

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 способы оценки 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 N-теорема Больцмана и связь N-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 тринадцатые и двадцатимоментные приближения. Рассматривается приближение Барнетта. Обсуждается решение модельного кинетического слоя вне кнудсеновских слоев. Рассматривается метод Энско-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 мбогоскоростного 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	полгода	Могилевский Е.	МЖГ (01.02.05)	В курсе излагаются основные подходы и методы исследования течений вязкой жидкости со свободной поверхностью. Рассматриваются случаи, в

гидродинамика		И., Шкадов В.Я.		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 разрывов. 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 асимптотических разложений функций, заданных определенными интегралами. Метод перевала. Метод Лапалса. Метод сращиваемых асимптотических разложений и метод двумасштабных разложений. Метод сращиваемых асимптотических 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.,	МЖГ (01.02.05)	Курс включает основные разделы теории пограничного слоя. Для ламинарного течения рассмотрены точные и приближенные методы расчета гидродинамических параметров.

		Шкадов В.Я.		
Основы физики космической плазмы	полгода	Измоденов В.В.	МЖГ (01.02.05)	"Основы физики космической плазмы" рассматриваются основные - кинетический и магнитогидродинамические 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. Принцип Гиббса и Планка. Тепловое, механическое, диффузионное и химическое равновесие изолированного жидкого тела. Термодинамический принцип виртуальных работ. Уравнение локального баланса 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 решетчатых 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 подходы к моделированию трансзвуковых течений для многокомпонентных 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.