Список спецкурсов для аспирантов кафедры «Аэромеханика и газовая динамика»

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **название спецкурса** | **объем** | **лектор** | **специализация** | **аннотация**  |
| Аэродинамика летательных аппаратов | полгода | Максимов Ф.А. | МЖГ (01.02.05) | В курсе излагаются способыоценки аэродинамических свойств летательных аппаратов, применяемые при проектировании. Определяются аэродинамические задачи и различные подходы к их решению. Обсуждаются возможности теоретических, экспериментальных и практических методов решения, показывается их взаимосвязанность. Приводятся основные теоретические результаты, положенные в основу практических методов. Показываются основные этапы решения задачи методами вычислительной аэродинамики: выбор модели течения, построение сетки, разностная реализация уравнений. Приводятся простейшие способы построения расчетной сетки, реализация расчета методом установления по времени и маршевым методом гиперболической системы уравнений по пространству при решении задач сверхзвуковой аэродинамики. Показывается возможность учета топологии течения заданием специальных граничных условий.  |
| Введение в вычислительную газовую динамику | полгода | Арафайлов С.И. | МЖГ (01.02.05) | В курсе излагаются основные подходы к составлению разностных уравнений, моделирующих газодинамические процессы, к исследованию аппроксимации, устойчивости, консервативности, монотонности и других свойств численных моделей. Приводится методика исследования диффузионных и дисперсионных свойств схем, основные подходы к разрешению алгебраических уравнений, связанных с расчетными задачами газовой динамики и методы монотонизации разностных схем.  |
| Введение в кинетическую теорию газов | полгода | Измоденов В.В. | МЖГ (01.02.05) | В курсе излагаются основы кинетической теории разреженных газов. Вводятся понятия длины и времени свободного пробега частиц, N-частичной и одночастичной функций распределения. Приводится физический (следуя Больцману) вывод уравнения Больцмана для одночастичной функции распределения. Выводятся уравнения сохранения массы, импульса и энергии. Рассматривается H-теорема Больцмана и связь Н-функции Больцмана с термодинамической величиной — энтропией. Анализируются критерии подобия для уравнения Больцмана, вводится число Кнудсена. Рассматривается метод моментов для решения уравнения Больцмана. Методом Грэда выводятся тринадцати и двадцатимоментные приближения. Рассматривается приближение Барнетта. Обсуждается решение модельного кинетического слоя вне кнудсеновских слоев. Рассматривается метод Энского-Чепмена, выражения для коэффициентов теплопроводности и вязкости для простого газа. Рассматриваются особенности кинетической теории для смеси газов и обсуждается связь кинетической теории газов и термодинамики.  |
| Введение в космическую газовую динамику | полгода | Измоденов В.В. | МЖГ (01.02.05) | Космическая газовая динамика — наука, в которой для описания различных явлений в космическом пространстве используются методы и подходы газовой динамики, а также современные численные методы решения сложных нелинейных систем уравнений в частных производных многих переменных. В курсе лекций (в форме доступной для студентов 2 курса механико-математического и физического факультетов) изложены механические основы космической газовой динамики. Представлены классические задачи, а также современные проблемы и задачи. На примерах будет показано, как методами комической газовой динамики удалось предсказать и объяснить множество важных астрофизических явлений. Изложены современные многокомпонентые кинетико-газодинамические подходы к описанию астрофизических явлений, а также современные численные методы, которые являются неотъемлемой частью космической газовой динамики. Студенты познакомятся с результатами и анализом экспериментов, проводящихся на космических аппаратах Voyager 1, Hubble Space Telescope, SOHO, Ulysses, IBEX и др.  |
| Введение в механику многофазных сред | полгода | Осипцов А.Н. | МЖГ (01.02.05) | В курсе вводятся основные понятия, используемые при математическом моделировании движущихся многофазных сред. Выводятся уравнения многоскоростного континуума. Даны выражения для сил, действующих на сферические частицы в неоднородных и нестационарных потоках. Сформулированы параметры подобия, получены предельные асимптотические формы уравнений разреженной аэродисперсной среды, сформулированы основные постановки краевых задач.  |
| Газодинамические явления в межзвездной среде | полгода | Краснобаев К.В. | МЖГ (01.02.05) | В курсе излагаются современные представления о структуре межзвездной среды, классифицируются типы газодинамических явлений, формулируется полная система уравнений для описания движений неравновесно излучающей космической плазмы. Рассматриваются основные модели процессов звездообразования – неустойчивость Джинса, теория фрагментации, триггерный механизм. Анализируется устойчивость волновых движений в областях активного звездообразования.  |
| Гидродинамические неустойчивости в областях активного звездообразования | полгода | Котова Г.Ю. | МЖГ (01.02.05) | Курс посвящен изучению основных механизмов звездообразования. Рассматриваются различные типы неустойчивых течений, влияющие на возникновение ускоренно движущихся газовых слоев и оболочек. Определяются параметры и морфология образующихся уплотнений. Дается оценка масс конденсаций. Приводятся примеры областей активного звездообразования.  |
| Динамика аэродисперсных сред | полгода | Осипцов А.Н. | МЖГ (01.02.05) | В курсе рассмотрена структура ударных волн в запыленном газе. Даны примеры постановок и решения задач обтекания тел дисперсными потоками. Выводятся уравнения двухфазного пограничного слоя. Даны примеры вычисления трения и теплообмена в двухфазных потоках. Изложен полный лагранжев подход для описания движения сред, лишенных собственного давления.  |
| Динамика запыленного газа | полгода | Осипцов А.Н. | МЖГ (01.02.05) | Курс рассчитан на аспирантов, владеющих основами механики сплошной среды и газовой динамики. Представлены феноменологический и кинетический подходы для вывода уравнений м6огоскоростного континуума. Изложены основные результаты исследования процессов, происходящих на масштабе отдельных дисперсных включений в вязкой теплопроводной среде. Даны примеры решения некоторых динамических задач о движении разреженных газодисперсных потоков. Дано обобщения модели многоскоростного континуума на случай учета фазовых переходов на поверхности включений.  |
| Капиллярная гидродинамика | полгода | Могилевский Е.И., Шкадов В.Я. | МЖГ (01.02.05) | В курсе излагаются основные подходы и методы исследования течений вязкой жидкости со свободной поверхностью. Рассматриваются случаи, в которых действие поверхностного натяжения существенно определяет динамику. Демонстрируются аналитические и численные методы на основе классических результатов и современных проблем. Основными рассматриваемыми примерами являются пленочные, струйные и капельные течения.  |
| Классические модели неравновесно излучающей космической плазмы | полгода | Краснобаев К.В. | МЖГ (01.02.05) | В курсе рассматриваются важнейшие процессы взаимодействия неравновесного излучения с газовыми средами в космических условиях. Формулируется полная система уравнений радиационной газовой динамики с учетом переноса ионизирующего излучения. Анализируются критерии применимости приближенного учета ионизационного и теплового состояния газа. |
| Компьютерное моделирование течений | полгода | Котелкин В.Д. | МЖГ (01.02.05) | Курс обучает численному моделированию течений, описываемых уравнениями Навье-Стокса, с одновременной (online) визуализацией картины течения средствами компьютерной графики. В I части курса излагаются модели жидкостей и газов; во II части -основы компьютерного моделирования. III часть курса посвящена моделированию течений вязкой жидкости; IV часть - моделированию течений совершенного газа.  |
| Магнитная гидродинамика | полгода | Баранов В.Б. | МЖГ (01.02.05) | В курсе представлены теоретические основы магнитной гидродинамики (МГД), которая изучает движение электропроводных жидкостей и газов, находящихся в электромагнитном поле. На основе интегральных законов сохранения массы, импульса и энергии приводится феноменологический вывод основных дифференциальных уравнений МГД, которые замыкаются уравнениями Максвелла для электромагнитного поля и обобщенным законом Ома для движущихся сред. Рассматриваются точные решения уравнений МГД (волны Альфвена для несжимаемой жидкости, течение Гартмана и др.). Изучаются вопросы, связанные с распространением малых возмущений в МГД, с исследованием слабых и сильных разрыв. Проводится классификация сильных разрывов (контактный, тангенциальный, вращательный разрывы и ударные волны). Приводятся примеры таких разрывов, встречающихся в природных условиях.  |
| Методы возмущений в механике жидкости | полгода | Головин А.М. | МЖГ (01.02.05) | Рассматриваются методы получения ассимптотических разложений функций, заданных определенными интегралами. Метод перевала. Метод Лапалса. Метод сращиваемых ассмптотических разложений и метод двумасштабных разложений. Метод сращиемых ассимптотических разложений применяется к задачам обтекания сферических частиц при малых числах Рейнольдса и сферического пузыря при больших числах Рейнольдса, а также для получения высших приближений к теории пограничного слоя на плоской пластине.  |
| Механика движения и ускорения заряженных частиц в космическом пространстве | полгода | Измоденов В.В. | МЖГ (01.02.05) | В курсе "Механика движения и ускорения заряженных частиц в космическом пространстве" рассматривается движение заряженных частиц в медленно меняющихся (по времени и по пространству) магнитных полях. Рассматривается теория адиабатических инвариантов. Исследуются процессы ускорения заряженных частиц в изменяющихся магнитных полях. Приводятся примеры гео- и гелио- физических плазм. Обсуждаются основные подходы к описанию плазмы.  |
| Моделирование термической конвекции | полгода | Котелкин В.Д. | МЖГ (01.02.05) | Курс посвящен численному моделированию процессов, описываемых уравнениями термической, с одновременной (online) визуализацией процессов средствами компьютерной графики. В курсе излагаются классическая модель термической конвекции и приближение Буссинеска; основы компьютерного моделирования и примеры моделирования термоконвективных процессов в природе и технике.  |
| Некорректные задачи аэрогидродинамики | полгода | Котелкин В.Д. | МЖГ (01.02.05) | Дается определение корректных (по Адамару) и некорректных задач. Излагаются методы решения и условия регуляризации условно-корректных задач. Разбираются особенности обратных задач проектирования сопел и крыловых профилей с заданными свойствами и приводятся способы их решения на плоскости потенциала.  |
| Оптимальные аэродинамические формы | полгода | Остапенко Н.А. | МЖГ (01.02.05) | В курсе излагаются: основные модели силового взаимодействия потока с поверхностью тела, используемые в задачах оптимального профилирования, их недостатки и пути усовершенствования; необходимые сведения из вариационного исчисления локальных и нелокальных функционалов от функций двух независимых переменных; точные решения обтекания пространственных тел в сверхзвуковых конических течениях; теории Ньютона и Ньютона-Буземана; сведения о постановках и решениях оптимизационных задач газовой динамики для пространственных тел с различного типа целевыми функциями: аэродинамическое сопротивление, аэродинамическое качество, запас статической устойчивости, а также с изопериметрическими условиями, ограничениями и дифференциальными связями; роль эксперимента в задачах оптимального профилирования.  |
| Оптимальные пространственные аэродинамические формы | полгода | Остапенко Н.А. | МЖГ (01.02.05) | В курсе излагаются: основные модели силового взаимодействия потока с поверхностью тела, используемые в задачах оптимального профилирования, их недостатки и пути усовершенствования; необходимые сведения из вариационного исчисления локальных и нелокальных функционалов от функций двух независимых переменных; точные решения обтекания пространственных тел в сверхзвуковых конических течениях; теории Ньютона и Ньютона-Буземана; сведения о постановках и решениях оптимизационных задач газовой динамики для пространственных тел с различного типа целевыми функциями: аэродинамическое сопротивление, аэродинамическое качество, запас статической устойчивости, а также с изопериметрическими условиями, ограничениями и дифференциальными связями; роль эксперимента в задачах оптимального профилирования.  |
| Основы вычислительной гидроаэромеханики | полгода | Алексюк А.И., Шкадов В.Я. | МЖГ (01.02.05) | Излагаются основы методов численного решения уравнений механики жидкости и газов.В курсе обсуждаются следующие темы: уравнения Навье-Стокса и их упрощения; корректные постановки задач; свойства аппроксимации; анализ ошибок и устойчивость; методы решения систем линейных и нелинейных алгебраических уравнений; применение методов конечных разностей, конечных объемов и конечных элементов для численного решения модельных уравнений.  |
| Основы радиационной газовой динамики | полгода | Краснобаев К.В. | МЖГ (01.02.05) | В курсе рассматриваются основные понятия теории излучения, формулируется полная система уравнений радиационной газовой динамики. Анализируются методы решения уравнения переноса излучения в задачах с различной геометрией. Приводятся примеры постановки и решения типичных задач радиационной газовой динамики.  |
| Основы теории пограничного слоя | полгода | Белоглазкин А.Н., Шкадов В.Я. | МЖГ (01.02.05) | Курс включает основные разделы теории пограничного слоя. Для ламинарного течения рассмотрены точные и приближенные методы расчета гидродинамических параметров.  |
| Основы физики космической плазмы | полгода | Измоденов В.В. | МЖГ (01.02.05) | "Основы физики космической плазмы" рассматриваются основные -кинетический и магнитогидронамические подходы для описания течений плазмы в условиях космического пространства. Описанные теоретические подходы применяются для описания истечения солнечного ветра и взаимодействия солнечного ветра с межзвездной средой.  |
| Особенности газодинамических расчетов | полгода | Арафайлов С.И. | МЖГ (01.02.05) | Основное внимание в курсе уделено проблеме реализации граничных условий при конечно-разностном моделировании газодинамических процессов. Рассмотрены наиболее популярные и успешные эмпирические методы и различные реализации метода характеристик. Так же в этом курсе рассматриваются наиболее популярные методики численного расчета и монотонизация численной схемы.  |
| Процессы переноса в пограничном слое | полгода | Белоглазкин А.Н., Шкадов В.Я. | МЖГ (01.02.05) | Курс включает дополнительные разделы теории пограничного слоя, включающие задачи точного и приближенного расчета трения, тепло и массообмена. Рассматривается задача о неустойчивости течения в пограничном слое и переходе к турбулентности.  |
| Термодинамика сплошной среды | полгода | Головин А.М. | МЖГ (01.02.05) | Первое и второе начало термодинамики. Внутренняя энергия и энтропия равновесных состояний однородного сплошного тела. Модель неравновесного состояния сплошного тела. Принц Гиббса и Планка. Тепловое, механическое, диффузионное и химическое равновесие изолированного жидкого тела. Термодинамический принцип виртуальных работ. Уравнение локального балланса энтропии. Теория Онзагера. Уравнения гидроаэромеханической теплопроводной вязкой среды. Уравнения теории упругости движущегося твердого тела.  |
| Течения вязкого сжимаемого газа | полгода | Алексюк А.И., Шкадов В.Я. | МЖГ (01.02.05) | В курсе излагаются классические и современные результаты, касающиеся течений вязкого сжимаемого газа при обтекании тел. Рассматриваются течение в пограничном слое и его устойчивость; течения с взаимодействующими ударной волной и пограничным слоем; вопросы численного моделирования течений сжимаемых вязких газов. Обсуждаются современные результаты численных расчетов обтеканий тел потоком вязкого сжимаемого газа на основе уравнений Навье-Стокса.  |
| Физико-химическая гидродинамика | полгода | Головин А.М. | МЖГ (01.02.05) | Методом Шваба-Зельдовича производится расчет скорости горения капли горючего в атмосфере окислителя, а также расчет высокотемпературного окисления металлических порошков в кислородосодержащей среде. Исследуется эволюция функции распределения частиц горящего распыленного топлива в атмосфере окислителя в канале переменного сечения методом кинетического уравнения.  |
| Численное моделирование течений вязких жидкостей и газов | полгода | Алексюк А.И., Шкадов В.Я. | МЖГ (01.02.05) | В курсе рассматриваются основные подходы численного моделирования течений вязких жидкостей и газов и обсуждаются трудности, возникающие при численном решении задач гидроаэромеханики. Излагаются методы построения расчетных сеток; методы конечных элементов и конечных объемов; основы спектрального метода и метода решеточных уравнений Больцмана и методов численного моделирования течений со свободной поверхностью; вопросы оптимизации и распараллеливания вычислительных алгоритмов. Приводятся примеры реализации численных методов решения краевых задач для уравнений Навье-Стокса. Обсуждаются результаты численного моделирования.  |
| Численное моделирование частично-ионизованной многокомпонентной плазмы в гелиосферном ударном слое | полгода | Измоденов В.В. | МЖГ (01.02.05) | На примере задачи о гелиосферном ударном слое рассматриваются методы и походы к моделированию трансзвуковых течений для многокомпонтных сред в условиях, когда для описания одной из компонент необходимо использовать кинетический подход. Рассматриваются различные постановки задачи, а также методы решения уравнений Эйлера, магнитной гидродинамики, кинетического уравнения в применении к данной задаче. Разбираются открытые вопросы и новые постановки задач. |
| Численные методы в газовой динамике | полгода | Арафайлов С.И. | МЖГ (01.02.05) | В курсе излагаются основные подходы к составлению разностных уравнений, моделирующих газо-динамические процессы, к исследованию аппроксимации, устойчивости, консервативности, монотонности и других свойств численных моделей. Приводится методика исследования диффузионных и дисперсионных свойств схем, основные подходы к разрешению алгебраических уравнений, связанных с расчетными задачами газовой динамики и методы монотонизации разностных схем. Большое внимание в курсе уделено проблеме реализации граничных условий при конечно-разностном моделировании газодинамических процессов. Рассмотрены наиболее популярные и успешные эмпирические методы и различные реализации метода характеристик. Так же в этом курсе рассматриваются наиболее популярные методики численного расчета и монотонизация численной схемы.  |