**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**



федеральное государственное автономное образовательное

учреждение высшего образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ**

**ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

|  |  |
| --- | --- |
|  |  **УТВЕРЖДАЮ** Директор ЭНИН\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Завьялов В.М.«\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2014 г. |

#

# **ПРОГРАММА-МИНИМУМ**

Кандидатского экзамена по специальности

**01.02.05 Механика жидкости, газа и плазмы**

Томск 2014

**Введение**

Программа составлена на основании паспорта специальности 01.02.05 - «Механика жидкости, газа и плазмы»; в соответствии с Программой - минимум кандидатского экзамена по специальности 01.02.05 - «Механика жидкости, газа и плазмы» по физико-математическим и техническим наукам, утвержденной приказом Министерства образования и науки РФ № 274 от 08.10.2007 года, и учебным планом ТПУ по основной образовательной программе аспирантской подготовки.

В основу настоящей программы положены следующие дисциплины: механика сплошной среды, гидромеханика, газовая динамика, термодинамика, электродинамика.

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.

1. **Кинематика деформируемых континуумов**

Системы координат и системы отсчета. Системы отсчета наблюдателя и система отсчета подвижная. Лагранжевы и эйлеровы кооринаты. Понятие инерциальных систем отсчета в ньютоновской механике.

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: перемещение и траектории, скорость, линия тока, критическая точка, ускорение, тензор скоростей деформации и его инварианты, вектор вихря, потенциальное движение, циркуляция скорости, установившееся и неустановившееся движения среды.

1. **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 для конечных масс сплошной среды. Динамические дифференциальные уравнения движения сплошной среды.

Элементарная работа внутренних массовых и поверхностных сил. Кинетическая энергия и уравнение живых сил для сплошной среды в интегральной и дифференциальных формах.

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.

1. **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. Явление кавитации.

Теория колебаний и схлопывания газовых и паровых пузырьков в жидкости.

1. **Теория сильных скачков в жидкости, в газе и плазме**

Кинематические соотношения на поверхности слабых и сильных разрывов.

Общие динамические условия на поверхностях разрыва в материальных средах и в электоромагнитном поле.

Общая теория адиабаты Гюгонио. Теорма Цемплена. Эволюционные и неэволюционные разрывы.

Задача о структуре сильных разрывов. Одномерное движение вязкой несжимаемой жидкости.

1. **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. Нестационарное обтекание профилей.

Определение поля скоростей по заданным вихрям и источникам. Формулы Био-Савара. Прямолинейный и кольцевой вихри. Законы распределения давлений, силы, обуславливающие вынужденные движения прямолинейных вихрей в плоском потоке. Возникновение вихрей. Теорема Бьеркнеса.

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.

1. **Движения вязкой жидкости. Теория пограничного слоя. Турбулентность**

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 соотношение 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.

1. **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.

Влияние сжимаемости на форму трубок тока. Элементарная теория сопла Лаваля.

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

1. **Механическое подобие, моделирование**

Система определяющих параметров для выделенного класса явлений в теории и при постановке экспериментов. Величины с основными и производными размерностями. Формула размерностей. П-теорема. Определение физического подобия. Моделирование. Критерии подобия. Числа Эйлера, Маха, Фруда, Рейнольдса, Струхаля, Прандтля.

**Литература**

1. Кочин Н.Е., Кибель И.А., Розе Н.В. теоретическая гидродинамика. Ч. 1 (1963) и Ч.2 (1963). М.: Физматгиз.
2. Седов Л.И. Механика сплошной среды. Т.1 (1983) и Т.2 (1984). Изд. 4, М.: Наука.
3. Седов Л.И. Методы подобия и размерности в механике. Изд 9. М.: Наука, 1981.
4. Седов Л.И. Плоские задачи гидродинамики и аэродинамики. Изд. 3. М.: Наука, 1980.
5. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Гидродинамика. Изд.3. М.: Наука, 1986.
6. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Механика сплошных сред. М.: Гостехтеоретиздат, 1954.
7. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. Изд. 5. М.: Наука, 1978.
8. Абрамович Г.Н. Прикладная газовая динамика. М.: Наука, 1976.
9. Куликовских А.Г., Любимов Г.А. Магнитная гидродинамика. М.: Физматгиз, 1962.
10. Прандтль Л. Гидромеханика. М.: Изд-вд иностранной литературы, 1951.
11. Овсянников Л.В. Лекции по основам газовой динамики. М.: Наука, 1981.
12. Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя. М.: Наука, 1974.
13. Кутателадзе С.С. Пристенная турбулентность. Новосибирск: Наука, 1993.

Программа подготовки научно-педагогических и научных кадров составлена на основе программы кандидатского экзамена по специальности 01.02.05, утвержденной приказом Минобрнауки России № 274 от 08.10.2007 года.

Дополнительная программа утверждена Ученым советом ЭНИН протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2014 г.

Составитель: научный руководитель программы аспирантской подготовки Г.В. Кузнецов.