

ПРОГРАММА
вступительного экзамена по образовательным программам высшего образования –
программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре
по направлению подготовки - 01.06.01 Математика и механика
(очная и заочная форма обучения)

направленность (профиль): 01.02.05 Механика жидкости, газа и плазмы

Содержание вступительного экзамена

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание
Раздел 1. Механика сплошной среды		
1.	Тема 1. Вводные положения	Сплошные среды как непрерывные континуумы. Области приложения механики жидкости, газа и плазмы. Механические модели, теоретическая схематизация и постановка задач, экспериментальные методы исследований. Основные исторические этапы в развитии механики жидкости, газа и плазмы.
2.	Тема 2. Кинематика деформируемых континуумов	Системы координат и системы отсчета. Системы отсчета наблюдателя и система отсчета подвижная. Точки зрения Эйлера и Лагранжа при изучении движения сплошной среды. Закон движения сплошной среды. Поле перемещений, поле скоростей, поле температур, поле внутренних напряжений, электромагнитное поле и т.п. Определение и свойства кинематических характеристик движения.
3.	Тема 3. Основные понятия и уравнения динамики	Масса и плотность. Уравнение неразрывности в переменных Эйлера и Лагранжа. Условие несжимаемости. Массовые и поверхностные, внутренние и внешние силы. Примеры сил. Уравнения количества движения и моментов количества движения. Динамические дифференциальные уравнения движения сплошной среды. Элементарная работа внутренних массовых и поверхностных сил. Понятие о параметрах состояний, процессах и циклах. Закон сохранения энергии и понятие о внутренней энергии. Понятие о потоке тепла и температуре и внутренней энергии. Уравнение притока тепла. Законы для притока тепла за счет теплопроводности. Различные частные процессы: адиабатический, изотермический и др. Обратимые и необратимые процессы. Совершенный газ. Цикл Карно. Второй закон термодинамики. Энтропия и абсолютная шкала температур.
4.	Тема 4. Механическое подобие, моделирование.	Система определяющих параметров для выделенного класса явлений в теории и при постановке экспериментов. Величины с основными и производными размерностями. Формула размерностей. Определение физического подобия. Моделирование. Критерии подобия. Числа Эйлера, Маха, Фруда, Рейнольдса, Струхала, Прандтля.
Раздел 2. Гидроаэромеханика		
5.	Тема 4. Общая теория движения жидких и газообразных сред	Модели идеальной несжимаемой и сжимаемой жидкостей и совершенного газа. Уравнений Эйлера. Баротропные процессы и различные виды интеграла Коши-Лагранжа и интеграла Бернулли. Теорема Томсона и динамические теоремы о вихрях. Модель вязкой жидкости. Законы Навье-Стокса. Диссипация энергии в вязкой теплопроводной жидкости. Применение интегральных соотношений к конечным объемам материальной среды при установившемся движении. Теория реактивной тяги и теория идеального пропеллера. Явление кавитации.

6.	Тема 5. Движение идеальной жидкости	Общая теория непрерывных потенциальных движений несжимаемой жидкости. Свойства гармонических функций. 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. Обтекание сферы. Силы воздействия идеальной жидкости на тело, движущееся в безграничной массе жидкости. Парадокс Даламбера. Применение методов теории аналитических функций комплексного переменного для решения плоских задач гидродинамики и аэродинамики. Плоские задачи о стационарном обтекании жидкостью профиля. Формулы С.А.Чаплыгина и теорема Н.Е.Жуковского. Правило Н.Е.Жуковского и С.А.Чаплыгина определения циркуляции вокруг крыльев с острой задней кромкой. Определение поля скоростей по заданным вихрям и источникам. Прямолинейный и кольцевой вихри. Законы распределения давлений, силы, обуславливающие вынужденные движения прямолинейных вихрей в плоском потоке. Возникновение вихрей. 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. Волновое сопротивление при плоском движении жидкости.
7.	Тема 6. Движения вязкой жидкости. Теория пограничного слоя.	Ламинарное движение несжимаемой вязкой жидкости в цилиндрических трубах. Задача о движении сферы вязкой жидкости в постановке Стокса. Управление ламинарного пограничного слоя в несжимаемой жидкости и в газе. Задача Блазиуса. Интегральные соотношения и основные на их использовании приближенные методы в теории ламинарного слоя. Турбулентность. Турбулентные движения жидкости в цилиндрических трубах. Опыт Рейнольдса. Уравнения Рейнольдса. Явление отрыва пограничного слоя. Полуэмпирические теории турбулентности. Определение сопротивления тел с учетом пограничного слоя. Теплообмен с газовым потоком на основе теории пограничного слоя.
8.	Тема 7. Газовая динамика.	Теория распространения звука. Проблемы дифракции звука. Линейная теория сверхзвукового обтекания тонких профилей и тел вращения. Кинематика распространения волн, фазы, амплитуда. Запаздывающие потенциалы. Эффект Доплера, линии Маха. Характеристики уравнений в частных производных. Одномерные неустановившиеся движения газов с плоскими, цилиндрическими и сферическими волнами. Автомодельные движения и классы соответствующих задач. Простая волна Римана и эффект опрокидывания волны. Качественное описание решения задачи о распаде сильного разрыва. Метод характеристик. Течение Прандтля-Майера. Обтекание сверхзвуковым потоком газа клина и конуса. Понятие об обтекании тел газом с отошедшей ударной волной.

Перечень вопросов к вступительному экзамену.

1. Сплошные среды как непрерывные континуумы.
2. Области приложения механики жидкости, газа и плазмы.
3. Механические модели, теоретическая схематизация и постановка задач, экспериментальные методы исследований.
4. Основные исторические этапы в развитии механики жидкости, газа и плазмы.
5. Системы координат и системы отсчета.
6. Точки зрения Эйлера и Лагранжа при изучении движения сплошной среды.

7. Определение и свойства кинематических характеристик движения.
8. Масса и плотность.
9. Уравнение неразрывности в переменных Эйлера и Лагранжа.
10. Массовые и поверхностные, внутренние и внешние силы.
11. Элементарная работа внутренних массовых и поверхностных сил.
12. Закон сохранения энергии и понятие о внутренней энергии.
13. Совершенный газ. Цикл Карно.
14. Второй закон термодинамики.
15. Модели идеальной несжимаемой и сжимаемой жидкостей и совершенного газа.
16. Модель вязкой жидкости. Законы Навье-Стокса. Явление кавитации.
17. Общая теория непрерывных потенциальных движений несжимаемой жидкости.
18. Силы воздействия идеальной жидкости на тело, движущееся в безграничной массе жидкости.
19. Применение методов теории аналитических функций комплексного переменного для решения плоских задач гидродинамики и аэродинамики.
20. Плоские задачи о стационарном обтекании жидкостью профиля.
21. Формулы С.А. Чаплыгина и теорема Н.Е. Жуковского.
22. Правило Н.Е. Жуковского и С.А. Чаплыгина определения циркуляции вокруг крыльев с острой задней кромкой.
23. Прямолинейный и кольцевой вихри. Возникновение вихрей.
24. Законы распределения давлений, силы, обуславливающие вынужденные движения прямолинейных вихрей в плоском потоке.
25. Несущая линия и несущая поверхность.
26. Постановка задачи Коши-Пуассона о волнах на поверхности тяжелой несжимаемой жидкости.
27. Волновое сопротивление при плоском движении жидкости.
28. Определение поля скоростей по заданным вихрям и источникам.
29. Постановка задачи и основные результаты теории крыла конечного размаха.
30. Задача о движении сферы вязкой жидкости в постановке Стокса.
31. Управление ламинарного пограничного слоя в несжимаемой жидкости и в газе.
32. Интегральные соотношения и основные на их использовании приближенные методы в теории ламинарного слоя.
33. Явление отрыва пограничного слоя.
34. Полуэмпирические теории турбулентности.
35. Определение сопротивления тел с учетом пограничного слоя.
36. Теплообмен с газовым потоком на основе теории пограничного слоя.
37. Ламинарное движение несжимаемой вязкой жидкости в цилиндрических трубах.
38. Турбулентные движения жидкости в цилиндрических трубах.
39. Опыт Рейнольдса. Уравнения Рейнольдса.
40. Теплообмен с газовым потоком на основе теории пограничного слоя.
41. Теория распространения звука.
42. Проблемы дифракции звука.
43. Кинематика распространения волн, фазы, амплитуда. Запаздывающие потенциалы.
44. Простая волна Римана и эффект опрокидывания волны.
45. Эффект Доплера, линии Маха.
46. Характеристики уравнений в частных производных.
47. Одномерные неустановившиеся движения газов с плоскими, цилиндрическими и сферическими волнами.
48. Автомодельные движения и классы соответствующих задач.
49. Обтекание сверхзвуковым потоком газа клина и конуса.
50. Понятие об обтекании тел газом с отошедшей ударной волной.
51. Метод характеристик. Течение Прандтля-Майера.
52. Система определяющих параметров для выделенного класса явлений в теории и при постановке экспериментов.
53. Критерии подобия. Числа Эйлера, Маха, Фруда, Рейнольдса, Струхала, Прандтля.
54. Уравнения магнитной гидродинамики.

Рекомендуемая литература

Рекомендуемая основная литература

№	Название
1.	Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Гидродинамика. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005.
2.	Прандтль Л. Гидроаэромеханика. – РХД, 2004.
3.	Седов Л.И. Механика сплошной среды: в 2 т. Т. 1, 2. – СПб: Лань, 2004.
4.	Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. – М.: Дрофа, 2006.
5.	Terentiev A.G., Kirschner I.N., Uhlman J.S. The Hydrodynamics of Cavitating Flows. Backbone Publishing Company, USA, 2011. – 598 p.
6.	Тюлина И.А., Чиненова В.Н. История механики. Ч. 1, 2. М., изд-во МГУ, 2012.

Рекомендуемая дополнительная литература

№	Название
1.	Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория упругости. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004.
2.	Абрамович Г.Н. Прикладная газовая динамика. М.: Дрофа, 2005.
3.	Куликовский А.Г., Любимов Г.А. Магнитная гидродинамика. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012.
4.	Овсянников Л.В. Лекции по основам газовой динамики. М.: Бинوم, 2004.
5.	Кутателадзе С.С. Пристенная турбулентность. Новосибирск: Наука, 2013.
6.	История механики с конца XVIII века до середины XX века / под общ. ред. А.Т. Григорьяна, И.Б. Погребыского. – М.: Наука, 2008.
7.	Эйнштейн А., Инфельд П. Эволюция физики. Развитие идей от первоначальных понятий до теории относительности и кванторов. – М.: Амфора, 2013.
8.	Полубаринова-Кочина П.Я. Теория движения грунтовых вод. – М.: Наука, 2007.