

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича
Сибирского отделения Российской академии наук



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИТПМ СО РАН,
чл.-корр. РАН
А.Н. Шиплюк А.Н. Шиплюк
«19» 09 2018 г.

ПРОГРАММА ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА

Направление подготовки
01.06.01 Математика и механика
(уровень подготовки кадров высшей квалификации)

Направленность: 01.02.05 – механика жидкости, газа и плазмы

Форма обучения
Очная

Квалификация: **Исследователь. Преподаватель-исследователь.**

Новосибирск 2018

МЕХАНИКА ЖИДКОСТИ, ГАЗА И ПЛАЗМЫ

Понятие сплошной среды. Микроскопические, статистические и макроскопические феноменологические методы описания свойств, взаимодействий и движений материальных сред. Области приложения механики жидкости, газа и плазмы.

1. Механические модели, теоретическая схематизация и постановка задач, экспериментальные методы исследований. Основные исторические этапы в развитии механики жидкости и газа.
2. Системы отсчета и системы координат. Лагранжевы и эйлеровы координаты. Инерциальные и неинерциальные системы отсчета в ньютоновской механике.
3. Точки зрения Эйлера и Лагранжа при изучении движения сплошных сред.
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. Многокомпонентные смеси. Потоки диффузии. Уравнения неразрывности в форме Эйлера для многокомпонентных смесей. Массовые и поверхностные, внутренние и внешние силы.
6. Законы сохранения количества движения и моментов количества движения для конечных масс сплошной среды. Дифференциальные уравнения движения и момента количества движения сплошной среды. Работа внутренних поверхностных сил. Кинетическая энергия и уравнение живых сил для сплошной среды в интегральной и дифференциальной формах. Понятие о параметрах состояния, пространстве состояний, процессах и циклах.
7. Закон сохранения энергии, внутренняя энергия. Уравнение притока тепла. Вектор потока тепла. Дифференциальные уравнения энергии и притока тепла. Законы теплопроводности Фурье.
8. Различные частные процессы: адиабатический, изотермический и др. Обратимые и необратимые процессы. Совершенный газ. Цикл Карно. Второй закон термодинамики. Энтропия и абсолютная температура.
9. Некомпенсированное тепло и производство энтропии. Неравенство диссипации, тождество Гиббса. Диссипативная функция. Основные макроскопические механизмы диссипации. Понятие о принципе Онзагера. Уравнения состояния. Термодинамические потенциалы двухпараметрических сред.
10. Модель идеальной жидкости. Уравнения Эйлера. Полные системы уравнений для идеальной, несжимаемой и сжимаемой жидкостей. Начальные и граничные условия. Интегралы Бернулли и Коши-Лагранжа. Явление кавитации.
11. Теорема Томсона и динамические теоремы о вихрях. Возникновение вихрей. Теорема Бьеркнеса.
12. 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.
13. Применение интегральных соотношений к конечным объемам среды при установившемся движении. Теория реактивной тяги и теория идеального пропеллера.
14. Поверхности слабых и сильных разрывов. Разрывы сплошности. Условия на поверхностях сильного разрыва в материальных средах и в электромагнитном поле. Тангенциальные разрывы и ударные волны.
15. Равновесие жидкости и газа в поле потенциальных массовых сил. Закон Архимеда. Равновесие и устойчивость плавающих тел и атмосферы.

16. Общая теория непрерывных потенциальных движений несжимаемой жидкости. Свойства гармонических функций.
17. 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. Движение сферы в идеальной жидкости. Силы воздействия идеальной жидкости на тело, движущееся в безграничной массе жидкости. Основы теории присоединенных масс. Парадокс Даламбера.
18. Плоские движения идеальной жидкости. Функция тока. Применение методов теории аналитических функций комплексного переменного для решения плоских задач гидродинамики и аэродинамики. Стационарное обтекание жидкостью цилиндра и профиля. Формулы Чаплыгина и теорема Жуковского. Правило Жуковского и Чаплыгина определения циркуляции вокруг крыльев с острой задней кромкой. Нестационарное обтекание профилей. Плоские задачи о струйных течениях жидкости. Обтекание тел с отрывом струй. Схемы Кирхгофа, Эфроса и др.
19. 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. Постановка задачи и основные результаты теории крыла конечного размаха. Несущая линия и несущая поверхность.
20. Постановка задачи Коши-Пуассона о волнах на поверхности тяжелой несжимаемой жидкости. Гармонические волны. Фазовая и групповая скорость. Дисперсия волн. Перенос энергии прогрессивными волнами. Теория мелкой воды. Уравнения Буссинеска и Кортвега-де-Вриза. Нелинейные волны. Солитон.
21. Ламинарное движение несжимаемой вязкой жидкости. Течения Куэтта и Пуазейля. Течение вязкой жидкости в диффузоре. Диффузия вихря. Приближения Стокса и Озеена. Задача о движении сферы в вязкой жидкости в постановке Стокса.
22. Ламинарный пограничный слой. Задача Блазиуса. Интегральные соотношения и основанные на их использовании приближенные методы в теории ламинарного пограничного слоя. Явление отрыва пограничного слоя. Устойчивость пограничного слоя. Теплообмен с потоком на основе теории пограничного слоя.
23. Турбулентность. Опыт Рейнольдса. Уравнения Рейнольдса. Турбулентный перенос тепла и вещества. Полуэмпирические теории турбулентности. Профиль скорости в пограничном слое. Логарифмический закон. Прямое численное решение уравнений гидромеханики при наличии турбулентности.
24. Свободная и вынужденная конвекция. Приближение Буссинеска. Линейная неустойчивость подогреваемого плоского слоя и порог возникновения конвекции. Понятие о странном аттракторе. Движение жидкости и газа в пористой среде. Закон Дарси. Система дифференциальных уравнений подземной гидрогазодинамики. Неустановившаяся фильтрация газа. Примеры точных автомодельных решений.
25. Распространение малых возмущений в сжимаемой жидкости. Волновое уравнение. Скорость звука. Запаздывающие потенциалы. Эффект Допплера. Конус Маха.
26. Уравнения газовой динамики. Характеристики. Влияние сжимаемости на форму трубок тока при установившемся движении. Элементарная теория сопла Лавалья. 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.
27. Волны Римана. Эффект опрокидывания волн. Адиабата Гюгонио. Теорема Цемплена. Эволюционные и неэволюционные разрывы. Теория волн детонации и горения. Правило Жуге и его обоснование. Задача о структуре сильного разрыва. Качественное описание решения задачи о распаде произвольного разрыва.

28. Плоские стационарные сверхзвуковые течения газа. Метод характеристик. Течение Прандтля-Майера. Косой скачок уплотнения. Обтекание сверхзвуковым потоком газа клина и конуса. Понятие об обтекании тел газом с отошедшей ударной волной.
29. Линейная теория обтекания тонких профилей и тел вращения. Течения с гиперзвуковыми скоростями. Закон сопротивления Ньютона.
30. Электромагнитное поле. Уравнения Максвелла в пустоте. Взаимодействие электромагнитного поля с проводниками. Сила Лоренца. Закон сохранения полного заряда. Закон Ома. Среды с идеальной проводимостью. Вектор и уравнение Умова-Пойнтинга. Джоулево тепло. Уравнения импульса и притока тепла для проводящей среды. Уравнения магнитной гидродинамики. Условия замороженности магнитного поля в среду. Понятие о поляризации и намагничивании жидкостей.
31. Система определяющих параметров для выделенного класса явлений. Основные и производные единицы измерения. Формула размерностей. П-теорема. Примеры приложений. Определение физического подобия. Моделирование. Критерии подобия. Числа Эйлера, Маха, Фруда. Рейнольдса, Струхала, Прандтля.

Литература

1. Кочин Н.Е., Кибель И.А., Розе Н.В. Теоретическая гидромеханика. Ч. I, II. М.: Физматгиз, 1963.
2. Седов Л.И. Механика сплошной среды. Т. I, II. 5-е изд. М.: Наука, 1994.
3. Седов Л.И. Методы подобия и размерности в механике. 10-е изд. М.: Наука, 1987.
4. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Гидродинамика. 3-е изд. М.: Наука, 1986.
5. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. 5-е изд. М.: Наука, 1978.
6. Черный Г.Г. Газовая динамика. М.: Наука, 1988.
7. Куликовский А.Г., Любимов Г.А. Магнитная гидродинамика. М.: Физматгиз, 1962.
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.
11. Седов Л.И. Плоские задачи гидродинамики и аэродинамики. 3-е изд. М.: Наука, 1980.
12. Абрамович Г.Н. Прикладная газовая динамика. М.: Наука, 1976.
13. Механика сплошных сред в задачах. Т. 1, 2 / Г.Я. Галин, А.Н. Голубятников, Я.А. Каменярж и др. М.: Московский лицей, 1996.
14. Чарный И.А. Подземная гидрогазодинамика. М.: Гостоптехиздат, 1963.
15. Липанов А.М., Кисаров Ю.Р., Ключников И.Г. Численный эксперимент в классической гидромеханике турбулентных потоков. Екатеринбург: Изд-во Ур. ОРАН, 2001.
16. Гершуни Г.З., Жуховицкий Е.М. Конвективная неустойчивость несжимаемой жидкости. М.: Наука, 1972.
17. Уизем Дж. Линейные и нелинейные волны. М.: Мир, 1977.

ИСТОРИЯ И ФИЛОСОФИЯ НАУКИ

РАЗДЕЛ I. ОБЩИЕ ПРОБЛЕМЫ ФИЛОСОФИИ НАУКИ

1. Наука, как социальный институт. Место и роль науки в развитии культуры.
2. Классификация наук: естественные и гуманитарные дисциплины.
3. Основные этапы исторического развития науки
4. Позитивизм и неопозитивизм в философии науки
5. Постпозитивизм и конец научной рациональности
6. Исторические реконструкции развития научного знания: К.Поппер, Т.Кун, И.Лакатос, П.Фейрабенд
7. Отечественная школа философии науки. Система методологических принципов развития научного знания.
8. Эмпирический и теоретический уровни научного познания.
9. Научная картина мира: основные элементы, структура, исторические формы
10. Типы научной рациональности
11. Критический рационализм К.Поппера
12. Научная революция и ее структура: Т.Кун
13. Методология научно-исследовательских программ: И.Лакатос
14. Методологический анархизм П.Фейрабенда
15. Верификационизм и фальсификационизм в теориях развития науки
16. Проблема несоизмеримости и смена научных теорий
17. Социальные детерминанты развития научного знания
18. Эволюционный и системный подходы в научном познании
19. Индукция, дедукция и абдукция: основные процедуры обоснования знания
20. Постнеклассическая наука и техногенная цивилизация

Литература по разделу:

1. Вебер М. Избранные произведения. М.: Прогресс, 1990.
2. Малкей М. Наука и социология знания. М.: Прогресс, 1983.
3. Никифоров А.Л. Философия науки: история и методология. М.: Дом интеллектуальной книги, 1998.
4. Огурцов А.П. Дисциплинарная структура науки. М.: Наука, 1988.
5. Поппер К. Логика и рост научного знания. М.: Прогресс, 1983.
6. Поппер К. Предположение и опровержение. М.: АСТ, 2004.
7. Степин В.С., Горохов В.Г., Розов М.А. Философия науки и техники. М.: Гардарика, 1996.
8. Кун Т. Структура научных революций. М.: АСТ, 2001.
9. Койре А. Очерки истории философской мысли. О влиянии философских концепций на развитие научных теорий. М.: Прогресс, 1985.
10. Лакатос И. Фальсификация и методология научно-исследовательских программ / Структура научных революций. Т. Кун. М., АСТ, 2001.

1. РАЗДЕЛ II. ФИЛОСОФСКИЕ ПРОБЛЕМЫ МАТЕМАТИКИ

1. Математика как язык науки. Понятие модели в математике
2. Индукция и дедукция в математике: проблема математического доказательства
3. Логическая структура математики: аксиоматический метод и классификация математического знания
4. Геометрический метод доказательства: основные проблемы
5. Проблема актуальной и потенциальной бесконечностей в философии и математике
6. Парадоксы теории множеств и их философское осмысление
7. Г.Фреге и Г.Вейль о природе математического мышления
8. Внутренние и внешние факторы развития математического знания

9. Революция в математике: парадигмальное знание в математике и других науках
10. Платонизм
11. Интуиционизм и конструктивизм
12. Эмпиризм и априоризм в математике
13. Тезис Черча-Тьюринга и проблема рациональности
14. Проблема вычислимости и математическое доказательство
15. Математическое моделирование и математический эксперимент

Литература по разделу:

1. Антология философии математики / Отв. ред. и сост. А.Г. Барабашев и М.И. Панов. – М.: Добросвет, 2002.
2. Беляев Е.А., Перминов В.Я. Философские и методологические проблемы математики. – М.: МГУ, 1981.
3. Бесконечность в математике: философские и методологические аспекты./ Под ред. А.Г. Барабашева. – М.: Янус-К, 1997.
4. Блехман И.И., Мышкис А.Д., Пановко Н.Г. Прикладная математика: предмет, логика, особенности подходов. – Киев: Наукова думка, 1976.
5. Закономерности развития современной математики. Методологические аспекты / Отв ред. М.И. Панов. – М.: Наука, 1987.
6. Клайн М. Математика. Утрата определенности. – М.: Мир, 1984.
7. Пуанкаре А. О науке. – М.: Наука, 1990.
8. Стили в математике. Социокультурная философия математики / Под ред. А.Г. Барабашева. – СПб: РХГИ, 1999.
9. Перминов В.Я. Философия и основания математики. М., «Прогресс – Традиция» 2002.
10. Математика и опыт / Под ред. Барабашева А.Г. М., МГУ 2002.

РАЗДЕЛ III. ИСТОРИЯ МАТЕМАТИКИ

1. Периодизация математики
2. Математическое знание в Др.Египте и Др.Вавилоне
3. Пифагорейцы
4. Евдокс
5. Архимед
6. Евклид
7. Математическое знание в Др.Индии и Др.Китае
8. Алгебра и математика на арабском Востоке и в Византии
9. Проблема решения алгебраических уравнений
10. Тригонометрия в древней астрономии
11. Развитие интегральных и дифференциальных методов в XVII веке
12. Теоретическое значение работ Л.Эйлера для развития математики
13. Программа Д.Гильберта
14. Теория действительного числа
15. Создание аксиоматической теории множеств
16. Открытие неевклидовых геометрий
17. Эрлангенская программа Ф.Клейна
18. Э.Галуа и рождение теории групп
19. Результаты К.Геделя и кризис гильбертовской программы обоснования математики

Литература по разделу:

1. Бурбаки Н. Очерки по истории математики. М.: ИЛ., 1963.
2. История математики с древнейших времен до начала XIX столетия / Под ред. А. П. Юшкевича. Т. 1-3. М.: Наука. 1970-1972.
3. История отечественной математики / Под ред. И.З.Штокало. Т. 1-4. Киев: Наукова

Думка. 1966-1970.

4. Колмогоров А. Н. Математика // Большая Советская Энциклопедия. 2-е изд. 1954. Т. 26. С. 464-483.
5. Математика XIX века. Математическая логика. Алгебра. Теория чисел. Теория вероятностей / Под ред. А.Н.Колмогорова и А.П.Юшкевича. М.: Наука. 1978.
6. Математика XIX века. Геометрия. Теория аналитических функций / Под ред. А.Н. Колмогорова и А.П.Юшкевича. М.: Наука. 1981.
7. Очерки по истории математики / Под ред. Б. В. Гнеденко. М.: Изд-во МГУ. 1997.
8. Юшкевич А.П. История математики в России до 1917 года. М.: Наука. 1968.

АНГЛИЙСКИЙ ЯЗЫК

1. Система времен английского глагола в действительном и страдательном залогах.
2. Инфинитив, его функции в предложении, инфинитивные конструкции.
3. Причастие, его функции в предложении, причастные обороты.
4. Герундий, его функции в предложении, герундиальный оборот.
5. Условные предложения.
6. Сослагательное наклонение.
7. Модальные глаголы.
8. Эмфатические конструкции.

Литература

1. Шахова Н.И. Курс английского языка для аспирантов. М.: Наука, 1980 г.
2. Михельсон Т.Н., Успенская Н.В. Практический курс грамматики английского языка. Санкт-Петербург, 1995 г.
3. Рубцова М.Г. Чтение и перевод научно-технической литературы. М. Астрель-АСТ, 2002 г.
4. Эстрайх М.В. Краткий курс грамматики английского языка по программе кандидатского минимума. Новосибирск, 2007. 16
5. Смирнова Л.Н. Курс английского языка для научных сотрудников. М. Наука, 1990 г.
6. Эстрайх М.В., Давыдова Е.В. Краткий курс грамматики английского языка по программе кандидатского минимума с упражнениями. Новосибирск, 2013.
7. Эстрайх М.В., Давыдова Е.В. Краткий курс грамматики английского языка по программе кандидатского минимума с упражнениями. Новосибирск, 2014. Второе издание, исправленное и дополненное.
8. Brown G., Rice S. Professional English in use: Law. - CUP, 2007.
9. Martin Hewing. Advanced Grammar in Use. Cambridge University Press, 2005.

ПСИХОЛОГИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ПРЕПОДАВАНИЯ

1. Основы современной дидактики.
2. Правила выстраивания содержания лекции.
3. Способы активизации внимания обучаемых.
4. Способы управления аудиторией.
5. Методы проведения семинаров.
6. Организация самостоятельной работы учащихся.
7. Когнитивная психология в обучении.
8. Социальная психология в обучении.
9. Мотивация обучаемых.
10. Способы построения содержания выступления.
11. Средства поддержания внимания обучаемых.
12. Использование Майн-мэр в учебной практике.
13. Использование деловых игр в обучении.
14. Метод «малых групп» в проведении семинаров.
15. Современные дидактические подходы.
16. Ролевые игры в обучении.
17. Психология самонастройки преподавателя.
18. Вспомогательный инструментарий преподавателя.
19. Социальная психология группы.
20. «Активные» методы обучения: общие закономерности.

Литература

1. Е. В. Зарукина, Н. А. Логинова, М. М. Новик Активные методы обучения: рекомендации по разработке и применению. Учебно-методическое пособие. С.П. 2010 г.
2. Активные и интерактивные образовательные технологии (формы проведения занятий) в высшей школе: учебное пособие / сост. Т.Г. Мухина. – Н. Новгород: ННГАСУ. – 2013. – 97 с.
3. Двulichанская Н. Н. Интерактивные методы обучения как средство формирования ключевых компетентностей // Электронное научно-техническое издание «Наука и образование». – 2011. - № 4 <http://technomag.edu.ru/doc/172651.html>.
4. Лапыгин Ю.Н. Методы активного обучения. Учебник и практикум для вузов, М.: Издательство Юрайт 2015
5. Зимина О. В. Проблемное обучение высшей математике в технических вузах. http://www.unn.ru/math/no/4/_nom4_006_zimina.pdf
6. Бэрн Р., Керр Н., Миллер Н. Социальная психология группы. – СПб.: Питер, 2003. – 269 с.
7. Морозов А. В., Чернилевский Д. В. Креативная педагогика и психология: Учеб. пособие. – М.: Академический проект, 2004.
8. Р. Гандапас. Презентационный конструктор. М. «Вершина», 2006 г.
9. Андреев В.И. Деловая риторика. (Практический курс делового общения и ораторского мастерства). – М.: Народное образование, 1995. – 208 с.
10. Алханов, А. Самостоятельная работа студентов / А.Алханов // Высшее образование в России. – 2005. – №11. – С.86-89
11. Организация, формы и методы проведения учебных занятий и самостоятельной работы: требования, условия, механизмы: Учебно-методическое пособие / Под ред. Н. А. Волгина, Ю. Г. Одегова. – М.: Изд-во Рос. экон. акад., 2004. – 88 с.
12. Клаус Фопель Психологические группы: рабочие материалы для ведущего: Практическое пособие/ Пер. с нем. 2-е изд. Стер. – М.: Генезис, 2000. – 256с.
13. Кондратьев С.В. Типические особенности педагогического взаимодействия // Вопросы психологии. - 2004. - №4.

14. Бадмаев Б.Ц. Методика преподавания психологии. 1999.
15. Майерс Д. Социальная психология, - СПб,: Питер, 1997. – 688 с.
16. Е.Ю. Грудзинская, В.В. Марико, Активные методы обучения в высшей школе Учебно-методические материалы, Нижний Новгород, 2007

Секретарь кафедры ТПМ



Г.А. Жукова

Зам. директора по научной работе



Е.А. Бондарь