

Общие указания

Программа вступительного экзамена в аспирантуру по специальности 1.1.9 Механика жидкости, газа и плазмы предназначена для лиц, желающих проходить обучение в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении Уфимском федеральном исследовательском центре Российской академии наук.

В программе описываются порядок проведения вступительного испытания, критерии оценивания, приведен список вопросов программы.

Порядок проведения вступительных испытаний

Вступительное испытание проводится в форме экзамена на основе билетов. В каждом экзаменационном билете по 2 вопроса. Экзамен проходит в письменной форме. Подготовка к ответу составляет 1 академический час (60 минут) без перерыва с момента раздачи билетов. Задания оцениваются от 0 до 100 баллов в зависимости от полноты и правильности ответов.

Критерии оценивания

Оценка поступающему выставляется в соответствии со следующими критериями.

Отлично (80-100 баллов)

Поступающий в аспирантуру уверенно владеет материалом и необходимыми методами решения конкретных задач, может проиллюстрировать основные положения теории конкретными примерами, ясно и четко дает основные определения, владеет терминологическим и понятийным аппаратом, развернуто отвечает на дополнительные вопросы.

Хорошо (60-79 баллов)

Поступающий в аспирантуру владеет материалом и необходимыми методами решения конкретных задач, может проиллюстрировать основные положения теории конкретными примерами, в достаточной мере владеет терминологическим и понятийным аппаратом, может иметь затруднения при ответе на дополнительные вопросы.

Удовлетворительно (20-59 баллов)

Поступающий в аспирантуру знаком с основным материалом программы;

может проиллюстрировать основные положения теории конкретными примерами, но имеет затруднения при решении некоторых задач; не демонстрирует уверенного владения терминологическим и понятийным аппаратом; отвечает на дополнительные вопросы по программе вступительного испытания, допуская отдельные неточности.

Неудовлетворительно (менее 20 баллов)

Поступающий в аспирантуру не владеет основным материалом программы, не знаком с основными понятиями, не может проиллюстрировать основные положения теории конкретными примерами, не может применить теорию при решении конкретных задач, не отвечает на большинство дополнительных вопросов по программе вступительного испытания.

Список примерных экзаменационных вопросов

1. Понятие сплошной среды. Микроскопические, статистические и макроскопические феноменологические методы описания свойств, взаимодействий и движений материальных сред.
2. Области приложения механики жидкости, газа и плазмы. Механические модели, теоретическая схематизация и постановка задач, экспериментальные методы исследований.
3. Системы отсчета и системы координат. Точки зрения Эйлера и Лагранжа при изучении движения сплошных сред. Инерциальные и неинерциальные системы отсчета в ньютоновской механике.
4. 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.
5. Закон сохранения массы. Уравнение неразрывности в переменных Эйлера и Лагранжа. Условие несжимаемости.
6. Многокомпонентные смеси. Потоки диффузии. Уравнения неразрывности в форме Эйлера для многокомпонентных смесей.
7. Массовые и поверхностные, внутренние и внешние силы. Закон сохранения количества движения для конечных масс сплошной среды. Дифференциальное уравнение количества движения сплошной среды.
8. Массовые и поверхностные, внутренние и внешние силы. Закон сохранения моментов количества движения для конечных масс сплошной среды. Дифференциальное уравнение момента количества движения сплошной среды.
9. Работа внутренних поверхностных сил. Кинетическая энергия и уравнение живых сил для сплошной среды в интегральной и дифференциальной формах.
10. Понятие о параметрах состояния, пространстве состояний, процессах и циклах. Основные постулаты и начала термодинамики (формулировки). Первое начало термодинамики: закон сохранения энергии, внутренняя энергия. Уравнение притока тепла. Вектор потока тепла. Дифференциальные уравнения энергии и притока тепла. Законы теплопроводности Фурье.
11. Различные частные процессы: адиабатический, изотермический и др.
12. Обратимые и необратимые процессы. Совершенный газ. Цикл Карно. Второе начало термодинамики. Энтропия и абсолютная температура. Некомпенсированное тепло и производство энтропии.
13. Неравенство диссипации, тождество Гиббса. Диссипативная функция. Основные макроскопические механизмы диссипации. Понятие о принципе Онзагера.
14. Уравнения состояния. Термодинамические потенциалы двухпараметрических сред.
15. Модель идеальной жидкости. Уравнения Эйлера. Полные системы

уравнений для идеальной, несжимаемой и сжимаемой жидкостей. Начальные и граничные условия.

16. Интегралы Бернулли и Коши-Лагранжа. Явление кавитации.

17. Теорема Томсона и динамические теоремы о вихрях. Возникновение вихрей. Теорема Бьеркнеса.

18. Модель вязкой жидкости. Линейно-вязкая (ньютоновская) жидкость. Уравнения Навье-Стокса. Полные системы уравнений для вязкой несжимаемой и сжимаемой жидкостей. Начальные и граничные условия. Диссипация энергии в вязкой теплопроводной жидкости.

19. Применение интегральных соотношений к конечным объемам среды при установившемся движении.

20. Поверхности слабых и сильных разрывов. Разрывы сплошности.

21. Условия на поверхностях сильного разрыва в материальных средах. Тангенциальные разрывы и ударные волны.

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

23. Общая теория непрерывных потенциальных движений несжимаемой жидкости. Свойства гармонических функций. Многозначность потенциала в многосвязных областях.

24. Кинематическая задача о произвольном движении твердого тела в неограниченном объеме идеальной несжимаемой жидкости.

25. Энергия, количество движения и момент количества движения жидкости при движении в ней твердого тела. Движение сферы в идеальной жидкости.

26. Силы воздействия идеальной жидкости на тело, движущееся в безграничной массе жидкости. Основы теории присоединенных масс. Парадокс Даламбера.

27. Плоские движения идеальной жидкости. Функция тока. Применение методов теории аналитических функций комплексного переменного для решения плоских задач гидродинамики и аэродинамики.

28. 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.

29. Постановка задачи Коши-Пуассона о волнах на поверхности тяжелой несжимаемой жидкости. Гармонические волны. Фазовая и групповая скорость. Дисперсия волн. Перенос энергии прогрессивными волнами.

30. Теория мелкой воды.

31. Уравнения Буссинеска и Кортвега-де-Вриза. Нелинейные волны. Солитон.

32. Ламинарное движение несжимаемой вязкой жидкости. Течения Куэтта и Пуазейля. Течение вязкой жидкости в диффузоре. Диффузия вихря.

33. Приближения Стокса и Озеена. Задача о движении сферы в вязкой жидкости в постановке Стокса.

34. Ламинарный пограничный слой. Задача Блазиуса. Интегральные

соотношения и основанные на их использовании приближенные методы в теории ламинарного пограничного слоя.

35. Явление отрыва пограничного слоя. Устойчивость пограничного слоя. Теплообмен с потоком на основе теории пограничного слоя.

36. Турбулентность. Опыт Рейнольдса. Уравнения Рейнольдса. Турбулентный перенос тепла и вещества. Полуэмпирические теории турбулентности.

37. Профиль скорости в пограничном слое. Логарифмический закон. Прямое численное решение уравнений гидромеханики при наличии турбулентности.

38. Свободная и вынужденная конвекция. Приближение Буссинеска.

39. Линейная неустойчивость подогреваемого плоского слоя и порог возникновения конвекции. Понятие о странном аттракторе.

40. Движение жидкости и газа в пористой среде. Закон Дарси. Система дифференциальных уравнений подземной гидрогазодинамики.

41. Неустановившаяся фильтрация газа. Примеры точных автомобильных решений.

42. Распространение малых возмущений в сжимаемой жидкости. Волновое уравнение. Скорость звука.

43. Запаздывающие потенциалы. Эффект Допплера. Конус Маха.

44. Уравнения газовой динамики. Характеристики.

45. Влияние сжимаемости на форму трубок тока при установившемся движении. Элементарная теория сопла Лавалья.

46. 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.

47. Волны Римана. Эффект опрокидывания волн. Теорема Цемплена. Эволюционные и неэволюционные разрывы.

48. Задача о структуре сильного разрыва.

49. Качественное описание решения задачи о распаде произвольного разрыва.

50. Плоские стационарные сверхзвуковые течения газа. Метод характеристик.

51. Течение Прандтля-Майера. Косой скачок уплотнения. Обтекание сверхзвуковым потоком газа клина и конуса. Понятие об обтекании тел газом с отошедшей ударной волной.

52. Течения с гиперзвуковыми скоростями. Закон сопротивления Ньютона.

53. Система определяющих параметров для выделенного класса явлений. Основные и производные единицы измерения. Формула размерностей. П-теорема. Примеры приложений.

54. Определение физического подобия. Моделирование. Критерии подобия. Числа Эйлера, Маха, Фруда. Рейнольдса, Струхала, Прандтля.

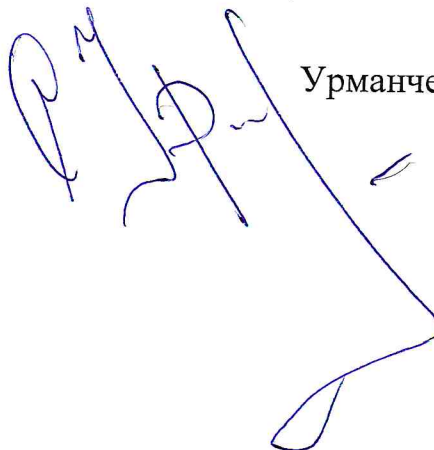
Литература для подготовки

1. Кочин Н.Е., Кибель И.А., Розе Н.В. Теоретическая гидромеханика. Ч. I, ч. II. М.: Физматгиз, 1963.
2. Седов Л.И. Механика сплошной среды. Т. I, т. II, изд. 5, М.: Наука, 1994.
3. Седов Л.И. Методы подобия и размерности в механике, изд. 10. М.: Наука, 1987.
4. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Гидродинамика. Изд. 3. М: Наука, 1986.
5. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. Изд. 5. Н.: Наука, 1978.
6. Черный Г.Г. Газовая динамика. М.: Наука, 1988.
7. Рабинович М.И., Трубецков Д.И. Введение в теорию колебаний и волн. НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2000.
8. Слезкин Н.А. Динамика вязкой несжимаемой жидкости. М.: Гос. изд.-во физ.-тех. лит-ры, 1955.
9. Прандтль Л. Гидроаэромеханика. РХД, 2000.
10. Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя. М: Наука, 1974.

Программа вступительных испытаний в аспирантуру составлена в соответствии с федеральными государственными требованиями и паспортом научной специальности 1.1.9 Механика жидкости, газа и плазмы.

Программу вступительных испытаний по специальной дисциплине научной специальности 1.1.9 Механика жидкости, газа и плазмы разработал:

д-р физ.-мат. наук, проф.



Урманчиев Саид Федорович