретического и прикладного характера в рамках МЖГиП	2. Не владеет навыками формулировать задачи теоретического и прикладного характера в рамках МЖГиП	Сформированы простейшие навыки формулирования задач теоретического и прикладного характера в рамках МЖГиП	Сформированы на базовом уровне навыки формулирования задач теоретического и прикладного характера в рамках МЖГиП	Сформированы на высоком уровне навыки формулирования задач теоретического и прикладного характера в рамках МЖГиП

4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Этапы освоения	Результаты обучения	Компетенция	Оценочные средства
1-й этап Знания	принципы построения корректных математических моделей и теорию основных численных методов и алгоритмов решения уравнений механика жидкости, газа и плазмы	ПК-1 способностью к построению корректных математических моделей и численных алгоритмов решения задач механики жидкости, газа и плазмы	собеседование; коллоквиум
	знать существующие пакеты прикладных программ для решения конкретных классов задач механика жидкости, газа и плазмы	ПК-2 способностью формулировать задачи теоретического и прикладного характера в рамках механики жидкости, газа и плазмы	собеседование; коллоквиум
2-й этап Умения	разрабатывать корректные математические модели и алгоритмы решения уравнений механика жидкости, газа и плазмы	ПК-1 способностью к построению корректных математических моделей и численных алгоритмов решения задач механики жидкости, газа и плазмы	собеседование; коллоквиум
	формулировать задачи теоретического и прикладного характера в рамках механики жидкости, газа и плазмы	ПК-2 способностью формулировать задачи теоретического и прикладного характера в рамках механики жидкости, газа и плазмы	собеседование; коллоквиум
3-й этап Владеть навыками	навыками построения корректных математических моделей и численных алгоритмов решения задач механики жидкости, газа и плазмы	ПК-1 способностью к построению корректных математических моделей и численных алгоритмов решения задач механики жидкости, газа и плазмы	собеседование; коллоквиум
	навыками формулировать задачи теоретического и прикладного характера в рамках механики жидкости, газа и плазмы	ПК-2 способностью формулировать задачи теоретического и прикладного характера в рамках механики жидкости, газа и плазмы	собеседование; коллоквиум

В качестве основного оценочного средства текущего контроля используются собеседование. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины – коллоквиум. Аттестация по итогам освоения дисциплины – кандидатский экзамен.

Содержание занятий:

Лекция 1. Основные положения механики сплошных сред, динамики и термодинамики.

План.

1. Понятие сплошной среды. Микроскопические, статистические и макроскопические феноменологические методы описания свойств, взаимодействий и движений материальных сред. Области приложения механики жидкости, газа и плазмы. Механические модели, теоретическая схематизация и постановка задач, экспериментальные методы исследований.
2. Закон сохранения массы. Уравнение неразрывности в переменных Эйлера и Лагранжа. Условие несжимаемости. Многокомпонентные смеси. Потoki диффузии. Уравнения неразрывности в форме Эйлера для многокомпонентных смесей.
3. Второй закон термодинамики. Энтропия и абсолютная температура. Некомпенсированное тепло и производство энтропии. Неравенство диссипации, тождество Гиббса. Диссипативная функция. Основные макроскопические механизмы диссипации. Понятие о принципе Онзагера. Уравнения состояния. Термодинамические потенциалы двухпараметрических сред.

Лекция 2. Модели жидких и газообразных сред.

План.

1. Модель идеальной жидкости. Уравнения Эйлера. Полные системы уравнений для идеальной, несжимаемой и сжимаемой жидкостей. Начальные и граничные условия.
2. Интегралы Бернулли и Коши—Лагранжа. Явление кавитации.
3. Теорема Томсона и динамические теоремы о вихрях. Возникновение вихрей. Теорема Бьеркнеса.
4. Модель вязкой жидкости. Линейно-вязкая (ньютоновская) жидкость. Уравнения Навье-Стокса. Полные системы уравнений для вязкой несжимаемой и сжимаемой жидкостей. Начальные и граничные условия. Диссипация энергии в вязкой теплопроводной жидкости.

Практическое занятие 1. Движение сжимаемой жидкости. Газовая динамика. Распространение малых возмущений в сжимаемой жидкости. Волновое уравнение. Скорость звука.

План.

1. Запаздывающие потенциалы. Эффект Допплера. Конус Маха. Уравнения газовой динамики. Характеристики.
2. Влияние сжимаемости на форму трубок тока при установившемся движении. Элементарная теория сопла Лавалья.
3. 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.
4. Волны Римана. Эффект опрокидывания волн. Адиабата Гюгонио. Теорема Цемплена. Эволюционные и неэволюционные разрывы.
5. Теория волн детонации и горения. Правило Жуге и его обоснование.

6. Задача о структуре сильного разрыва. Качественное описание решения задачи о распаде произвольного разрыва.
7. Плоские стационарные сверхзвуковые течения газа. Метод характеристик.

Практическое занятие 2. Движение сжимаемой жидкости. Газовая динамика.

План.

1. Распространение малых возмущений в сжимаемой жидкости. Волновое уравнение. Скорость звука.
2. Запаздывающие потенциалы. Эффект Доплера. Конус Маха. Уравнения газовой динамики. Характеристики.
3. Влияние сжимаемости на форму трубок тока при установившемся движении. Элементарная теория сопла Лаваля.
4. 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. Волны Римана. Эффект опрокидывания волн. Адиабата Гюгонио. Теорема Цемплена. Эволюционные и неэволюционные разрывы.

Практическое занятие 3. Электромагнитные явления в жидкостях.

План.

1. Электромагнитное поле. Уравнения Максвелла в пустоте. Взаимодействие электромагнитного поля с проводниками. Сила Лоренца. Закон сохранения полного заряда. Закон Ома. Среды с идеальной проводимостью. Вектор и уравнение Умова—Пойнтинга. Джоулево тепло. Уравнения импульса и притока тепла для проводящей среды.
2. Уравнения магнитной гидродинамики. Условия вмороженности магнитного поля в среду.

Самостоятельная работа

Самостоятельная работа аспиранта включает в себя работу с литературой и изучение материала согласно рабочей программы дисциплины.

Текущий контроль

Текущий контроль по лекционному материалу практическим занятиям и самостоятельного изучения проводится в форме собеседования в виде ответов на поставленные преподавателем вопросов. Это основные определения, понятия, законы и теоремы, вопросы на понимание физической сути изучаемых процессов.

Критерии оценки текущего контроля

Ответы на вопросы собеседования зачтены при правильном выполнении не менее 60%.

Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится в форме коллоквиума по теоретическому материалу. Аспирант допущен до кандидатского экзамена при правильном ответе на предложенные вопросы не менее 60%.

Примерные вопросы для коллоквиума

1. Закон сохранения массы. Уравнение неразрывности в переменных Эйлера и Лагранжа. Условие несжимаемости.
2. Многокомпонентные смеси. Потoki диффузии. Уравнения неразрывности в форме Эйлера для многокомпонентных смесей.
3. Второй закон термодинамики. Энтропия и абсолютная температура. Понятие о принципе Онзагера. Уравнения состояния.
4. Модель идеальной жидкости. Уравнения Эйлера. Полные системы уравнений для идеальной, несжимаемой и сжимаемой жидкостей. Начальные и граничные условия.
5. Интегралы Бернулли и Коши—Лагранжа. Явление кавитации.
6. Теорема Томсона и динамические теоремы о вихрях. Возникновение вихрей. Теорема Бьеркнеса.
7. Модель вязкой жидкости. Линейно-вязкая (ньютоновская) жидкость. Уравнения Навье-Стокса. Полные системы уравнений для вязкой несжимаемой и сжимаемой жидкостей.
8. Запаздывающие потенциалы. Эффект Допплера. Конус Маха. Уравнения газовой динамики. Характеристики.
9. Влияние сжимаемости на форму трубок тока при установившемся движении. Элементарная теория сопла Лавалья.
10. 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.
11. Волны Римана. Эффект опрокидывания волн. Адиабата Гюгонио. Теорема Цемплена. Эволюционные и неэволюционные разрывы.
12. Теория волн детонации и горения. Правило Жуге и его обоснование.
13. Задача о структуре сильного разрыва. Качественное описание решения задачи о распаде произвольного разрыва.
14. Плоские стационарные сверхзвуковые течения газа. Метод характеристик.
15. Распространение малых возмущений в сжимаемой жидкости. Волновое уравнение. Скорость звука.
16. Запаздывающие потенциалы. Эффект Допплера. Конус Маха. Уравнения газовой динамики. Характеристики.
17. Влияние сжимаемости на форму трубок тока при установившемся движении. Элементарная теория сопла Лавалья.
18. Электромагнитное поле. Уравнения Максвелла в пустоте.
19. Взаимодействие электромагнитного поля с проводниками. Сила Лоренца.
20. Закон сохранения полного заряда. Закон Ома.
21. Среды с идеальной проводимостью. Вектор и уравнение Умова—Пойнтинга.
22. Джоулево тепло. Уравнения импульса и притока тепла для проводящей среды.
23. Уравнения магнитной гидродинамики. Условия вмороженности магнитного поля в среду.

**Программа экзамена кандидатского минимума для специальности – 01.06.01
Математика и механика (программа подготовки " Механика жидкости, газа и
плазмы ")**

1. Вводные положения

Понятие сплошной среды. Микроскопические, статистические и макроскопические феноменологические методы описания свойств, взаимодействий и движений материальных сред.

Области приложения механики жидкости, газа и плазмы. Механические модели, теоретическая схематизация и постановка задач, экспериментальные методы исследований.

Основные исторические этапы в развитии механики жидкости и газа.

2. 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. Кинематические свойства вихрей.

3. 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. Уравнение притока тепла. Вектор потока тепла. Дифференциальные уравнения энергии и притока тепла. Законы теплопроводности Фурье. Различные частные процессы: адиабатический, изотермический и др.

Обратимые и необратимые процессы. Совершенный газ. Цикл Карно. Второй закон термодинамики. Энтропия и абсолютная температура. Некомпенсированное тепло и производство энтропии. Неравенство диссипации, тождество Гиббса. Диссипативная функция. Основные макроскопические механизмы диссипации. Понятие о принципе Онзагера. Уравнения состояния. Термодинамические потенциалы двухпараметрических сред.

4. 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. Уравнения Навье-Стокса. Полные системы уравнений для вязкой несжимаемой и сжимаемой жидкостей. Начальные и граничные условия. Диссипация энергии в вязкой теплопроводной жидкости.

Применение интегральных соотношений к конечным объемам среды при установившемся движении. Теория реактивной тяги и теория идеального пропеллера.

5. 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.

6. Гидростатика

Равновесие жидкости и газа в поле потенциальных массовых сил. Закон Архимеда. Равновесие и устойчивость плавающих тел и атмосферы.

7. 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. Формулы Чаплыгина и теорема Жуковского. Правило Жуковского и Чаплыгина определения циркуляции вокруг крыльев с острой задней кромкой. Нестационарное обтекание профилей.

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. Прямолинейный и кольцевой вихри. Законы распределения давлений, силы, обуславливающие вынужденное движение прямолинейных вихрей в плоском потоке.

Постановка задачи и основные результаты теории крыла конечного размаха. Несущая линия и несущая поверхность.

Постановка задачи Коши—Пуассона о волнах на поверхности тяжелой несжимаемой жидкости. Гармонические волны. Фазовая и групповая скорость. Дисперсия волн. Перенос энергии прогрессивными волнами. Теория мелкой воды. Уравнения Буссинеска и Кортвега-де-Вриза. Нелинейные волны. Солитон.

8. 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. Опыт Рейнольдса. Уравнения Рейнольдса. Турбулентный перенос тепла и вещества. Полуэмпирические теории турбулентности. Профиль скорости в пограничном слое. Логарифмический закон. Прямое численное решение уравнений гидромеханики при наличии турбулентности.

Свободная и вынужденная конвекция. Приближение Буссинеска. Линейная неустойчивость подогреваемого плоского слоя и порог возникновения конвекции. 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.

9. Движение сжимаемой жидкости. Газовая динамика

Распространение малых возмущений в сжимаемой жидкости. Волновое уравнение. Скорость звука.
 Запаздывающие потенциалы. Эффект Доплера. 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.
 Волны Римана. Эффект опрокидывания волн. Адиабата Гюгонио. Теорема Цемплена. Эволюционные и неэволюционные разрывы.
 Теория волн детонации и горения. Правило Жуге и его обоснование.
 Задача о структуре сильного разрыва.
 Качественное описание решения задачи о распаде произвольного разрыва.
 Плоские стационарные сверхзвуковые течения газа. Метод характеристик. Течение Прандтля—Майера. Косой скачок уплотнения. Обтекание сверхзвуковым потоком газа клина и конуса. Понятие об обтекании тел газом с отошедшей ударной волной.
 Линейная теория обтекания тонких профилей и тел вращения.
 Течения с гиперзвуковыми скоростями. Закон сопротивления Ньютона.

10. Электромагнитные явления в жидкостях

Электромагнитное поле. Уравнения Максвелла в пустоте. Взаимодействие электромагнитного поля с проводниками. Сила Лоренца. Закон сохранения полного заряда. Закон Ома. Среды с идеальной проводимостью. Вектор и уравнение Умова—Пойнтинга. Джоулево тепло. Уравнения импульса и притока тепла для проводящей среды.
 Уравнения магнитной гидродинамики. Условия вмороженности магнитного поля в среду. Понятие о поляризации и намагничивании жидкостей.

11. 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.

Экзаменационные билеты

Кандидатский экзамен является оценочным средством для всех этапов освоения компетенций. Выпускник, освоивший программу аспирантуры, должен обладать следующими профессиональными компетенциями:

- способность к построению корректных математических моделей и численных алгоритмов решения задач механики жидкости, газа и плазмы (ПК-1).
- способность формулировать задачи теоретического и прикладного характера в рамках механика жидкости, газа и плазмы (ПК-2);

В результате изучения дисциплины аспирант должен:

- **Знать:** теорию основных численных методов и алгоритмы решения уравнений механика жидкости, газа и плазмы; иметь представление о существующих пакетах прикладных программ для решения конкретных классов задач механика жидкости, газа и плазмы.
- **Уметь:** разрабатывать и обосновывать численные методы решения конкретных задач механика жидкости, газа и плазмы.

- **Владеть:** методами и технологиями разработки и обоснования вычислительных методов решения граничных и начально-краевых задач для различных классов механика жидкости, газа и плазмы.

Кандидатский экзамен оценивается по пятибалльной шкале.

Структура экзаменационного билета:

Экзаменационный билет состоит из трех основных вопросов и одного дополнительного вопроса программы экзамена.

Примерные вопросы для экзамена:

1. Понятие сплошной среды. Микроскопические, статистические и макроскопические феноменологические методы описания свойств, взаимодействий и движений материальных сред.
2. Модель идеальной жидкости. Уравнения Эйлера. Полные системы уравнений для идеальной, несжимаемой и сжимаемой жидкостей. Начальные и граничные условия.
3. 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
4. Закон сохранения энергии, внутренняя энергия. Уравнение притока тепла. Вектор потока тепла
5. Полные системы уравнений для идеальной, несжимаемой и сжимаемой жидкостей. Начальные и граничные условия.
6. Интегралы Бернулли и Коши—Лагранжа
7. Полные системы уравнений для вязкой несжимаемой и сжимаемой жидкостей. Начальные и граничные условия
8. Кинематическая задача о произвольном движении твердого тела в неограниченном объеме идеальной несжимаемой жидкости
9. Задача о движении сферы в вязкой жидкости в постановке Стокса.
10. Уравнения Рейнольдса
11. Движение жидкости и газа в пористой среде. Закон Дарси. Система дифференциальных уравнений подземной гидрогазодинамики
12. Волновое уравнение
13. Уравнения газовой динамики.
14. Задача о структуре сильного разрыва
15. Уравнения Максвелла в пустоте

Образец экзаменационного билета:

ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКЗАМЕН

Направление подготовки 01.06.01 Математика и механика,
Направленность «Механика жидкости, газа и плазмы»

БИЛЕТ № 1

1. Понятие сплошной среды. Микроскопические, статистические и макроскопические феноменологические методы описания свойств, взаимодействий и движений материальных сред.
2. Модель идеальной жидкости. Уравнения Эйлера. Полные системы уравнений для идеальной, несжимаемой и сжимаемой жидкостей. Начальные и граничные условия.
3. Теория пограничного слоя. Турбулентность. Ламинарное движение несжимаемой вязкой жидкости. Течения Куэтта и Пуазейля. Течение вязкой жидкости в диффузоре. Диффузия вихря.
4. Дополнительный вопрос из программы экзамена.

Директор Физико-технического
института

_____ Якшибаев Р.А.

Примерные критерии оценивания ответа на экзамене:

5 баллов (отлично) выставляется аспиранту, если он дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Аспирант без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок.

4 балла (хорошо) выставляется, если аспиранту, если он раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки.

3 (удовлетворительно) выставляется аспиранту, если при ответе на теоретические вопросы им допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Аспирант не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки.

2 (неудовлетворительно) выставляется аспиранту, если ответы на теоретические вопросы свидетельствуют о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Аспирант не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. Лойцянский, Л.Г. Механика жидкости и газа / Л.Г. Лойцянский. - М. ; Л. : Гос. изд-во техн.-теорет. лит., 1950. - 678 с. : ил. - ISBN 978-5-4475-1896-7 ;[Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=256639> .
2. Котельников, И.А. Лекции по физике плазмы / И.А. Котельников. - Эл. изд. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. - 385 с. - ISBN 978-5-9963-2298-5 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=219932>.

3. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Гидродинамика. 3-е изд. М.: Наука, 1986. [Электронный ресурс]. URL <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=83193&razdel=10555>
4. Кочин Н.Е., Кибель И.А., Розе Н.В. Теоретическая гидромеханика. Ч. I, II. М.: Физматгиз, 1963.
5. Седов Л.И. Механика сплошной среды. Т. I, II. 6-е изд. СПб.: Лань, 2004.
6. Седов Л.И. Методы подобия и размерности в механике. 10-е изд. М.: Наука, 1987.
7. Черный Г.Г. Газовая динамика. М.: Наука, 1988.
8. Куликовский А.Г., Любимов Г.А. Магнитная гидродинамика. М.: Физматгиз, 1962.
9. Слезкин Н.А. Динамика вязкой несжимаемой жидкости. М.: Гос. изд-во физ.-тех. лит-ры, 1955.
10. Прандтль Л. Гидроаэромеханика. РХД, 2000.
11. Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя. М.: Наука, 1974.
12. Седов Л.И. Плоские задачи гидродинамики и аэродинамики. 3-е изд. М.: Наука, 1980.
13. Абрамович Г.Н. Прикладная газовая динамика. М.: Наука, 1976.
14. Механика сплошных сред в задачах. Т. 1, 2 / Г.Я. Галин, А.Н. Голубятников, Я.А. Каменярж и др. М.: Московский лицей, 1996.
15. Чарный И.А. Подземная гидрогазодинамика. М.: Гостоптехиздат, 1963.
16. Липанов А.М., Кисаров Ю.Р., Ключников И.Г. Численный эксперимент в классической гидромеханике турбулентных потоков. Екатеринбург: Изд-во Ур. ОРАН, 2001.
17. Гершуни Г.З., Жуховицкий Е.М. Конвективная неустойчивость несжимаемой жидкости. М.: Наука, 1972.
18. Уизем Дж. Линейные и нелинейные волны. М.: Мир, 1977.

5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая современные профессиональные базы данных (в том числе международные реферативные базы данных научных изданий) и информационные справочные системы

1. www.gpntb.ru/— Государственная публичная научно-техническая библиотека.
2. www.nlr.ru/ — Российская национальная библиотека.
3. www.nns.ru/ — Национальная электронная библиотека.
4. www.rsl.ru/— Российская государственная библиотека.
5. www.microinform.ru/ — Учебный центр компьютерных технологий
6. http://elibrary.ru/title_about.asp?id=7791
7. «Электронная библиотека БашГУ» <https://elib.bashedu.ru>
8. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://www.bashlib.ru/echitzal/>
9. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине Механика жидкости, газа и плазмы

<i>Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий</i>	<i>Вид занятий</i>	<i>Наименование оборудования, программного обеспечения</i>
1	2	3
<p>1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: аудитория № 218 (физмат корпус-учебное).</p> <p>2. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа: аудитория № 421 компьютерный класс (физмат корпус-учебное).</p> <p>3. Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций: аудитория № 218 (физмат корпус-учебное).</p> <p>4. Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации: аудитория № 218 (физмат корпус-учебное).</p> <p>5. Помещения для самостоятельной работы: Читальный зал №1 (главный корпус, 1 этаж), Читальный зал №2 (физмат корпус - учебное, 2 этаж), аудитория № 406 компьютерный класс (физмат корпус-учебное).</p>	<p align="center">Аудитория № 218</p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, кондиционер (сплит-система) Haier HSU-24HEK203/R2- HSU-24HUN03/R2, экран настенный с электроприводом Classic Lyra 203x203 (E195x195/1 MW-L8/W), ноутбук HPMini 110-3609er Atom N455/2/250/WiFi/BT/Win7St/10.1"/1.29кг, проектор BenQ MX520 (9H.J6V77.13E/9H.J6V77.13F).</p> <p align="center">Аудитория № 421</p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, Графические станции DEPO Race 535/ Мониторы AOC23 - 11 шт.</p> <p align="center">Читальный зал №1</p> <p>Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 3 шт, Wi-Fi доступ для мобильных устройств, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 76.</p> <p align="center">Читальный зал №2</p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, стенд по пожарной безопасности, WI-FI доступ для мобильных устройств, неограниченный доступ к электронным БД и ЭБС; количество посадочных мест-50, моноблоки стационарные – 8 шт, принтер – 1 шт., сканер – 1 шт.</p> <p align="center">Аудитория №406</p> <p>Учебная мебель, доступ в интернет, Компьютер в составе Asus – 4 шт.; Кондиционер(сплит-система) Haier, МФУ Куосега; Персональный компьютер в комплекте № 1 iRU Corp – 6 шт.</p>	<p>1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные</p> <p>2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные</p>

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины «Механика жидкости, газа и плазмы» на 5 семестр

(наименование дисциплины)

Очная форма обучения

форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	3/108
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	2
практических	4
Контроль самостоятельной работы (КСР)	2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СРС)	64
Учебных часов на подготовку к экзамену/ зачету/ дифференцированному зачету (контроль)	36

Формы контроля: кандидатский экзамен 5 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабора- торные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)			Основная и до- полнительная ли- тература, реко- мендуемая аспи- рантам (номера из списка)	Задания по самосто- ятельной работе ас- пирантов	Форма текущего контроля успевае- мости (коллоквиу- мы, контрольные работы, компьютер- ные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	СРС			
1	2	3	5	64			
1.	<p>Основные положения механики сплошных сред, динамики и термодинамики.</p> <p>Понятие сплошной среды. Микроскопические, статистические и макроскопические феноменологические методы описания свойств, взаимодействий и движений материальных сред. Области приложения механики жидкости, газа и плазмы. Механические модели, теоретическая схематизация и постановка задач, экспериментальные методы исследований.</p> <p>Закон сохранения массы. Уравнение неразрывности в переменных Эйлера и Лагранжа. Условие несжимаемости. Многокомпонентные смеси. Потoki диффузии. Уравнения неразрывности в форме Эйлера для многокомпонентных смесей.</p> <p>Второй закон термодинамики. Энтро-</p>	1		10	<p>О,Л. [1]</p> <p>Д.Л. ([1], [5]- [8])</p>	<p>Проработка лекционного материала по основным законам сохранения</p>	<p>Дискуссии на практических занятиях по прочитанной литературе.</p>

	<p>пия и абсолютная температура. Некомпенсированное тепло и производство энтропии. Неравенство диссипации, тождество Гиббса. Диссипативная функция. Основные макроскопические механизмы диссипации. Понятие о принципе Онзагера. Уравнения состояния.</p>						
2.	<p>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. Уравнения Навье-Стокса. Полные системы уравнений для вязкой несжимаемой и сжимаемой жидкостей. Начальные и граничные условия. Диссипация энергии в вязкой теплопроводной жидкости.</p>	1		10	<p>О,Л. [1], [3] Д.Л. ([1], [4], [5], [10])</p>	<p>Проработать лекции, рекомендуемую литературу</p>	<p>Устный опрос, собеседование, коллоквиум</p>
3.	<p>Движение сжимаемой жидкости. Газовая динамика. Распространение малых возмущений в сжимаемой жидкости. Волновое уравнение.</p>		1	10	<p>О,Л. [1], [3] Д.Л. ([5]- [7], [10])</p>	<p>Проработать лекции, рекомендуемую литературу</p>	<p>Дискуссии на лекционном и практических занятиях</p>

	<p>Скорость звука. Запаздывающие потенциалы. Эффект Доплера. 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. Волны Римана. Эффект опрокидывания волн. Адиабата Гюгонио. Теорема Цемплена. Эволюционные и неэволюционные разрывы. Теория волн детонации и горения. Правило Жуге и его обоснование. Задача о структуре сильного разрыва. Качественное описание решения задачи о распаде произвольного разрыва. Плоские стационарные сверхзвуковые течения газа. Метод характеристик.</p>						
4.	<p>Движение сжимаемой жидкости. Распространение малых возмущений в сжимаемой жидкости. Волновое уравнение. Скорость звука. Запаздывающие потенциалы. Эффект Доплера. Конус Маха. Уравнения газовой динамики. Характеристики. Влияние сжимаемости на форму тру-</p>		1	10	О,Л. [2] Д.Л. ([6], [7], [11])	Проработать лекции, рекомендуемую литературу	Устный опрос, собеседование, коллоквиум

	бок тока при установившемся движении. Элементарная теория сопла Лаваля.						
5.	Газовая динамика. 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. Волны Римана. Эффект опрокидывания волн. Адиабата Гюгонио. Теорема Цемплена. Эволюционные и неэволюционные разрывы.		1	12	О,Л. [2] Д.Л. ([6], [7], [11])		
6.	Электромагнитные явления в жидкостях. Электромагнитное поле. Уравнения Максвелла в пустоте. Взаимодействие электромагнитного поля с проводниками. Сила Лоренца. Закон сохранения полного заряда. Закон Ома. Среды с идеальной проводимостью. Вектор и уравнение Умова—Пойнтинга. Джоулево тепло. Уравнения импульса и притока тепла для проводящей среды. Уравнения магнитной гидродинамики. Условия замороженности магнитного поля в среду.		1	12	О,Л. [2] Д.Л. ([7])	Проработать лекции, рекомендуемую литературу	Устный опрос, собеседование, коллоквиум
	Всего часов:	2	4	64			

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины «Механика жидкости, газа и плазмы» на 4, 5 семестр
(наименование дисциплины)

Заочная форма обучения

форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	3/108
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	2
практических	4
Контроль самостоятельной работы (КСР)	4
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СРС)	89
Учебных часов на подготовку к экзамену/ зачету/ дифференцированному зачету (контроль)	9

Формы контроля: кандидатский экзамен/экзамен/ 5 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабора- торные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)			Основная и до- полнительная ли- тература, реко- мендуемая аспи- рантам (номера из списка)	Задания по самосто- ятельной работе ас- пирантов	Форма текущего контроля успевае- мости (коллоквиу- мы, контрольные работы, компьютер- ные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	СРС			
1	2	3	5	64			
1.	<p>Основные положения механики сплошных сред, динамики и термодинамики.</p> <p>Понятие сплошной среды. Микроскопические, статистические и макроскопические феноменологические методы описания свойств, взаимодействий и движений материальных сред. Области приложения механики жидкости, газа и плазмы. Механические модели, теоретическая схематизация и постановка задач, экспериментальные методы исследований.</p> <p>Закон сохранения массы. Уравнение неразрывности в переменных Эйлера и Лагранжа. Условие несжимаемости. Многокомпонентные смеси. Потoki диффузии. Уравнения неразрывности в форме Эйлера для многокомпонентных смесей.</p> <p>Второй закон термодинамики. Энтро-</p>	1		14	<p>О,Л. [1]</p> <p>Д.Л. ([1], [5]- [8])</p>	<p>Проработка лекционного материала по основным законам сохранения</p>	<p>Дискуссии на практических занятиях по прочитанной литературе.</p>

	<p>пия и абсолютная температура. Некомпенсированное тепло и производство энтропии. Неравенство диссипации, тождество Гиббса. Диссипативная функция. Основные макроскопические механизмы диссипации. Понятие о принципе Онзагера. Уравнения состояния.</p>						
2.	<p>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. Уравнения Навье-Стокса. Полные системы уравнений для вязкой несжимаемой и сжимаемой жидкостей. Начальные и граничные условия. Диссипация энергии в вязкой теплопроводной жидкости.</p>	1		14	<p>О,Л. [1], [3] Д.Л. ([1], [4], [5], [10])</p>	<p>Проработать лекции, рекомендуемую литературу</p>	<p>Устный опрос, собеседование, коллоквиум</p>
3.	<p>Движение сжимаемой жидкости. Газовая динамика. Распространение малых возмущений в сжимаемой жидкости. Волновое уравнение.</p>		1	14	<p>О,Л. [1], [3] Д.Л. ([5]- [7], [10])</p>	<p>Проработать лекции, рекомендуемую литературу</p>	<p>Дискуссии на лекционном и практических занятиях</p>

	<p>Скорость звука. Запаздывающие потенциалы. Эффект Доплера. 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. Волны Римана. Эффект опрокидывания волн. Адиабата Гюгонио. Теорема Цемплена. Эволюционные и неэволюционные разрывы. Теория волн детонации и горения. Правило Жуге и его обоснование. Задача о структуре сильного разрыва. Качественное описание решения задачи о распаде произвольного разрыва. Плоские стационарные сверхзвуковые течения газа. Метод характеристик.</p>						
4.	<p>Движение сжимаемой жидкости. Распространение малых возмущений в сжимаемой жидкости. Волновое уравнение. Скорость звука. Запаздывающие потенциалы. Эффект Доплера. Конус Маха. Уравнения газовой динамики. Характеристики. Влияние сжимаемости на форму тру-</p>		1	14	О,Л. [2] Д.Л. ([6], [7], [11])	Проработать лекции, рекомендуемую литературу	Устный опрос, собеседование, коллоквиум

	бок тока при установившемся движении. Элементарная теория сопла Лаваля.						
5.	Газовая динамика. 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. Волны Римана. Эффект опрокидывания волн. Адиабата Гюгонио. Теорема Цемплена. Эволюционные и неэволюционные разрывы.		1	14	О,Л. [2] Д.Л. ([6], [7], [11])		
6.	Электромагнитные явления в жидкостях. Электромагнитное поле. Уравнения Максвелла в пустоте. Взаимодействие электромагнитного поля с проводниками. Сила Лоренца. Закон сохранения полного заряда. Закон Ома. Среды с идеальной проводимостью. Вектор и уравнение Умова—Пойнтинга. Джоулево тепло. Уравнения импульса и притока тепла для проводящей среды. Уравнения магнитной гидродинамики. Условия замороженности магнитного поля в среду.		1	19	О,Л. [2] Д.Л. ([7])	Проработать лекции, рекомендуемую литературу	Устный опрос, собеседование, коллоквиум
	Всего часов:	2	4	89			