Билеты к зачету по ММЕ.

Билет № 1.

1. Теплоемкость. Энтальпия. Уравнения состояния.

2. Уравнения термогравитационной конвекции. Граничные условия для уравнений гидродинамики и энергии. Приведение к безразмерному виду уравнений и краевых условий.

3. Гидродинамический и тепловой пограничные слои при свободноконвективных течениях в вертикальных слоях жидкости.

Билет № 2.

1. Поле температуры. Тепловой поток. Коэффициент теплопроводности. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Условия однозначности для процессов теплопроводности.

2. Линейная теория устойчивости. Понятия устойчивости ламинарного потока и процессы ламинарно-турбулентного перехода (ЛТП). Уравнение Орра-Зоммерфельда.

3. Гидродинамический и тепловой пограничные слои при свободноконвективных течениях в горизонтальных слоях жидкости.

Билет № 3.

1. Концепция сплошной среды. Физические свойства жидкости и газа.

2. Уравнение энергии. Граничные условия для уравнений гидродинамики и энергии. Приведение к безразмерному виду уравнений и краевых условий.

3. Линейная теория устойчивости в задачах термогравитационной конвекции. Понятия устойчивости ламинарного потока и процессы ламинарно-турбулентного перехода (ЛТП). Обобщение уравнения Орра-Зоммерфельда.

Билет № 4.

1. Диффузионные процессы. Основные способы переноса теплоты.

2. Уравнения термогравитационной конвекции. Граничные условия для уравнений гидродинамики и энергии. Приведение к безразмерному виду уравнений и краевых условий.

3. Уравнения Рейнольдса. Проблема замыкания. Простейшие модели замыкания.

Билет № 5.

1. Теплоемкость. Энтальпия. Уравнения состояния.

2. Уравнения Эйлера и Стокса. Граничные условия для уравнений гидродинамики и энергии. Приведение к безразмерному виду уравнений и краевых условий.

3. Линейная теория устойчивости в задачах термогравитационной конвекции. Понятия устойчивости ламинарного потока и процессы ламинарно-турбулентного перехода (ЛТП). Обобщение уравнения Орра-Зоммерфельда.

Билет № 6.

1. Внутренняя энергия термодинамической системы.

2. Уравнения движения Навье-Стокса. Граничные условия для уравнений гидродинамики и энергии. Приведение к безразмерному виду уравнений и краевых условий.

3. К-ε модель турбулентности. Физическое содержание понятий – кинетическая энергия турбулентности и диссипация.

Билет № 7.

1. Поле температуры. Тепловой поток. Коэффициент теплопроводности. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Условия однозначности для процессов теплопроводности.

2. Уравнения термогравитационной конвекции. Граничные условия для уравнений гидродинамики и энергии. Приведение к безразмерному виду уравнений и краевых условий.

3. Уравнения Рейнольдса. Проблема замыкания. Простейшие модели замыкания.

Билет № 8.

1. Концепция сплошной среды. Физические свойства жидкости и газа.

2. Уравнения Эйлера и Стокса. Граничные условия для уравнений гидродинамики и энергии. Приведение к безразмерному виду уравнений и краевых условий.

3. Линейная теория устойчивости. Понятия устойчивости ламинарного потока и процессы ламинарно-турбулентного перехода (ЛТП). Уравнение Орра-Зоммерфельда.

Билет № 9.

1. Диффузионные процессы. Основные способы переноса теплоты.

2. Уравнение энергии. Граничные условия для уравнений гидродинамики и энергии. Приведение к безразмерному виду уравнений и краевых условий.

3. Понятие - механическое равновесие. Основные закономерности перехода от режима теплопроводности к конвекции в горизонтальном слое жидкости, подогреваемой снизу; влияние относительных размеров слоя и числа Прандтля.

Билет № 10.

1. Теплоемкость. Энтальпия. Уравнения состояния.

2. Уравнения движения Навье-Стокса. Граничные условия для уравнений гидродинамики и энергии. Приведение к безразмерному виду уравнений и краевых условий.

3. Линейная теория устойчивости в задачах термогравитационной конвекции. Понятия устойчивости ламинарного потока и процессы ламинарно-турбулентного перехода (ЛТП). Обобщение уравнения Орра-Зоммерфельда.

Билет № 11.

1. Внутренняя энергия термодинамической системы.

2. Уравнения термогравитационной конвекции. Граничные условия для уравнений гидродинамики и энергии. Приведение к безразмерному виду уравнений и краевых условий.

3. Модель Лоренца, ее физическая интерпретация и основные свойства. Притягивающие множества. Аттракторы.

Билет № 12.

1. Поле температуры. Тепловой поток. Коэффициент теплопроводности.

2. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Условия однозначности для процессов теплопроводности.

3. Линейная теория устойчивости в задачах термогравитационной конвекции. Понятия устойчивости ламинарного потока и процессы ламинарно-турбулентного перехода (ЛТП). Обобщение уравнения Орра-Зоммерфельда.

Билет № 13.

1. Определяющие физические характеристики ньютоновских жидкостей. Приближение Буссинеска.

2. Уравнение энергии. Граничные условия для уравнений гидродинамики и энергии. Приведение к безразмерному виду уравнений и краевых условий.

3. Линейная теория устойчивости. Понятия устойчивости ламинарного потока и процессы ламинарно-турбулентного перехода (ЛТП). Уравнение Орра-Зоммерфельда.

Билет № 14.

1. Диффузионные процессы. Основные способы переноса теплоты. Уравнение неразрывности.

2. Уравнения Эйлера и Стокса. Граничные условия для уравнений гидродинамики и энергии. Приведение к безразмерному виду уравнений и краевых условий.

3. Понятие - механическое равновесие. Основные закономерности перехода от режима теплопроводности к конвекции в горизонтальном слое жидкости, подогреваемой снизу; влияние относительных размеров слоя и числа Прандтля.

Билет № 15.

1. Теплоемкость. Энтальпия. Уравнения состояния.

2. Уравнения движения Навье-Стокса. Граничные условия для уравнений гидродинамики и энергии. Приведение к безразмерному виду уравнений и краевых условий. Параметры подобия.

3. Задача Рэлея. Нейтральная кривая. Нормальные колебания. Рэлей - Бенаровская конвекция конечной амплитуды и процессы ЛТП.

Билет № 16.

1. Концепция сплошной среды. Физические свойства жидкости и газа. Уравнение неразрывности.

2. Уравнения термогравитационной конвекции. Граничные условия для уравнений гидродинамики и энергии. Приведение к безразмерному виду уравнений и краевых условий. Параметры подобия.

3. К-ε модель. Физическое содержание понятий – кинетическая энергия турбулентности и диссипация.

Билет № 17.

1. Внутренняя энергия термодинамической системы. Уравнение неразрывности.

2. Уравнения движения Навье-Стокса. Граничные условия для уравнений гидродинамики и энергии. Приведение к безразмерному виду уравнений и краевых условий. Параметры подобия.

3. Задача Рэлея. Нейтральная кривая. Нормальные колебания. Рэлей - Бенаровская конвекция конечной амплитуды и процессы ЛТП.

Билет № 18.

1. Поле температуры. Тепловой поток. Коэффициент теплопроводности. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Условия однозначности для процессов теплопроводности.

2. Линейная теория устойчивости. Понятия устойчивости ламинарного потока и процессы ламинарно-турбулентного перехода (ЛТП). Уравнение Орра-Зоммерфельда.

3. Уравнения Рейнольдса. Проблема замыкания. Простейшие модели замыкания.

Билет № 19.

1. Диффузионные процессы. Основные способы переноса теплоты. Уравнение неразрывности.

2. Уравнения Эйлера и Стокса. Граничные условия для уравнений гидродинамики и энергии. Приведение к безразмерному виду уравнений и краевых условий. Параметры подобия.

3. Понятие - механическое равновесие. Основные закономерности перехода от режима теплопроводности к конвекции в горизонтальном слое жидкости, подогреваемой снизу; влияние относительных размеров слоя и числа Прандтля.

Билет № 20.

1. Концепция сплошной среды. Физические свойства жидкости и газа. Уравнение неразрывности.

2. Уравнение энергии. Граничные условия для уравнений гидродинамики и энергии. Граничные условия для уравнений гидродинамики и энергии. Приведение к безразмерному виду уравнений и краевых условий. Параметры подобия.

3. Модель Лоренца, ее физическая интерпретация и основные свойства. Притягивающие множества. Аттракторы и их физическая интерпретация.

Билет № 21.

1. Теплоемкость. Энтальпия. Уравнения состояния. Уравнение неразрывности.

2. Уравнения движения Навье-Стокса. Граничные условия для уравнений гидродинамики и энергии. Приведение к безразмерному виду уравнений и краевых условий. Параметры подобия.

3. Уравнения Рейнольдса. Проблема замыкания. Простейшие модели замыкания.

Билет № 22.

1. Внутренняя энергия термодинамической системы. Уравнение неразрывности.

2. Задача Рэлея. Нейтральная кривая. Нормальные колебания. Рэлей - Бенаровская конвекция конечной амплитуды и процессы ЛТП.

3. К-ε модель. Физическое содержание понятий – кинетическая энергия турбулентности и диссипация.

Билет № 23.

1. Поле температуры. Тепловой поток. Коэффициент теплопроводности. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Условия однозначности для процессов теплопроводности.

2. Уравнения Эйлера и Стокса. Граничные условия для уравнений гидродинамики и энергии. Приведение к безразмерному виду уравнений и краевых условий. Параметры подобия.

3. Модель Лоренца, ее физическая интерпретация и основные свойства. Притягивающие множества. Типы аттракторов и их физическая интерпретация.

Билет № 24.

1. Диффузионные процессы. Основные способы переноса теплоты. Уравнение неразрывности.

2. Линейная теория устойчивости. Понятия устойчивости ламинарного потока и процессы ламинарно-турбулентного перехода (ЛТП). Уравнение Орра-Зоммерфельда.

3. Гидродинамический и тепловой пограничные слои при свободноконвективных течениях.

Билет № 25.

1. Определяющие физические характеристики ньютоновских жидкостей. Приближение Буссинеска.

2. Уравнения термогравитационной конвекции. Граничные условия для уравнений гидродинамики и энергии. Приведение к безразмерному виду уравнений и краевых условий. Параметры подобия.

3. Понятие - механическое равновесие. Основные закономерности перехода от режима теплопроводности к конвекции в горизонтальном слое жидкости, подогреваемой снизу; влияние относительных размеров слоя и числа Прандтля.

Билет № 26.

1. Концепция сплошной среды. Физические свойства жидкости и газа. Уравнение неразрывности.

2. Уравнение энергии. Граничные условия для уравнений гидродинамики и энергии. Приведение к безразмерному виду уравнений и краевых условий. Параметры подобия.

3. Модель Лоренца, ее физическая интерпретация и основные свойства. Притягивающие множества. Сечение Пуанкаре. Отличие периодических процессов от хаотических.

Билет № 27.

1. Внутренняя энергия термодинамической системы. Уравнение неразрывности.

2. Уравнения движения Навье-Стокса. Граничные условия для уравнений гидродинамики и энергии. Приведение к безразмерному виду уравнений и краевых условий. Параметры подобия.

3. Гидродинамический и тепловой пограничные слои при свободноконвективных течениях.

Билет № 28.

1. Поле температуры. Тепловой поток. Коэффициент теплопроводности. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Условия однозначности для процессов теплопроводности.

2. Уравнения Эйлера и Стокса. Граничные условия для уравнений гидродинамики и энергии. Приведение к безразмерному виду уравнений и краевых условий. Параметры подобия.

3. Линейная теория устойчивости. Понятия устойчивости ламинарного потока и процессы ламинарно-турбулентного перехода (ЛТП). Уравнение Орра-Зоммерфельда.

Билет № 29.

1. Диффузионные процессы. Основные способы переноса теплоты. Уравнение неразрывности.

2. Линейная теория устойчивости. Понятия устойчивости ламинарного потока и процессы ламинарно-турбулентного перехода (ЛТП). Уравнение Орра-Зоммерфельда.

3. Понятие - механическое равновесие. Основные закономерности перехода от режима теплопроводности к конвекции в горизонтальном слое жидкости, подогреваемой снизу; влияние относительных размеров слоя и числа Прандтля.

Билет № 30.

1. Теплоемкость. Энтальпия. Уравнения состояния. Уравнение неразрывности.

2. Уравнение энергии. Граничные условия для уравнений гидродинамики и энергии. Приведение к безразмерному виду уравнений и краевых условий. Параметры подобия.

3. Уравнения Эйлера и Стокса. Точные решения уравнений гидродинамики.Течения Куэтта и Пуазейля.

Билет № 31.

1. Внутренняя энергия термодинамической системы. Уравнение неразрывности.

2. Уравнения движения Навье-Стокса. Граничные условия для уравнений гидродинамики и энергии. Приведение к безразмерному виду уравнений и краевых условий. Параметры подобия.

3. Понятие - механическое равновесие. Основные закономерности перехода от режима теплопроводности к конвекции в горизонтальном слое жидкости, подогреваемой снизу; влияние относительных размеров слоя и числа Прандтля.

**Вопросы к** зачету **по дисциплине «**Математические модели в естествознании**»**

1. Термодинамическая система, ее параметры и условия равновесия. Равновесные состояния и равновесные процессы.

2. Внутренняя энергия термодинамической системы.

3. Теплоемкость. Энтальпия. Уравнения состояния.

4. Уравнения баланса и законы сохранения в термодинамической системе.

5. Диффузионные процессы. Основные способы переноса теплоты.

6. Поле температуры. Тепловой поток. Коэффициент теплопроводности. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Условия однозначности для процессов теплопроводности.

7. Динамические системы.

8. Стационарное состояние динамической системы.

9. Устойчивые и неустойчивые движения (по Ляпунову) в динамических системах

10. Концепция сплошной среды. Физические свойства жидкости и газа.

11. Физические свойства жидкости и газа.

12. Уравнение неразрывности.

13. Уравнения движения Навье-Стокса.

14. Уравнения Эйлера и Стокса.

15. Уравнение энергии.

16. Определяющие физические характеристики ньютоновских жидкостей. Приближение Буссинеска.

17. Конвективный теплообмен в однородной среде. Основные понятия и определения.

18. Уравнения термогравитационной конвекции.

19. Взаимосвязь законов сохранения и системы уравнений гидродинамики.

20. Граничные условия для вынужденных изотермических течений и течений термогравитационной природы.

21. Понятие - механическое равновесие. Основные закономерности перехода от режима теплопроводности к конвекции в горизонтальном слое жидкости, подогреваемой снизу; влияние относительных размеров слоя и числа Прандтля.

22. Задача Рэлея. Нейтральная кривая. Нормальные колебания. Рэлей - Бенаровская конвекция конечной амплитуды и процессы ЛТП.

23. Рэлей - Бенаровская конвекция конечной амплитуды и процессы ЛТП.

24. Основные параметры подобия и их физическая интерпретация. Числа Прандтля, Рэлея и Грасгофа.

25. Линейная теория устойчивости. Понятия устойчивости ламинарного потока и процессы ламинарно-турбулентного перехода (ЛТП). Уравнение Орра-Зоммерфельда.

26. Притягивающие множества. Аттракторы.

27. Модель Лоренца, ее физическая интерпретация и основные свойства. Притягивающие множества. Аттракторы.

28. Понятие - динамический хаос.

29. Характеристики хаотического режима, свойства апериодических аттракторов.

30. Странные аттракторы.

31. Сечение Пуанкаре. Отличие периодических процессов от хаотических.

32. Фрактальная размерность. Измерения размерности странных аттракторов.

33. Показатель Ляпунова, его физическая интерпретация и процедура определения.

34. Свободная конвекция в вертикальном слое между нагретыми до разных температур вертикальными стенками. Устойчивость течения.

35. Основные сценарии перехода к турбулентным режимам в случае вынужденных течений.

36. Модели турбулентных режимов течения.

37. Уравнения Рейнольдса. Проблема замыкания. Простейшие модели замыкания.

38. Простейшие модели замыкания.

39. К-ε модель. Физическое содержание понятий – кинетическая энергия турбулентности и диссипация.

40. Характеристики турбулентных течений. Физическое содержание понятий - спектр и автокорреляция.

41. Точные решения уравнении гидродинамики.

42. Течения Куэтта.

43. Течения Пуазейля.

44. Гидродинамический пограничный слой при вынужденных течениях.

45. Тепловой пограничный слой при вынужденных и свободноконвективных течениях.

46. Гидродинамический и тепловой пограничные слои при свободноконвективных течениях.

Стационарные тепловые поля. Краевые задачи.

Интегральные соотношения, описывающие тепловые балансы.

Нестационарные тепловые поля.

Структура тепловых полей.

Реакция нестационарных полей на изменение коэффициентов дифференциальных уравнений.

Учет фазового перехода.

Уравнения Эйлера и Навье-Стокса.

Граничные условия для уравнений гидродинамики и энергии.

Течения Куэтта и Пуазейля,

течение в пограничном слое.

Литература

По термодинамике:

1. Базаров И.П., Геворкян Э.В., Николаев П.Н. Термодинамика и статистическая физика.

Теория равновесных систем. М: Изд-во МГУ, 1986, с.

1. Румер Ю.Б., Рывкин М.Ш. Термодинамика, статистическая физика и кинетика. М.:

Наука, 1977.

Основные исходные сведения о гидродинамике, теплообмене и уравнениях с граничными условиями можно найти в наиболее доступной форме:

1. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача, Изд-е 4-е, М.: Энергоиздат, 1981.
2. Крейт Ф., Блэк Ч. Основы теплопередачи. М.: Мир, 1983.
3. Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя. М.: Наука, 1969.
4. Шлихтинг Г. Возникновение турбулентности. М.:ИЛ, 1962.
5. Хант Д. Н. Динамика несжимаемой жидкости. М.: Мир, 1967.

В более сложной форме:

1. Монин А.С., Яглом А.М. Статистическая гидромеханика. Часть I. М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1965.
2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Гидродинамика. М.: Наука, 1988 (4-е изд-е).

Основные понятия о свободной конвекции, системе уравнений и граничных условиях, о задачах устойчивости конвективного течения:

1. Гершуни Г.З., Жуховицкий Е.М. Конвективная устойчивость несжимаемой жидкости. М.: Наука, 1972.
2. Гершуни Г.З., Жуховицкий Е.М., Непомнящий А. А. Устойчивость конвективных

течений. М.: Наука, 1989.

1. Гидродинамические неустойчивости и переход к турбулентности. М: Мир. 1984. Обзор Буссе Ф.Г. стр.124-168.
2. Монин А.С., Яглом А.М. Статистическая гидромеханика. Часть I. М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1965.

Выводы уравнений для системы Лоренца в сжатой форме и основные результаты:

1. Шустер Г. Детерминированный хаос. Введение. М.: Мир, 1988.
2. Берже П., Помо И., Видаль К. Порядок в хаосе. О детерминистическом подходе к турбулентности. М.: Мир, 1991.
3. Неймарк Ю.И., Ланда П.С. Стохастические и хаотические колебания. М.: Наука, 1987.
4. Лихтенберг А., Либерман М. Регулярная и стохастическая динамика. М.: Мир, 1984, с.73-80, 474-485.
5. Сборник статей “Странные аттракторы”. М: Мир, 1981. Перевод статьи Лоренца Э.Н. на стр. 88-116.
6. Лоренц Э.Н. Детерминированное непериодическое течение. В сб. статей ”Странные аттракторы”. М.: Мир,1981, с.88-116.
7. Николис Г., Пригожин И. Познание сложного. М.: Мир, 1990.

Турбулентность, уравнения Рейнольдса. Модели турбулентности:

1. Моделирование турбулентных течений: Учебное пособие / И.А. Белов, С.А.

Исаев, Балт. гос. техн. ун-т., СПб., 2001. 108 с.

2. Монин А.С., Яглом А.М. Статистическая гидромеханика. Часть I. М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1965.

3. Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя. М.: Наука, 1969.

4. Шлихтинг Г. Возникновение турбулентности. М.:ИЛ, 1962.

5. Хинце И.О. Турбулентность. Ее механизм и теория. М.: Физматгиз, 1963. 680с.

6. Турбулентность. Принципы и применения. Под редакцией У. Фроста, Т. Моулдена.

М.: Мир. 1980.

7. Рейнольдс А.Дж. Турбулентные течения в инженерных приложениях. М.: Энергия.

1979. 408с.

Литература

1. Базаров И.П., Геворкян Э.В., Николаев П.Н. Термодинамика и статистическая физика.

Теория равновесных систем. М: Изд-во МГУ, 1986, с.

1. Румер Ю.Б., Рывкин М.Ш. Термодинамика, статистическая физика и кинетика. М.:

Наука, 1977.

1. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача, Изд-е 4-е, М.: Энергоиздат, 1981.
2. Крейт Ф., Блэк Ч. Основы теплопередачи. М.: Мир, 1983.
3. Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя. М.: Наука, 1969.
4. Шлихтинг Г. Возникновение турбулентности. М.:ИЛ, 1962.
5. Хант Д. Н. Динамика несжимаемой жидкости. М.: Мир, 1967.
6. Монин А.С., Яглом А.М. Статистическая гидромеханика. Часть I. М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1965.
7. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Гидродинамика. М.: Наука, 1988 (4-е изд-е).
8. Гершуни Г.З., Жуховицкий Е.М. Конвективная устойчивость несжимаемой жидкости. М.: Наука, 1972.
9. Гершуни Г.З., Жуховицкий Е.М., Непомнящий А. А. Устойчивость конвективных

течений. М.: Наука, 1989.

1. Гидродинамические неустойчивости и переход к турбулентности. М: Мир. 1984. Обзор Буссе Ф.Г. стр.124-168.
2. Монин А.С., Яглом А.М. Статистическая гидромеханика. Часть I. М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1965.
3. Шустер Г. Детерминированный хаос. Введение. М.: Мир, 1988.
4. Берже П., Помо И., Видаль К. Порядок в хаосе. О детерминистическом подходе к турбулентности. М.: Мир, 1991.
5. Неймарк Ю.И., Ланда П.С. Стохастические и хаотические колебания. М.: Наука, 1987.
6. Лихтенберг А., Либерман М. Регулярная и стохастическая динамика. М.: Мир, 1984, с.73-80, 474-485.
7. Сборник статей “Странные аттракторы”. М: Мир, 1981. Перевод статьи Лоренца Э.Н. на стр. 88-116.
8. Лоренц Э.Н. Детерминированное непериодическое течение. В сб. статей ”Странные аттракторы”. М.: Мир,1981, с.88-116.
9. Николис Г., Пригожин И. Познание сложного. М.: Мир, 1990.
10. Моделирование турбулентных течений: Учебное пособие / И.А. Белов, С.А.

Исаев, Балт. гос. техн. ун-т., СПб., 2001. 108 с.

1. Монин А.С., Яглом А.М. Статистическая гидромеханика. Часть I. М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1965.
2. Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя. М.: Наука, 1969.
3. Шлихтинг Г. Возникновение турбулентности. М.:ИЛ, 1962.
4. Хинце И.О. Турбулентность. Ее механизм и теория. М.: Физматгиз, 1963. 680с.
5. Турбулентность. Принципы и применения. Под редакцией У. Фроста, Т. Моулдена.

М.: Мир. 1980.

1. Рейнольдс А.Дж. Турбулентные течения в инженерных приложениях. М.: Энергия.

1979. 408с.