

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное учреждение
высшего профессионального образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт математики и механики им. Н.И. Лобачевского



подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Гидродинамическая устойчивость М2.ДВ.5

Направление подготовки: 010800.68 - Механика и математическое моделирование

Профиль подготовки: Механика жидкости, газа и плазмы

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Егоров А.Г.

Рецензент(ы):

Коноплев Ю.Г.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Егоров А. Г.

Протокол заседания кафедры No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Института математики и механики им. Н.И. Лобачевского :

Протокол заседания УМК No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Регистрационный No 817223514

Казань
2014

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) заведующий кафедрой, д.н. (с.н.с.) Егоров А.Г.
Кафедра аэрогидромеханики отделение механики , Andrey.egorov@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины "Гидродинамическая устойчивость" являются получение и последующее применение студентами основ теории гидродинамической устойчивости течений вязкой несжимаемой жидкости. Основное внимание уделено статическому подходу к анализу устойчивости, динамическому анализу устойчивости в линейном приближении, энергетическому методу, слабо нелинейной теории возмущений. Обсуждаются сценарии перехода к турбулентности

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " М2.ДВ.5 Профессиональный" основной образовательной программы 010800.68 Механика и математическое моделирование и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 1, 2 курсах, 2, 3 семестры.

Дисциплина входит в вариативную часть профессионального цикла.

Для обучения дисциплине обучаемый должен владеть знаниями по дисциплинам: математический анализ, алгебра, дифференциальные уравнения, теоретическая механика, механика сплошной среды, подземная гидромеханика.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1 (профессиональные компетенции)	Обладать способностью к определению закономерностей, а также инструментальных средств данной области знания
ПК-14 (профессиональные компетенции)	способность к проведению методических и экспертных работ в области математики
ПК-18 (профессиональные компетенции)	Обладать умением публично представить собственные и известные научные результаты
ПК-2 (профессиональные компетенции)	владением методами математического и алгоритмического моделирования при анализе проблем техники и естествознания
ПК-9 (профессиональные компетенции)	умением ориентироваться в современных алгоритмах компьютерной математики, совершенствовать, углублять и развивать математическую теорию и физико-механические модели, лежащие в их основе
ОК-7 (общекультурные компетенции)	способностью порождать новые идеи

В результате освоения дисциплины студент:

4. должен демонстрировать способность и готовность:

ориентироваться в специальной литературе посвященной вопросам гидродинамической неустойчивости.

4. должен демонстрировать способность и готовность:
ориентироваться в специальной литературе посвященной вопросам гидродинамической неустойчивости.

4. должен демонстрировать способность и готовность:
ориентироваться в специальной литературе посвященной вопросам гидродинамической неустойчивости.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) 144 часа(ов).
Форма промежуточного контроля дисциплины отсутствует во 2 семестре; экзамен в 3 семестре.
Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Устойчивость жидкой струи. Статический анализ: физика неустойчивости, случай бесконечной струи, равновесие жидко-го мостика.	2	1	1	2	0	домашнее задание

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
2.	Тема 2. Устойчивость жидкой струи. Метод возмущений: постановка задачи, уравнение для возмущений, решение уравнения для возмущений, механическая картина процесса, влияние движения на устойчивость струи.	2	2	2	2	0	домашнее задание
3.	Тема 3. Неустойчивость Кельви-на-Гельмгольца: базовый поток и физика неустойчивости, уравнение для возмущений и его решение, поверхностные гравитационные волны, внутренние гравитационные волны, неустойчивость Релея-Тейлора, учет поверхностного натяжения.	2	3	1	3	0	домашнее задание
4.	Тема 4. Тепловая и центробежная неустойчивость: статический анализ: статический анализ общего случая, тепловая неустойчивость: задача Бенара-Релея, неустойчивость течения Куэтта: задача Тейлора	2	4	2	2	0	контрольная работа

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
5.	Тема 5. Тепловая неустойчивость Релея-Бенара: динамический анализ: постановка задачи, уравнение для возмущений, вещественность собственных чисел, решение задачи на собственные значения, схема потоков в конвективных ячейках	2	5	2	2	0	домашнее задание
6.	Тема 6. Неустойчивость систем с двойной диффузией: потеря устойчивости через развитие пальцев, осцилляционная неустойчивость	2	6	1	2	0	домашнее задание
7.	Тема 7. Центробежная неустойчивость: динамический анализ: неустойчивость течения Куэтта, вторичные течения, неустойчивость Гёртлера	2	7	2	2	0	домашнее задание
8.	Тема 8. Энергетический метод: уравнение энергии для возмущений, основные идеи энергетического метода, энергетический метод в задаче Релея-Бенара	2	8	2	2	0	презентация

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
9.	Тема 9. Слабо нелинейная теория возмущений: нелинейное взаимодействие малых возмущений, основная идея метода, модельная одномерная задача, вывод уравнения Ландау для тепловой конвекции в пористом слое	2	9	1	1	0	коллоквиум
10.	Тема 10. Устойчивость невязких плоских параллельных потоков: уравнение Релея, критерий Релея, теорема Ховарда, схема Кельвина течения вблизи критического слоя	3	1-2	0	3	0	домашнее задание
11.	Тема 11. Точные решения задачи Релея.: устойчивость плоского потока Куэтта, неустойчивость сдвигового слоя, неустойчивость струи, расчет критического состояния	3	3	2	3	0	домашнее задание
12.	Тема 12. Устойчивость вязких плоских параллельных потоков: уравнение Орра-Зоммерфельда, физический механизм неустойчивости, анализ основных потоков, экспериментальная верификация теории.	3	4	3	3	0	домашнее задание

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
13.	Тема 13. Численные методы решения задач Релея и Орра-Зоммерфельда: локальный метод решения задачи Релея, метод составной матрицы решения задачи Орра-Зоммерфельда	3	5	3	3	0	контрольная точка
14.	Тема 14. Сценарии перехода к турбулентности. Система Лоренца : обзор сценариев, вывод уравнения Лоренца для ?вечного двигателя? Релея-Бенара, стационарные решения уравнений Лоренца, результаты численного решения уравнений Лоренца, аттрактор Лоренца	3	6-7	2	3	0	домашнее задание
15.	Тема 15. Сценарий Фейгенбаума перехода к турбулентности: бифуркация удвоения, уравнение РГ, линеаризованное уравнение РГ, скейлинг	3	8-9	2	3	0	научный доклад
	Тема . Итоговая форма контроля	3		0	0	0	экзамен
	Итого			26	36	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Устойчивость жидкой струи. Статический анализ: физика неустойчивости, случай бесконечной струи, равновесие жидко-го мостика.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Устойчивость жидкой струи. Статический анализ: физика неустойчивости, случай бесконечной струи

практическое занятие (2 часа(ов)):

Решение задачи о равновесии жидкого мостика.

Тема 2. Устойчивость жидкой струи. Метод возмущений: постановка задачи, уравнение для возмущений, решение уравнения для возмущений, механическая картина процесса, влияние движения на устойчивость струи.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Устойчивость жидкой струи. Метод возмущений: постановка задачи, уравнение для возмущений, решение уравнения для возмущений, механическая картина процесса

практическое занятие (2 часа(ов)):

Решение задачи о влиянии движения на устойчивость струи.

Тема 3. Неустойчивость Кельви-на-Гельмгольца: базовый поток и физика неустойчивости, уравнение для возмущений и его решение, поверхностные гравитационные волны, внутренние гравитационные волны, неустойчивость Релея-Тейлора, учет поверхностного натяжения.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Неустойчивость Кельви-на-Гельмгольца: базовый поток и физика неустойчивости, уравнение для возмущений и его решение

практическое занятие (3 часа(ов)):

Поверхностные гравитационные волны, внутренние гравитационные волны, неустойчивость Релея-Тейлора, учет поверхностного натяжения.

Тема 4. Тепловая и центробежная неустойчивость: статический анализ: статический анализ общего случая, тепловая неустойчивость: задача Бенара-Релея, неустойчивость течения Куэтта: задача Тейлора

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Тепловая и центробежная неустойчивость: статический анализ: статический анализ общего случая, тепловая неустойчивость: задача Бенара-Релея,

практическое занятие (2 часа(ов)):

Неустойчивость течения Куэтта: задача Тейлора

Тема 5. Тепловая неустойчивость Релея-Бенара: динамический анализ: постановка задачи, уравнение для возмущений, вещественность собственных чисел, решение задачи на собственные значения, схема потоков в конвективных ячейках

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Тепловая неустойчивость Релея-Бенара: динамический анализ: постановка задачи, уравнение для возмущений, вещественность собственных чисел.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Решение задачи на собственные значения, схема потоков в конвективных ячейках

Тема 6. Неустойчивость систем с двойной диффузией: потеря устойчивости через развитие пальцев, осцилляционная неустойчивость

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Неустойчивость систем с двойной диффузией

практическое занятие (2 часа(ов)):

Потеря устойчивости через развитие пальцев, осцилляционная неустойчивость

Тема 7. Центробежная неустойчивость: динамический анализ: неустойчивость течения Куэтта, вторичные течения, неустойчивость Гёртлера

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Центробежная неустойчивость: динамический анализ: неустойчивость течения Куэтта.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Вторичные течения, неустойчивость Гёртлера

Тема 8. Энергетический метод: уравнение энергии для возмущений, основные идеи энергетического метода, энергетический метод в задаче Релея-Бенара

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Энергетический метод: уравнение энергии для возмущений, основные идеи энергетического метода

практическое занятие (2 часа(ов)):

Энергетический метод в задаче Релея-Бенара

Тема 9. Слабо нелинейная теория возмущений: нелинейное взаимодействие малых возмущений, основная идея метода, модельная одномерная задача, вывод уравнения Ландау для тепловой конвекции в пористом слое

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Слабо нелинейная теория возмущений: нелинейное взаимодействие малых возмущений, основная идея метода, модельная одномерная задача

практическое занятие (1 часа(ов)):

Вывод и решение уравнения Ландау для тепловой конвекции в пористом слое

Тема 10. Устойчивость невязких плоских параллельных потоков: уравнение Релея, критерий Релея, теорема Ховарда, схема Кельвина течения вблизи критического слоя

практическое занятие (3 часа(ов)):

Устойчивость невязких плоских параллельных потоков: уравнение Релея, критерий Релея, теорема Ховарда.

Тема 11. Точные решения задачи Релея.: устойчивость плоского потока Куэтта, неустойчивость сдвигового слоя, неустойчивость струи, расчет критического состояния

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Точные решения задачи Релея.: устойчивость плоского потока Куэтта, неустойчивость сдвигового слоя

практическое занятие (3 часа(ов)):

Неустойчивость струи, расчет критического состояния

Тема 12. Устойчивость вязких плоских параллельных потоков: уравнение Орра-Зоммерфельда, физический механизм неустойчивости, анализ основных потоков, экспериментальная верификация теории.

лекционное занятие (3 часа(ов)):

Устойчивость вязких плоских параллельных потоков: уравнение Орра-Зоммерфельда, физический механизм неустойчивости

практическое занятие (3 часа(ов)):

Анализ основных потоков, экспериментальная верификация теории.

Тема 13. Численные методы решения задач Релея и Орра-Зоммерфельда: локальный метод решения задачи Релея, метод составной матрицы решения задачи Орра-Зоммерфельда

лекционное занятие (3 часа(ов)):

Основные численные методы решения задач Релея и Орра-Зоммерфельда

практическое занятие (3 часа(ов)):

Применение локального метода решения задачи Релея, метода составной матрицы решения задачи Орра-Зоммерфельда к анализу устойчивости базовых течений

Тема 14. Сценарии перехода к турбулентности. Система Лоренца : обзор сценариев, вывод уравнения Лоренца для ?вечного двигателя? Релея-Бенара, стационарные решения уравнений Лоренца, результаты численного решения уравнений Лоренца, аттрактор Лоренца

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Сценарии перехода к турбулентности. Система Лоренца : обзор сценариев, вывод уравнения Лоренца

практическое занятие (3 часа(ов)):

стационарные решения уравнений Лоренца, результаты численного решения уравнений Лоренца, аттрактор Лоренца

Тема 15. Сценарий Фейгенбаума перехода к турбулентности: бифуркация удвоения, уравнение РГ, линеаризованное уравнение РГ, скейлинг

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Сценарий Фейгенбаума перехода к турбулентности: бифуркация удвоения

практическое занятие (3 часа(ов)):

уравнение РГ, линеаризованное уравнение РГ, скейлинг

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Устойчивость жидкой струи. Статический анализ: физика неустойчивости, случай бесконечной струи, равновесие жидко-го мостика.	2	1	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
2.	Тема 2. Устойчивость жидкой струи. Метод возмущений: постановка задачи, уравнение для возмущений, решение уравнения для возмущений, механическая картина процесса, влияние движения на устойчивость струи.	2	2	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
3.	Тема 3. Неустойчивость Кельви-на-Гельмгольца: базовый поток и физика неустойчивости, уравнение для возмущений и его решение, поверхностные гравитационные волны, внутренние гравитационные волны, неустойчивость Релея-Тейлора, учет поверхностного натяжения.	2	3	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
4.	Тема 4. Тепловая и центробежная неустойчивость: статический анализ общего случая, тепловая неустойчивость: задача Бенара-Релея, неустойчивость течения Куэтта: задача Тейлора	2	4	подготовка к контрольной работе	4	контрольная работа

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
5.	Тема 5. Тепловая неустойчивость Релея-Бенара: динамический анализ: постановка задачи, уравнение для возмущений, вещественность собственных чисел, решение задачи на собственные значения, схема потоков в конвективных ячейках	2	5	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
6.	Тема 6. Неустойчивость систем с двойной диффузией: потеря устойчивости через развитие пальцев, осцилляционная неустойчивость	2	6	подготовка домашнего задания	5	домашнее задание
7.	Тема 7. Центробежная неустойчивость: динамический анализ: неустойчивость течения Куэтта, вторичные течения, неустойчивость Гёртлера	2	7	подготовка домашнего задания	5	домашнее задание
8.	Тема 8. Энергетический метод: уравнение энергии для возмущений, основные идеи энергетического метода, энергетический метод в задаче Релея-Бенара	2	8	подготовка к презентации	5	презентация
9.	Тема 9. Слабо нелинейная теория возмущений: нелинейное взаимодействие малых возмущений, основная идея метода, модельная одномерная задача, вывод уравнения Ландау для тепловой конвекции в пористом слое	2	9	подготовка к коллоквиуму	5	коллоквиум

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
10.	Тема 10. Устойчивость невязких плоских параллельных потоков: уравнение Релея, критерий Релея, теорема Ховарда, схема Кельвина течения вблизи критического слоя	3	1-2	подготовка домашнего задания	1	домашнее задание
11.	Тема 11. Точные решения задачи Релея.: устойчивость плоского потока Куэтта, неустойчивость сдвигового слоя, неустойчивость струи, расчет критического состояния	3	3	подготовка домашнего задания	1	домашнее задание
12.	Тема 12. Устойчивость вязких плоских параллельных потоков: уравнение Орра-Зоммерфельда, физический механизм неустойчивости, анализ основных потоков, экспериментальная верификация теории.	3	4	подготовка домашнего задания	1	домашнее задание
13.	Тема 13. Численные методы решения задач Релея и Орра-Зоммерфельда: локальный метод решения задачи Релея, метод составной матрицы решения задачи Орра-Зоммерфельда	3	5	подготовка к контрольной точке	1	контрольная точка

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
14.	Тема 14. Сценарии перехода к турбулентности. Система Лоренца : обзор сценариев, вывод уравнения Лоренца для ?вечного двигателя? Релея-Бенара, стационарные решения уравнений Лоренца, результаты численного решения уравнений Лоренца, аттрактор Лоренца	3	6-7	подготовка домашнего задания	1	домашнее задание
15.	Тема 15. Сценарий Фейгенбаума перехода к турбулентности: бифуркация удвоения, уравнение РГ, линеаризованное уравнение РГ, скейлинг	3	8-9	подготовка к научному докладу	1	научный доклад
	Итого				46	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

лекционные занятия, семинары, контрольные работы, экзамен. В течение семестра студенты выступают на семинарских занятиях, решают задачи, указанные преподавателем. В каждом семестре проводятся контрольные работы (на семинарских занятиях). К экзамену до-пускаются студенты, показавшие положительные результаты по текущей работе в течение семестра.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Устойчивость жидкой струи. Статический анализ: физика неустойчивости, случай бесконечной струи, равновесие жидко-го мостика.

домашнее задание , примерные вопросы:

Численное решение задачи о неустойчивости жидкого мостика. Анализ результатов решения

Тема 2. Устойчивость жидкой струи. Метод возмущений: постановка задачи, уравнение для возмущений, решение уравнения для возмущений, механическая картина процесса, влияние движения на устойчивость струи.

домашнее задание , примерные вопросы:

Аналитическое решение уравнений для возмущений. Анализ движения струи на развитие неустойчивости.

Тема 3. Неустойчивость Кельви-на-Гельмгольца: базовый поток и физика неустойчивости, уравнение для возмущений и его решение, поверхностные гравитационные волны, внутренние гравитационные волны, неустойчивость Релея-Тейлора, учет поверхностного натяжения.

домашнее задание , примерные вопросы:

Решение задачи о развитии поверхностных, гравитационных и внутренних волн.

Тема 4. Тепловая и центробежная неустойчивость: статический анализ: статический анализ общего случая, тепловая неустойчивость: задача Бенара-Релея, неустойчивость течения Куэтта: задача Тейлора

контрольная работа , примерные вопросы:

1) Задача о неустойчивости жидкого мостика 2) Задача о влиянии движения на устойчивость струи 3) Задача Бенара-Релея 4) Задача Тейлора

Тема 5. Тепловая неустойчивость Релея-Бенара: динамический анализ: постановка задачи, уравнение для возмущений, вещественность собственных чисел, решение задачи на собственные значения, схема потоков в конвективных ячейках

домашнее задание , примерные вопросы:

Решение задачи на собственные значения, схема потоков в конвективных ячейках

Тема 6. Неустойчивость систем с двойной диффузией: потеря устойчивости через развитие пальцев, осцилляционная неустойчивость

домашнее задание , примерные вопросы:

Аналитический и численный анализ неустойчивости систем с двойной диффузией: потеря устойчивости через развитие пальце

Тема 7. Центробежная неустойчивость: динамический анализ: неустойчивость течения Куэтта, вторичные течения, неустойчивость Гёртлера

домашнее задание , примерные вопросы:

Численный анализ неустойчивости Гёртлера

Тема 8. Энергетический метод: уравнение энергии для возмущений, основные идеи энергетического метода, энергетический метод в задаче Релея-Бенара

презентация , примерные вопросы:

Численная реализация энергетического метода в задаче Релея-Бенара

Тема 9. Слабо нелинейная теория возмущений: нелинейное взаимодействие малых возмущений, основная идея метода, модельная одномерная задача, вывод уравнения Ландау для тепловой конвекции в пористом слое

коллоквиум , примерные вопросы:

1) Неустойчивость систем с двойной диффузией 2) Тепловая неустойчивость Релея-Бенара 3) Центробежная неустойчивость: динамический анализ: 4) Вывод уравнения Ландау для тепловой конвекции в пористом слое, аналитическая и численная реализация его решения.

Тема 10. Устойчивость невязких плоских параллельных потоков: уравнение Релея, критерий Релея, теорема Ховарда, схема Кельвина течения вблизи критического слоя

домашнее задание , примерные вопросы:

Схема Кельвина течения вблизи критического слоя: численная реализация, сравнение с теорией

Тема 11. Точные решения задачи Релея.: устойчивость плоского потока Куэтта, неустойчивость сдвигового слоя, неустойчивость струи, расчет критического состояния

домашнее задание , примерные вопросы:

Решение задач о неустойчивости сдвигового слоя, неустойчивости струи, расчет критического состояния

Тема 12. Устойчивость вязких плоских параллельных потоков: уравнение Орра-Зоммерфельда, физический механизм неустойчивости, анализ основных потоков, экспериментальная верификация теории.

домашнее задание , примерные вопросы:

Устойчивость вязких плоских параллельных потоков: уравнение Орра-Зоммерфельда:
численная реализация

Тема 13. Численные методы решения задач Релея и Орра-Зоммерфельда: локальный метод решения задачи Релея, метод составной матрицы решения задачи Орра-Зоммерфельда

контрольная точка , примерные вопросы:

численная реализация методов решения задач Релея и Орра-Зоммерфельда

Тема 14. Сценарии перехода к турбулентности. Система Лоренца : обзор сценариев, вывод уравнения Лоренца для ?вечного двигателя? Релея-Бенара, стационарные решения уравнений Лоренца, результаты численного решения уравнений Лоренца, аттрактор Лоренца

домашнее задание , примерные вопросы:

Численное решение уравнений Лоренца, аттрактор Лоренца

Тема 15. Сценарий Фейгенбаума перехода к турбулентности: бифуркация удвоения, уравнение РГ, линейризованное уравнение РГ, скейлинг

научный доклад , примерные вопросы:

Уравнение РГ, линейризованное уравнение РГ, скейлинг

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к экзамену:

Все виды текущего контроля успеваемости и аттестации по итогам освоения дисциплины оцениваются по 100-балльной рейтинговой системе, принятой к КФУ.

Примерные экзаменационные билеты

- 1) Устойчивость жидкой струи. Статический анализ: физика неустойчивости, случай бесконечной струи.
- 2) Равновесие жидкого мостика
- 3) Метод возмущений в задаче об устойчивости жидкой струи. Влияние движения на устойчивость струи.
- 4) Неустойчивость Кельвина-Гельмгольца: базовый поток и физика неустойчивости, уравнение для возмущений и его решение.
- 5) Неустойчивость Релея-Тейлора, учет поверхностного натяжения.
- 6) Центробежная неустойчивость Задача Тейлора
- 7) Тепловая неустойчивость. Задача Бенара-Релея.
- 8) Энергетический метод анализа устойчивости.
- 9) Неустойчивость систем с двойной диффузией
- 10) Слабо нелинейная теория возмущений. Вывод уравнения Ландау для тепловой конвекции в пористом слое
- 11) Устойчивость невязких плоских параллельных потоков: уравнение Релея, критерий Релея, теорема Ховарда
- 12) Точные решения задачи Релея.: устойчивость плоского потока Куэтта, неустойчивость сдвигового слоя.
- 13) Устойчивость вязких плоских параллельных потоков: уравнение Орра-Зоммерфельда.
- 14) Метод составной матрицы решения задачи Орра-Зоммерфельда
- 15) Сценарий Лоренца перехода к турбулентности.
- 16) Сценарий Фейгенбаума перехода к турбулентности.

7.1. Основная литература:

Практические занятия по курсу "Устойчивость и управление движением", Тазюков, Фэрид Хоснутдинович;Тазюков, Булат Фэридович, 2011г.

Ягодин Г.А., Пуртова Е.Е. Устойчивое развитие человек и биосфера: учебное пособие. - М.:Бином. Лаборатория знаний, 2013. - 109 с.

http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=8799

Формальский А.М. Управление движением неустойчивых объектов. - М.: Физматлит", 2012. - 277 с.

http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=48308

7.2. Дополнительная литература:

Динамический хаос, Кузнецов, Сергей Петрович, 2006г.

Нелинейные волны, солитоны и хаос, Инфельд, Эрик;Роуландс, Джордж;Кузнецов, Е. А., 2006г.

Устойчивость течений релаксирующих молекулярных газов, Григорьев, Юрий Николаевич;Ершов, Игорь Валерьевич, 2012г.

7.3. Интернет-ресурсы:

альбом течений жидкости и газа . AN ALBUM OF FLUID MOTION - -
www.imes.msu.ru/content/nio/VanDaik/vd_main.html

Гидрогазодинамика: Учебное пособие / А.А. Кудинов. - М.: НИЦ ИНФРА-М, -
<http://www.znaniium.com/bookread.php?book=410288>

Методы научного познания: Учебное пособие / С.А. Лебедев. - М.: Альфа-М: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 272 с - <http://www.znaniium.com/bookread.php?book=450183>

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

НБ им. Н.И. Лобачевского КФУ - URL:http://z3950.ksu.ru/bcover/0000685310_con.pdf

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Гидродинамическая устойчивость" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

учебные аудитории для проведения лекционных и семинарских занятий, учебный компьютерный класс с лицензионным ПО.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 010800.68 "Механика и математическое моделирование" и магистерской программе Механика жидкости, газа и плазмы .

Автор(ы):

Егоров А.Г. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Коноплев Ю.Г. _____

"__" _____ 201__ г.