

03.04.01 Прикладные математика и физика

Очная форма обучения, 2017 года набора

Аннотации рабочих программ дисциплин

Аналитические методы в аэродинамике

Цель дисциплины:

- освоение студентами нескольких наиболее успешных аналитических методов аэродинамики, сформулированных в рамках уравнений Навье-Стокса, и Эйлера и получение навыков решения конкретных задач.

Задачи дисциплины:

- глубокое изучение основ предлагаемых методов, их тестирование, валидация, практическое применение.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- ☐ фундаментальные понятия, законы, теории классической и современной физики;
- ☐ порядки численных величин, характерные для различных разделов физики;
- ☐ современные проблемы физики, математики;
- ☐ современное положение дел в проблеме идентификации физических механизмов шумообразования в турбулентных течениях;
- ☐ разновидности современных способов экспериментального исследования шума турбулентных течений и физические принципы, на которых они основаны.

Уметь:

- ☐ абстрагироваться от несущественного при моделировании реальных физических ситуаций;
- ☐ пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных и прикладных задач и технологических задач;
- ☐ делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;

- ☐ производить численные оценки по порядку величины;
- ☐ делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемых проблемах;
- ☐ видеть в технических задачах физическое содержание;
- ☐ осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики;
- ☐ выводить основные уравнения и понимать их физический смысл;
- ☐ эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

Владеть:

- ☐ навыками освоения большого объема информации;
- ☐ навыками самостоятельной работы в лаборатории и Интернете;
- ☐ культурой постановки и моделирования физических задач;
- ☐ навыками грамотной обработки результатов опыта и сопоставления с теоретическими данными;
- ☐ практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач;
- ☐ навыками теоретического анализа реальных задач.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Эксперимент, вычислительные и аналитические методы аэрофизики.
- Асимптотический анализ уравнений Навье-Стокса для течений при больших числах Рейнольдса. Уравнения Эйлера и пограничного слоя.
- Теория подобия.
- Теория пространственного пограничного слоя.
- Некоторые аналитические решения.
- Теория тонкого тела.
- Внешнее разложение.
- Задача падения тонкого тела из каверны в трансзвуковую струю.
- Основы теории устойчивости нелинейных динамических систем.
- Бифуркации в нелинейных динамических системах, теория катастроф.
- Теория Гинзбурга –Ландау фазовых переходов второго рода.
- Неединственность решения уравнений аэрогидродинамики.
- Теория гидродинамической устойчивости.
- Возникновение турбулентности.
- Теория Колмогорова однородной и изотропной турбулентности.

Основная литература:

1. Механика жидкости и газа [Текст] : учебник для вузов / Л. Г. Лойцянский ; Рек. М-вом образования РФ .— 7-е изд., испр. — М. : Дрофа, 2003 .— 840 с.
2. Введение в теорию колебаний и волн [Текст] : учеб. пособие для вузов / М. И. Рабинович, Д. И. Трубецков .— М. : Наука, 1984 .— 432 с.
3. Теория пограничного слоя [Текст] : [учеб. пособие для вузов] / Г. Шлихтинг ; пер. с нем. Г. А. Вольперта ; под ред. Л. Г. Лойцянского .— 6-е изд. — М. : Наука, 1974 .— 711 с.
4. Асимптотическая теория сверхзвуковых течений вязкого газа [Текст] / В. Я. Нейланд [и др.] .— М. : Физматлит, 2004 .— 456 с.
5. Лунев В.В. Течение реальных газов с большими скоростями. М.: Наука. 2007.
6. Рабинович М.И., Трубецков Д.И. Введение в теорию колебаний и волн. - М.: Ижевск: R&C Dynamics. 2000.
7. Жигулев В.Н., Тумин А.М. Возникновение турбулентности. Новосибирск. Наука. 1987.

Военная подготовка

Цель дисциплины:

Получение необходимых знаний, умений, навыков в военной области в соответствии с избранной военно-учётной специальностью "Математическое, программное и информационное обеспечение функционирования автоматизированных систем".

Задачи дисциплины:

1. Прохождение студентами дисциплины "Общественно-государственная подготовка".
2. Прохождение студентами дисциплины "Военно-специальная подготовка".
3. Прохождение студентами дисциплины "Тактика ВВС".
4. Прохождение студентами дисциплины "Общая тактика".
5. Прохождение студентами дисциплины "Общевойсковая подготовка".
6. Прохождение студентами дисциплины "Тактико-специальная подготовка".
7. Допуск к сдаче и сдача промежуточной аттестации, предусмотренной учебным планом.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны
знать:

по дисциплине "Военно-специальная подготовка":

1. принципы построения, функционирования и практической реализации основных алгоритмов АСУ ВВС;
2. взаимодействие алгоритмов КСА объединения ВВС и ПВО, АСУ соединения ВКО в процессе боевой работы, организации и несения боевого дежурства;
3. особенности построения алгоритмов управления частями (подразделениями) ЗРВ, ИА, РЭБ;
4. основы построения КСА КП и штаба объединения ВВС и ПВО, АСУ соединения ВКО;
5. назначение, состав, технические характеристики, устройство и принципы функционирования основных комплексов технических средств КСА;
6. взаимодействие функциональных устройств КСА.

по дисциплине "Общественно-государственная подготовка":

1. историю славных побед российского воинства и русского оружия;
2. порядок организации и проведения мероприятий морально-психологического обеспечения в подразделении;
3. основные этапы развития ВС РФ;
4. цели и задачи воспитательной работы в подразделении;
5. порядок организации и проведения мероприятий воспитательной работы в подразделении;
6. методику индивидуально-воспитательной работы с военнослужащими, проходящими военную службу по призыву и по контракту.

по дисциплине "Тактика ВВС":

1. основы боевого применения Сил и средств воздушно-космического нападения вооруженных Сил блока НАТО;
2. порядок и методику оценки воздушного противника;
3. организацию, вооружение частей и подразделений ПВО ВВС;
4. боевые возможности частей и подразделений ПВО ВВС;
5. организацию маневра подразделений ПВО ВВС;
6. основы подготовки частей и подразделений ПВО ВВС к боевому применению;
7. основы планирования боевого применения, сущность и содержание заблаговременной и непосредственной подготовки к боевому применению частей и подразделений ПВО ВВС;
8. правила разработки и оформления боевых документов;

9. организацию боевого дежурства в ПВО ВВС;

10. основные этапы и способы ведения боевых действий в ПВО ВВС.

по дисциплине "Общая тактика":

1. организационно-штатную структуру общевойсковых подразделений;

2. сущность, виды, характерные черты и принципы ведения современного общевойскового боя;

3. основы боевого применения мотострелковых подразделений Сухопутных войск, их боевые возможности;

4. организацию системы огня, наблюдения, управления и взаимодействия;

5. основы огневого поражения противника в общевойсковом бою;

6. организацию непосредственного прикрытия и наземной обороны позиции подразделения и объектов;

7. последовательность и содержание работы командира взвода (отделения) по организации общевойскового боя, передвижения и управления подразделением в бою и на марше;

8. основы управления и всестороннего обеспечения боя;

9. порядок оценки обстановки и прогноз ее изменений в ходе боевых действий;

10. основные приемы и способы выполнения задач инженерного обеспечения;

11. назначение, классификацию инженерных боеприпасов, инженерных заграждений и их характеристики;

12. назначение, устройство и порядок применения средств маскировки промышленного изготовления и подручных средств;

13. последовательность и сроки фортификационного оборудования позиции взвода (отделения);

14. общие сведения о ядерном, химическом, биологическом и зажигательном оружии, средствах

Уметь:

по дисциплине "Военно-специальная подготовка":

1. технически грамотно эксплуатировать математическое обеспечение вычислительного комплекса в различных степенях боевой готовности и обеспечивать боевую работу в условиях активного воздействия противника;

2. самостоятельно разбираться в описаниях и инструкциях на математическое обеспечение новых АСУ ВВС;

3. методически правильно и грамотно проводить занятия с личным составом по построению и эксплуатации математического обеспечения АСУ ВВС.

по дисциплине "Общественно-государственная подготовка":

1. целенаправленно использовать формы и методы воспитательной работы с различными категориями военнослужащих;

2. применять методы изучения личности военнослужащего, социально-психологических процессов, протекающих в группах и воинских коллективах.

по дисциплине "Тактика ВВС":

1. проводить оперативно-тактические расчеты боевых возможностей частей (подразделений) ПВО ВВС.

по дисциплине "Общая тактика":

1. передвигаться на поле боя;

2. оборудовать одиночные окопы для стрельбы из автомата из всех положений, укрытия для вооружения и военной техники;

3. оценивать обстановку (уточнять данные обстановки) и прогнозировать ее изменения;

4. разрабатывать и оформлять карточку огня взвода (отделения);

5. осуществлять подготовку и управление боем взвода (отделения);

6. пользоваться штатными и табельными техническими средствами радиационной, химической и биологической разведки и контроля, индивидуальной и коллективной защиты, специальной обработки;

7. оценивать состояние пострадавшего и оказывать первую медицинскую помощь при различных видах поражения личного состава;

8. читать топографические карты и выполнять измерения по ним;

9. определять по карте координаты целей, боевых порядков войск и осуществлять целеуказание;

10. вести рабочую карту, готовить исходные данные для движения по азимутам в пешем порядке;

11. организовывать и проводить занятия по тактической подготовке.

по дисциплине "Тактико-специальная подготовка":

1. выполнять функциональные обязанности дежурного инженера в составе боевого расчета;

2. готовить аппаратуру КСА к боевому применению и управлять боевым расчетом центра АСУ в ходе ведения боевой работы;

3. проводить проверку параметров, определяющих боевую готовность АСУ (КСА);

4. оценивать техническое состояние аппаратуры КСА и ее готовность к боевому применению;

5. выполнять нормативы боевой работы.

по дисциплине "Общевойсковая подготовка":

1. выполнять и правильно применять положения общевоинских уставов Вооруженных Сил Российской Федерации в повседневной деятельности;
2. выполнять обязанности командира и военнослужащего перед построением и в строю;
3. правильно выполнять строевые приемы с оружием и без оружия;
4. осуществлять разборку и сборку автомата, пистолета и подготовку к боевому применению ручных гранат;
5. определять по карте координаты целей;

Владеть:

по дисциплине "Военно-специальная подготовка":

1. устройством КСА КП, аппаратным и программным обеспечением их функционирования;
2. основы защиты информации от несанкционированного доступа.

по дисциплине "Общественно-государственная подготовка":

1. основными положениями законодательных актов государства в области защиты Отечества.

по дисциплине "Тактика ВВС":

1. формами и способами ведения боевых действий частей и подразделений ПВО ВВС, их влиянием на работу АСУ в целом, работу КСА лиц боевого расчёта.

по дисциплине "Общая тактика":

1. организацией современного общевойскового боя взвода самостоятельно или в составе роты.
2. принятием решения с составлением боевого приказа, навыками доклада предложений командиру.

по дисциплине "Тактико-специальная подготовка":

1. методами устранения сбоев и задержек в работе программных и аппаратных средств КСА АСУ.

по дисциплине "Общевойсковая подготовка":

1. штатным оружием, находящимся на вооружении Вооружённых сил РФ.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Военно-специальная подготовка
- Общая тактика
- Тактика Военно-воздушных сил
- Военно-специальная подготовка
- Общая тактика
- Тактико-специальная подготовка

- Общевоенная подготовка

Вычислительные методы в механике

Цель дисциплины:

- знакомство студентов с численными методами, широко применяемыми в механике жидкости и газа, а также в механике твердого упругого тела, обучение их алгоритмам, которые могут быть использованы для решения большого разнообразия фундаментальных и прикладных задач аэрогидромеханики и прочности конструкций летательных аппаратов.

Задачи дисциплины:

- эти методы обеспечивают наиболее эффективный на современном этапе путь получения результатов задач, описываемых дифференциальными уравнениями.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

фундаментальные понятия, законы, теории классической и современной физики;
порядки численных величин, характерные для различных разделов физики;
современные проблемы физики, математики;
современное положение дел в проблеме идентификации физических механизмов шумообразования в турбулентных течениях;
разновидности современных способов экспериментального исследования шума турбулентных течений и физические принципы, на которых они основаны

Уметь:

абстрагироваться от несущественного при моделировании реальных физических ситуаций;
пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных и прикладных задач и технологических задач;
делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;
производить численные оценки по порядку величины;
делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемых проблемах;

видеть в технических задачах физическое содержание;

осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики;

выводить основные уравнения и понимать их физический смысл;

эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для

достижения необходимых теоретических и прикладных результатов

Владеть:

навыками освоения большого объема информации;

навыками самостоятельной работы в лаборатории и Интернете;

культурой постановки и моделирования физических задач;

навыками грамотной обработки результатов опыта и сопоставления с теоретическими данными;

практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач;

навыками теоретического анализа реальных задач.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Уравнения Навье-Стокса в дивергентной форме, описывающие течения вязкого совершенного газа. Постановка задачи внешнего обтекания тел вязким газом. Уравнения Навье-Стокса в дивергентной форме в криволинейной системе координат
- Постановка задачи внешнего обтекания тел в рамках уравнений Эйлера. Характеристические свойства уравнений Эйлера и Навье-Стокса. Постановка граничных условий для уравнений Эйлера
- Постановка задачи для уравнений пограничного слоя Прандтля. Характеристические свойства уравнений
- Понятие жесткой системы дифференциальных уравнений
- Моделирование турбулентных течений
- Моделирование химически неравновесных процессов в вычислительной аэродинамике
- Постановка задач в механике твердого упругого тела
- Основные понятия теории разностных схем для обыкновенных дифференциальных уравнений (аппроксимация, сходимость, устойчивость).
- Методы Рунге-Кутты для решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. Многошаговые методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. Условно устойчивые и абсолютно устойчивые разностные методы. Явные и неявные разностные схемы
- Основные понятия теории разностных схем для краевых задач обыкновенных дифференциальных уравнений (аппроксимация, сходимость, устойчивость). Теорема Лакса.
- Интегро-интерполяционный метод решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений.
- Методы типа конечных элементов. Метод Бубнова-Галеркина
- Свойства разностных схем для модельного уравнения: $\Delta u_{xx} + \Delta u_x = 0$. Сеточное число Рейнольдса. Свойство монотонности разностных схем

- Схема Келлера для решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений. О согласованности дифференциальных уравнений и граничных условий
- Метод Рундсона для повышения порядка точности.
- Метод простой итерации для решения нелинейных сеточных уравнений. Скорость сходимости метода
- Метод Ньютона для решения нелинейных сеточных уравнений. Скорость сходимости метода. Модифицированный метод Ньютона. Метод Ньютона-Рафсона
- Разностная задача на собственные значения $u_{xx} + \lambda u = 0$
- Понятие обусловленности систем линейных алгебраических уравнений
- Алгоритм векторно-матричной прогонки. Теорема об устойчивости векторно-матричной прогонки
- Метод Гаусса с выбором ведущего элемента
- Метод простой итерации для решения линейных уравнений. Метод простой итерации с оптимальным выбором.
- Метод переменных направлений для решения линейных уравнений
- Треугольные методы для решения линейных уравнений
- Итерационные методы вариационного типа. Метод минимальных невязок
- Методы построения расчетных сеток. Алгебраические методы построения расчетных сеток. Методы построения расчетных сеток, основанные на решении эллиптических уравнений. Методы построения расчетных сеток, основанные на решении гиперболических уравнений
- Адаптивные расчетные сетки. Адаптивные расчетные сетки вариационного типа
- Анализ устойчивости явных и неявных схем для уравнений пограничного слоя (ПС) Прандтля
- Оценка погрешности аппроксимации схемы с весами для уравнения теплопроводности. Схема повышенного порядка аппроксимации для уравнения теплопроводности. Необходимые и достаточные условия устойчивости по начальным данным схемы с весами для уравнения теплопроводности
- Блочный метод Келлера для решения уравнений ПС Прандтля. Метод Кранка-Николсона для решения уравнений ПС Прандтля. Метод повышенного порядка точности Петухова для решения уравнений ПС Прандтля
- Схема Лакса-Вендроффа для решения уравнений Эйлера. Двухшаговый вариант схемы Лакса-Вендроффа и схема Мак-Кормака. Необходимое условие устойчивости схемы Лакса-Вендроффа
- Понятие монотонности и теоремы Годунова о построении монотонных разностных схем
- Монотонная схема первого и второго порядка точности для уравнения переноса
- Свойство монотонности разностных схем. Условие невозрастания полной вариации
- Линеаризованный вариант монотонной схемы первого и второго порядка точности для уравнений Эйлера
- Нелинейный вариант монотонной схемы Годунова первого и второго порядка точности для уравнений Эйлера.
- Метод Рунда для приближенного решения задачи Римана
- Построение монотонных разностных схем для многомерных задач газовой динамики
- Методы решения уравнений Навье-Стокса с применением монотонных разностных схем.
- Метод конечного элемента для решения уравнений механики твердого упругого тела
- Метод конечного элемента для решения уравнений механики жидкости и газа.

Основная литература:

1. Численные методы решения задач механики сплошных сред [Текст] : цикл лекций, прочитанных в летней школе по численным методам, Киев, 15 июня - 7 июля 1966 г. / под ред. О. М. Белоцерковского ; Акад. наук СССР .— М. : ВЦ АН СССР, 1969 .— 230 с.
2. Методы решения сеточных уравнений [Текст] : учеб. пособие для вузов / А. А. Самарский, Е. С. Николаев .— М. : Наука, 1978 .— 592 с.
3. Численное решение многомерных задач газовой динамики [Текст] : [монография] / под ред. С. К. Годунова ; [С. К. Годунов и др.] .— М. : Наука, 1976 .— 400 с.

Газодинамика горения

Цель дисциплины:

- введение студентов в круг проблем газодинамики горения - сложного раздела аэродинамики, имеющего немало практических приложений. В первом семестре основное внимание уделяется рассмотрению простых физических моделей, позволяющих разобраться в наиболее существенных процессах, протекающих в течениях газа при наличии горения. Кратко рассматриваются проблемы численного моделирования реагирующих течений газа. Второй семестр посвящен газодинамической теории распространения волн горения (дефлаграция, детонация).

Задачи дисциплины:

- формирование базовых представлений о физической природе и основных особенностях протекания горения газов, опирающихся на приближенные решения упрощенной системы уравнений химической кинетики;
- приобретение более глубокого понимания газовой динамики, основанного на рассмотрении стандартных подходов газовой динамики с необычной точки зрения (с точки зрения газов с горением);
- формирование умения упрощать сложную задачу, не поддающуюся аналитическому решению, получать ее приближенное решение, анализировать его с физической точки зрения и проверять непротиворечивость построенной теории;

- приобретение практических навыков к выполнению исследований студентами в рамках выпускных работ на степень магистра.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны
знать:

- ☐ основные понятия химической кинетики;
- ☐ влияние различных эффектов (стехиометрия смеси, расход массы через зону реакции, диффузия тепла, диффузия массы, турбулентность) на протекание горения;
- ☐ влияние тепловыделения на изменение параметров течения;
- ☐ основные типы волн горения и их физические свойства;
- ☐ специфические численные проблемы, возникающие при численном моделировании течений с неравновесными химическими реакциями

Уметь:

- ☐ оценить температуру в реакторе или в камере сгорания;
- ☐ определить полноту сгорания топливной смеси;
- ☐ оценить скорость распространения и толщину фронта волны горения;
- ☐ рассчитывать форму пламени газовой горелки и форму факела диффузионного пламени;
- ☐ рассчитывать структуру автомодельных решений с волнами горения.

Владеть:

- ☐ методами приближенного решения системы уравнений химической кинетики;
- ☐ методом введения концентрации инертной примеси;
- ☐ методом функции плотности вероятности;
- ☐ некоторыми методами построения обобщенных решений дифференциальных уравнений;
- ☐ некоторыми методами анализа устойчивости и физичности численной аппроксимации источниковых членов;
- ☐ некоторыми методами построения автомодельных решений.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Вводная. Предмет и программа курса
- Основные понятия химической кинетики. Тепловой эффект химической реакции. Механизм реакции горения водорода в воздухе

- Влияние коэффициента избытка окислителя на протекание химической реакции. Приближенный расчет температуры в камере сгорания
- Задача о гомогенном реакторе. Режимы стационарного горения в реакторе. Приложения теории гомогенного реактора
- Распространение пламени за счет теплопроводности. Теория Зельдовича - Франк-Каменецкого - Семенова
- Диффузионное горение. Приближение бесконечной скорости реакции. Метод введения концентрации инертной примеси. Ламинарное диффузионное горение
- Турбулентное диффузионное горение (случай однонаправленной брут-то-реакции). Модель микроламинарных пламен. Метод введения функции плотности вероятности
- Турбулентное диффузионное горение (случай квазиравновесных реакций). Выражение констант равновесия через термодинамические функции
- Проблемы численного моделирования течений с неравновесным горением
- Теория квазиодномерных течений с подводом тепла. Тепловое заклинивание. Приближенный расчет течения в каналах переменной площади
- Теория экзотермических скачков. Шесть режимов распространения волн горения
- Потери в волнах горения
- Скорость распространения волны горения. Количественные оценки для волн горения
- Степень определенности течения в экзотермическом скачке для разных типов волн горения
- Механизмы распространения волн горения разных типов
- Одномерные нестационарные автомодельные течения с волнами горения разных типов
- Двумерные нестационарные автомодельные течения с наклонными волнами детонации
- Влияние конечной скорости реакции на структуру течения с наклонной волной детонации
- Устойчивость течения в детонационной волне. Тонкая структура детонационных волн

Основная литература:

1. Теоретическая физика [Текст] : в 10 т. Т. 9, Ч. 2 : Статистическая физика. Теория конденсированного состояния : учеб. пособие для вузов / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц .— М. : Физматлит, 2000-2005 .— 496 с.

Динамика разреженного газа

Цель дисциплины:

- изучение представлений, понятий и методов исследования динамики разреженного газа, позволяющих определять аэродинамические характеристики летательных аппаратов и их частей в верхних слоях атмосферы, позволяющих исследовать другие характеристики обтекания этих аппаратов, а также характеристики течений около микрочастиц и в микроустройствах.

Задачи дисциплины:

- раскрытие физической природы и закономерностей возникновения и изменения силового и теплового воздействия атмосферы на аппараты и их части в условиях, когда отношение средней длины свободного пробега молекул к характерному размеру летательного аппарата или его частей является малым;
- формирование представлений об особенностях силового и теплового воздействия на космический аппарат в верхних слоях атмосферы, когда средняя длина свободного пробега молекул много больше характерного размера аппарата;
- ознакомление с параметрами подобия и основными закономерностями силового и теплового воздействия атмосферы на летательные аппараты и их элементы в переходном режиме обтекания (переходном от режима сплошной среды к свободномолекулярному режиму), когда средняя длина свободного пробега молекул сравнима с характерным размером аппарата;
- формирование представлений об особенностях течения газа около микрочастиц и в микроустройствах, когда эффекты разреженности газа становятся значительными;
- ознакомление с численными и экспериментальными методами исследования динамики разреженного газа.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- ☐ фундаментальные понятия, законы, теории аэрогидромеханики;
- ☐ порядки численных величин, характерные для различных разделов аэрогидромеханики;
- ☐ современные проблемы аэрогидромеханики;
- ☐ основные понятия динамики разреженных газов и закономерности силового и теплового воздействия верхних слоев атмосферы на летательные аппараты;
- ☐ теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследования течений разреженного газа.

Уметь:

- ☐ абстрагироваться от несущественного при моделировании реальных физических ситуаций;
- ☐ пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных, прикладных и технологических задач;
- ☐ делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;

- ☐ производить численные оценки по порядку величины;
- ☐ делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемых проблемах;
- ☐ видеть в технических задачах физическое содержание;
- ☐ осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики;
- ☐ эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов;
- ☐ проводить оценки величин силового и теплового воздействия разреженного газа на части летательных аппаратов и другие тела при различных режимах обтекания,
- ☐ уметь проводить оценки параметров медленных течений разреженного газа около малых аэрозольных частиц и в микроустройствах.

Владеть:

- ☐ навыками освоения большого объема информации;
- ☐ культурой постановки и моделирования физических задач, алгоритмами определения методов исследования, адекватных возникающим задачам;
- ☐ навыками грамотной обработки результатов опыта и сопоставления с теоретическими данными;
- ☐ практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач;
- ☐ навыками теоретического анализа реальных задач, связанных со свойствами течений разреженного газа.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Аэрофизические характеристики летательных аппаратов при их движении в верхних слоях атмосферы. Гиперзвуковые течения в переходном режиме.
- Динамика разреженного газа и кинетическая теория.
- Медленные течения разреженного газа. Течения в свободномолекулярном, близком к равновесным и переходным режимам.
- Свободномолекулярный гиперзвуковой режим обтекания.
- Течения в режиме первых межмолекулярных столкновений.
- Течения слабо разреженного газа.
- Характеристики равновесного газа. Основные представления кинетической теории газов. Уравнение Больцмана. Физические свойства верхней атмосферы Земли и космической среды.
- Численные методы исследования течений разреженного газа.
- Экспериментальные методы исследования течений разреженного газа.

Основная литература:

1. Коган М.Н. Динамика разреженного газа. - М.: Наука, 1967г. - 440с. (Темы: 1 - 7)
2. БердГ. Молекулярная газовая динамика. - М.: Мир, 1981г. - 320с. (Темы: 1, 2, 8)
3. Кошмаров Ю.А., Рыжов Ю.А. Прикладная динамика разреженного газа. - М.: Машиностроение, 1977г. - 184с. (Темы: 1 – 6, 8)
4. Бондарев Е.Н., Дубасов В.Т., Рыжов Ю.А., Свирщевский С.Б., Семенчиков Н.В. Аэрогидродинамика. - М.: Машиностроение, 1993г. - 607с. (Темы: 2 - 6, 8)
5. Ковтуненко В.М., Камеко В.Ф., Яскевич Э.П. Аэродинамика орбитальных космических аппаратов. - Киев : Наукова думка, 1984г. - 188с. (Темы: 1,2)
6. Кошмаров Ю.А., Рыжов Ю.А., Свирщевский С.Б. Экспериментальные методы в механике разреженного газа. - М. : Машиностроение, 1981г. - 200с. (Темы: 1, 2, 8)
7. Баранцев Р.Г. Взаимодействие разреженных газов с обтекаемыми поверхностями. М. : Наука, 1975г. - 344с. (Темы: 2, 5)
8. Гудман Ф., Вахман Г. Динамика рассеяния газа поверхностью. - М. : Мир, 1980, - 423с. (Темы: 2, 3)
9. Лифшиц Е.М., Питаевский Л.П.. Теоретическая физика. Т.10. Физическая кинетика. М. Наука. 1979. 527 с. (Темы 1, 7)
10. Чепмен С., Каулинг Т.. Математическая теория неоднородных газов. М. ИЛ. 1960. 511 с. (Темы 1, 7)
11. де Грот С., Мазур П. Неравновесная термодинамика. М. Мир. 1964. 456 с. (Тема 7)

Динамические структуры в турбулентном пограничном слое

Цель дисциплины:

- введение студентов в область физического моделирования явлений, происходящих в развитом турбулентном пограничном слое в рамках уравнений Навье Стокса на основе обобщения обширного экспериментального материала об организованных структурах – кардинально нового представления о динамике жидкости в турбулентном пограничном слое.

Задачи дисциплины:

- глубокое изучение физических и математических основ динамики жидкости, их применение к

нетривиальным случаям динамики, тестирование результатов предлагаемого анализа, валидация, практическое применение получаемых результатов.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны
знать:

- ☐ фундаментальные понятия, законы, теории классической и современной аэродинамики вязкого сжимаемого газа;
- ☐ порядки численных величин, характерные для различных разделов аэродинамики;
- ☐ современные проблемы физики, математики;
- ☐ современное положение дел в проблеме идентификации физических механизмов образования возмущений в турбулентных течениях;
- ☐ разновидности современных способов экспериментального исследования динамики возмущений в турбулентных течениях и физические принципы, на которых они основаны.

Уметь:

- ☐ абстрагироваться от несущественных факторов при моделировании реальных физических ситуаций;
- ☐ пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных и прикладных задач и технологических задач;
- ☐ делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;
- ☐ производить численные оценки по порядку величины;
- ☐ делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемых проблемах;
- ☐ видеть в технических задачах физическое содержание;
- ☐ осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики;
- ☐ выводить основные уравнения и понимать их физический смысл;
- ☐ эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

Владеть:

- ☐ навыками освоения большого объема информации;
- ☐ навыками самостоятельной работы в лаборатории и Интернете;
- ☐ культурой постановки и моделирования физических задач;

- ▣ навыками грамотной обработки результатов опыта и сопоставления с теоретическими данными;
- ▣ практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач;

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- В. Е. Захаров «Турбулентность сильная и слабая»
- Видеофильмы о турбулентном движении жидкости
- Турбулентный пограничный слой, Эксперимент, Исторический обзор стрики, берсты, шпильки
- Математическая обработка данных – вейвлетный анализ
- Волны в пограничном слое Волны Толлмина-Шлихтинга, вихри Гертлера.
- Дисперсия волн, распадный спектр, 3-й резонанс
- Методы численного определения характеристик волн в пограничном слое
- Нелинейное уравнение для спектральных амплитуд. Одномодовое приближение, Малый параметр.
- Уравнения для корреляций. Тройное разложение.
- Метод многих масштабов. Уравнение для когерентной структуры. Интегральные уравнения для стохастической компоненты
- Выводы из полученных уравнений. Масштабы пульсаций по времени; Структура тензора напряжений
- Современные теории развитого турбулентного пограничного слоя RNG – теории, обтекание обратной ступеньки
- Конститутивная теория развитого турбулентного пограничного слоя
- Баренблатт – развитие теории размерности и подобия
- Баренблатт: турбулентность -фундаментальная проблема тысячелетия
- Модели структур развитого ТПС

Основная литература:

1. Лекции по теории турбулентности [Текст] : посвящ. 50-летию факультета аэромеханики и летательной техники МФТИ : учеб. пособие для вузов / В. Н. Жигулев ; под ред. Ю. И. Хлопкова ; М-во образования и науки РФ, Моск. физ.-техн. ин-т (гос. ун-) .— М. : МФТИ, 2015 .— 124 с.
2. Лекции по теоретическим методам исследования турбулентности [Текст] : посвящ.40-летию ФАЛТа МФТИ : учеб. пособие для вузов / Ю. И. Хлопков, В. А. Жаров, С. Л. Горелов ; М-во образования и науки РФ, Моск.физ.-техн. ин-т (гос. ун-т .— М. : Изд-во МФТИ, 2005 .— 179 с.
3. Руководство по компьютерной аналитике [Текст] : учеб. пособие для вузов / Ю. И. Хлопков, В. А. Жаров, С. Л. Горелов ; М-во образования РФ, Моск. физ.-техн. ин-т (гос. ун-т) .— М. :

МФТИ, 2000 .— 117 с.

4. Статистическое моделирование в вычислительной аэродинамике [Текст] / Ю. И. Хлопков ; [Моск. физ.-техн. ин-т (гос. ун-т)] .— Научное изд. — М. : Азбука-2000, 2006 .— 158 с.

5. Теория пограничного слоя [Текст] : [учеб. пособие для вузов] / Г. Шлихтинг ; пер. с нем. Г. А. Вольперта ; под ред. Л. Г. Лойцянского .— 6-е изд. — М. : Наука, 1974 .— 711 с.

6. Лекции по теоретическим методам исследования турбулентности [Текст] : посвящ.40-летию ФАЛТа МФТИ : учеб. пособие для вузов / Ю. И. Хлопков, В. А. Жаров, С. Л. Горелов ; М-во образования и науки РФ, Моск.физ.-техн. ин-т (гос. ун-т) .— М. : Изд-во МФТИ, 2005 .— 179 с.

История, философия и методология естествознания

Цель дисциплины:

приобщить студентов к историческому опыту мировой философской мысли, дать ясное представление об основных этапах, направлениях и проблемах истории и философии науки, способствовать формированию навыков работы с предельными вопросами, связанными с границами и основаниями различных наук и научной рациональности, овладению принципами рационального философского подхода к процессам и тенденциям развития современной науки.

Задачи дисциплины:

- систематизированное изучение философских и методологических проблем естествознания с учетом историко-философского контекста и современного состояния науки;
- приобретение студентами теоретических представлений о многообразии форм человеческого опыта и знания, природе мышления, соотношении истины и заблуждения;
- понимание роль науки в развитии цивилизации, соотношение науки и техники и связанные с ними современные социальные и этические проблемы, умение различать исторические типы научной рациональности, знать структуру, формы и методы научного познания в их историческом генезисе, современные философские модели научного знания;
- знакомство с основными научными школами, направлениями, концепциями, с ролью новейших информационных технологий в мире современной культуры и в области гуманитарных и естественных наук;

- понимание смысла соотношения биологического и социального в человеке, отношения человека к природе, дискуссий о характере изменений, происходящих с человеком и человечеством на рубеже третьего тысячелетия;
- знание и понимание диалектики формирования личности, ее свободы и ответственности, своеобразия интеллектуального, нравственного и эстетического опыта разных исторических эпох.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

- структуру естественных и социо-гуманитарных наук, специфику их методологического аппарата;
- соотношение принципов и гипотез в построении научных систем и теорий;
- основы современной научной картины мира, базовые принципы научного познания и ключевые направления междисциплинарных исследований;
- концепции развития науки и разные подходы к проблеме когнитивного статуса научного знания;
- проблему материи и движения;
- понятия энергии и энтропии;
- проблемы пространства–времени;
- современные проблемы физики, химии, математики, биологии, экологии;
- великие научные открытия XX и XXI веков;
- ключевые события истории развития науки с древнейших времён до наших дней;
- взаимосвязь мировоззрения и науки;
- проблему формирования мировоззрения;
- систему интердисциплинарных отношений в науке, проблему редукционизма в науке;
- теоретические модели фундаментальных процессов и явлений в физике и ее приложениях к естественным наукам;
- о Вселенной в целом как физическом объекте и ее эволюции;
- о соотношении порядка и беспорядка в природе, о проблемах нелинейных процессов и самоорганизующихся систем;
- динамические и статистические закономерности в природе;

- о роли вероятностных описаний в научной картине мира;
- принципы симметрии и законы сохранения;
- новейшие открытия естествознания для создания технических устройств;
- особенности биологической формы организации материи, принципы воспроизводства и развития живых систем;
- о биосфере и направлении ее эволюции.

Уметь:

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, гипотезы, доказательства, законы;
- применять методологию естествознания при организации конкретных исследований;
- дать панораму наиболее универсальных методов и законов современного естествознания.

Владеть:

- научной методологией как исходным принципом познания объективного мира;
- принципами выбора адекватной методологии исследования конкретных научных проблем;
- системным анализом;
- знанием научной картины мира;
- понятийным и методологическим аппаратом междисциплинарных подходов в науке.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Возникновение и развитие науки на Западе и на Востоке
- Методология научного и философского познания
- Современная философия о проблемах естественнонаучного знания
- Современная философия о проблемах естественнонаучного знания
- Современная философия о проблемах социального и гуманитарного знания
- Наука, религия, философия
- Проблема кризиса культуры в научном и философском дискурсе
- Наука и философия о природе сознания

Основная литература:

1. Западная философия от истоков до наших дней [Текст] : [в 4 т.] Т. 3. От Возрождения до Канта / С. А. Мальцева, Д. Антисери, Дж. Реале .— СПб. : Пневма, 2004, 2010 .— 880 с.
2. Западная философия от истоков до наших дней [Текст] : [в 4 т.] / Д. Антисери, Дж. Реале ; пер. с итал. под ред. С. А. Мальцевой .— СПб. : Пневма, 2003. — Т. 1-2: Античность и

Средневековье. - 2003. - 688 с.

3. Западная философия от истоков до наших дней [Текст] : [в 4 т.] Т. 4 / Д. Антисери, Дж. Реале; пер. с итал. под ред. С. А. Мальцевой. — СПб. : Пневма, 2003, 2008. — 880 с.

4. Западная философия от истоков до наших дней [Текст]: [в 4 т.] / Д. Антисери, Дж. Реале; пер. с итал. С. А. Мальцевой. — СПб. : Пневма, 2004. — Т. 3: От Возрождения до Канта. - 2004. - 880 с.

5. Философия [Текст] : Хрестоматия / сост. П. С. Гуревич. — М. : Гардарики, 2002. — 543 с.

6. Философия науки [Текст] : учебник для магистратуры / под ред. А. И. Липкина ; Моск. физ.-техн. ин-т (гос. ун-т). — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Юрайт, 2015. — 512 с

Кинетическая теория газов

Цель дисциплины:

дать студентам знания, необходимые для описания различных физических явлений в области приложений классической кинетической теории и методы построения соответствующих математических моделей. Показать соответствие физических предположений, положенных в основу кинетической теории, существующим экспериментальным данным, что позволяет считать теорию достоверной в области её применимости. Дать навыки, позволяющие понять адекватность теоретической модели соответствующему физическому явлению и определить пределы её применимости.

Задачи дисциплины:

- изучение математического аппарата теории кинетических уравнений;
- изучение методов вывода макроскопических уравнений механики сплошных сред из молекулярного описания среды с помощью кинетических уравнений
- изучение методов вычисления кинетических коэффициентов вязкости и теплопроводности из "первых принципов"
- овладение студентами методами классической кинетической теории газов для описания различных режимов течения газа.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные физические положения классической кинетической теории
- основные уравнения кинетической теории и прежде всего кинетическое уравнение Больцмана;
- основные методы математического аппарата для решения линейных интегральных уравнений возникающих в кинетической теории газов;
- основные методы решения задач в динамике разреженного газа;
- методы и способы описания взаимодействия газа с поверхностью;
- методы получения кинетических уравнений из динамической теории.

Уметь:

- пользоваться аппаратом уравнений в частных производных;
- пользоваться аппаратом теории вероятностей;
- пользоваться аппаратом вероятностных функций распределения;
- решать газокинетические задачи с учетом внешних полей;
- решать задачи о поведении макроскопических систем в заданном внешнем поле;
- применять метод теории Чепмена-Энскога для вывода уравнений газовой динамики;
- применять метод Чепмена-Энскога в кинетической теории смеси газов;
- применять уравнение Фоккера-Планка для нахождения коэффициентов диффузии.

Владеть:

- основными методами математического аппарата как классической кинетической теории газов;
- навыками теоретического анализа реальных задач, связанных как со свойствами макроскопических систем различной природы, так и с их кинетическими свойствами.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Функция распределения. Уравнение Больцмана
- Свойства интеграла столкновений. H-теорема.
- Гидродинамические величины. Общее уравнение переноса. Вывод уравнений газовой динамики.
- Кинетическое уравнение для слабо неоднородного газа. Линеаризация интеграла столкновений.
- Метод Чепмена-Энскога. Вычисление коэффициентов теплопроводности и вязкости.
- Уравнение Больцмана для смеси газов. Диффузия и термодиффузия.
- Диффузия легкого газа в тяжелом. Газ Лоренца.
- Диффузия тяжелого газа в легком. Броуновское движение. Уравнение Ланжевена.
- Уравнение Фоккера-Планка. Уравнение диссипативной динамики.

- Явления в слабо разреженных газах. Тепловое скольжение. Термофорез.
- Уравнения Барнетта. Температурные напряжения в газах. Термострессовая конвекция.
- Явления в сильно разреженных газах. Свободномолекулярное течение.
- Взаимодействие с поверхностью тела. Коэффициенты аккомодации.
- Динамический вывод уравнения Больцмана.

Основная литература:

1. Физическая кинетика [Текст] : учеб. пособие для вузов / Е. М. Лифшиц, Л. П. Питаевский .— М. : Наука, 1979 .— 528 с.
2. Введение в современную кинетическую теорию [Текст] : курс лекций / Р. О. Зайцев .— М. : КомКнига, 2006, 2007 .— 480 с.
3. Равновесная и неравновесная статистическая механика [Текст] : в 2 т. Т. 2 / Р. Балеску ; пер. с англ. под ред. Д. Н. Зубарева, Ю. Л. Климонтовича .— М. : Мир, 1978 .— 405 с.

Математические вопросы дискретизации пространства при компьютерном моделировании сложных пространственных течений

Цель дисциплины:

Знакомство студентов с различными методами построения и адаптации расчетных сеток для задач вычислительной аэродинамики, рассмотрение вопросов влияния типов расчетных сеток на точность проведения вычислительного эксперимента, обучение их практическим навыкам реализации методов в программном коде. Рассматриваемые методы позволяют гарантировать качество построенной расчетной сетки.

Задачи дисциплины:

- формирование у студентов знаний о процессе проведения вычислительного эксперимента, о физико-математической постановке для задач вычислительной аэродинамики, о понятии точности вычислительной методологии;
- обучение студентов методам построения и анализа качества структурированных и неструктурированных расчетных сеток для задач вычислительной аэродинамики, которые опираются на знания математического анализа, теории функций комплексных переменных, методов решения дифференциальных уравнений;

- приобретение студентами практических навыков написания программ построения структурированных расчетных сеток с использованием языка программирования C, C++.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны
знать:

- ☐ понятие вычислительного эксперимента и его этапы;
- ☐ область применения методов вычислительной аэродинамики;
- ☐ типы расчетных сеток и области их применения;
- ☐ различные методы построения одномерных, двумерных и трехмерных расчетных сеток;
- ☐ методы оценки качества расчетных сеток;
- ☐ методы адаптации расчетных сеток;
- ☐ методику определения влияния расчетной сетки на результаты вычислительного эксперимента.

Уметь:

- ☐ точно сформулировать физико-математическую постановку для задач вычислительной аэродинамики;
- ☐ сформулировать требования к расчетной сетке для поставленной задачи;
- ☐ реализовать методы построения расчетной сетки в виде компьютерной программы;
- ☐ оценить качество построенной расчетной сетки.

Владеть:

- ☐ методами построения одномерных, двумерных и трехмерных расчетных сеток;
- ☐ навыками построения расчетной сетки;
- ☐ методами адаптации структурированных расчетных сеток;
- ☐ методикой оценки качества расчетных сеток.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Введение. Понятие вычислительного эксперимента (ВЭ). Основные этапы. Спектр задач.
- Физико-математическая постановка задач аэродинамики. Примеры математической постановки задач. Начальные и граничные условия.
- Типы расчетных сеток. Неструктурированные расчетные сетки. Многоблочные структурированные расчетные сетки. Расчетные сетки для расчета пограничных слоев. Гибридные сетки. Химера.

- Методы построения расчетных сеток. Метод конформного отображения.
- Метод сечений. Метод построения поверхностей Кунса.
- Метод многих поверхностей.
- Метод трансфинитной интерполяции.
- Практическое занятие по написанию программ построения расчетных сеток.
- Методика проверки качества расчетной сетки. Скошенность, вытянутость и коэффициент роста ячеек расчетной сетки.
- Практическое занятие по написанию программы проверки качества расчетной сетки.
- Адаптация расчетных сеток. Адаптивные и адаптированные расчетные сетки. Методы адаптации.
- Практическое занятие. Влияние расчетной сетки на результаты расчетов.

Основная литература:

1. Самарский, А. А. Теория разностных схем [Текст] : учеб. пособие для вузов / А. А. Самарский .— 3-е изд., испр. — М. : Наука, 1989 .— 612 с. - Библиогр. в примеч.: с. 609-611. - Предм. указ.: с. 615-616. - 6750 экз. ISBN 5-02-014576-9
2. Самарский, А. А. Задачи и упражнения по численным методам [Текст] : учеб. пособие для вузов / А. А. Самарский, П. Н. Вабищевич, Е. А. Самарская ; Рос. акад. наук, Ин-т математич. моделирования, Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова .— М. : Эдиториал УРСС, 2000 .— 208 с. — (Все основные разделы численного анализа). - Библиогр.: с. 206-207. - 1000 экз.- ISBN 5-8360-0158-8)

Метод конечных элементов в задачах вычислительной аэродинамики

Цель дисциплины:

- знакомство студентов с применением методов конечного элемента для решения задач вычислительной аэродинамики. Это относительно новое многообещающее направление в методах вычислительной аэродинамики позволяет перейти к использованию схем аппроксимации высокого порядка точности на адаптивных неструктурированных расчётных сетках. В курсе анализируются достоинства и недостатки методов конечных разностей, конечного объёма и конечного элемента. Рассматриваются основные подходы к решению систем сеточных уравнений.

Задачи дисциплины:

- расширение кругозора студентов в проблеме создания высокоэффективного метода численного решения задач внешней и внутренней аэродинамики.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- ☐ фундаментальные понятия, законы, теории классической и современной физики;
- ☐ порядки численных величин, характерные для различных разделов физики;
- ☐ современные проблемы физики, математики;
- ☐ современное положение дел в проблеме идентификации физических механизмов в турбулентных течениях;
- ☐ разновидности современных способов экспериментального исследования турбулентных течений и физические принципы, на которых они основаны.

Уметь:

- ☐ абстрагироваться от несущественного при моделировании реальных физических ситуаций;
- ☐ пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных и прикладных задач и технологических задач;
- ☐ делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;
- ☐ производить численные оценки по порядку величины;
- ☐ делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемых проблемах;
- ☐ видеть в технических задачах физическое содержание;
- ☐ осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики;
- ☐ выводить основные уравнения и понимать их физический смысл;
- ☐ эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

Владеть:

- ☐ навыками освоения большого объема информации;
- ☐ навыками самостоятельной работы в лаборатории и Интернете;
- ☐ культурой постановки и моделирования физических задач;
- ☐ навыками грамотной обработки результатов опыта и сопоставления с теоретическими данными.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Введение. Схемы высокого порядка точности и их использование на анизотропно адаптивных неструктурированных расчётных сетках. Анализ эффективности использования схем высокого порядка точности при решении задач вычислительной аэродинамики.
- Метод Конечных Разностей (МКР), Метод Конечного Объёма (МКО), Метод Конечного Элемента (МКЭ). Схемы высокого порядка точности (преимущества и недостатки).
- Порядок аппроксимации и порядок точности численной схемы.
- Типы сеток (структурированные, неструктурированные, адаптивные изотропная адаптация, анизотропная адаптация). Типы конечных элементов.
- Использование МКЭ для решения задач Лапласа и Пуассона. Метод Галёркина.
- МКЭ высокого порядка точности для решения уравнений Эйлера и Навье-Стокса на неструктурированных сетках. Стабилизированный Метод Галёркина (СМГ), Разрывный Метод Галёркина (РМГ), метод распределённой невязки (МРН), спектральные методы.
- Аппроксимация вязких и невязких членов в РМГ.
- Постановка граничных условий в МКЭ высокого порядка точности. Методы учёта кривизны обтекаемой границы. Отображения элементов в параметрическую плоскость.
- Квадратурный и безквадратурные подходы интегрирования потоков.
- Методы монотонизации решения в конечно-элементных подходах аппроксимации течений.
- Методы решения сеточных уравнений конечно-элементной аппроксимации течений. Явный и неявный метод. GMRES. Решатели и многосеточный метод. Полиномиальный многосеточный метод. Переобуславливатель на низкие числа Маха.
- Индикатор ошибки на основе сопряжённого решения, суперсходимости.

Основная литература:

1. Прикладная газовая динамика [Текст] : в 2 ч. Ч. 1 : [учеб. пособие для вузов] / Г. Н. Абрамович .— 5-е изд., перераб. и доп. — М. : Наука, 1991 .— 600 с.
2. Прикладная газовая динамика [Текст] : в 2 ч. Ч. 2 : [учеб. пособие для вузов] / Г. Н. Абрамович .— 5-е изд., перераб. и доп. — М. : Наука, 1991 .— 301 с.
3. Куликовский А.Г., Погорелов Н.В., Семенов А.Ю. Математические вопросы численного решения гиперболических систем уравнений. М., “Физмалит”, 2001.

Методы решения задач аэротермодинамики космических летательных аппаратов

Цель дисциплины:

- изучение теории методов Монте-Карло и их разнообразном применении. Изучение алгоритмов решения задач динамики разреженного газа вообще и задач аэротермодинамики космических

летательных аппаратов, в частности.

Задачи дисциплины:

- научить студентов исходя из постановки соответствующих задач разрабатывать алгоритмы расчета; производить необходимый объем расчетов в соответствии с заданной точностью; представлять результаты расчетов в виде графиков, гистограмм и т.п.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны
знать:

- ☐ место и роль общих вопросов науки в научных исследованиях;
- ☐ современные проблемы физики, прикладной математики и теоретической и прикладной аэрогидромеханики;
- ☐ теоретические модели фундаментальных процессов и явлений в механике сплошных сред и ее приложениях;
- ☐ принципы симметрии и законы сохранения;
- ☐ новейшие открытия естествознания;
- ☐ постановку проблем физико-математического моделирования;
- ☐ о взаимосвязях и фундаментальном единстве естественных наук.

Уметь:

- ☐ эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- ☐ представить панораму универсальных методов и законов современного естествознания;
- ☐ работать на современной вычислительной технике (распараллеливание задачи);
- ☐ абстрагироваться от несущественных влияний при моделировании реальных физических ситуаций, уметь выделить главную часть и поставить корректную краевую задачу;
- ☐ планировать оптимальное проведение численного эксперимента.

Владеть:

- ☐ планированием, постановкой и обработкой результатов физического эксперимента;
- ☐ научной картиной мира;
- ☐ навыками самостоятельной работы на современном вычислительном оборудовании, знать современные языки программирования;

▣ математическим моделированием физических задач в рамках метода граничного элемента и сеточных методов.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Введение. Основы метода Монте-Карло.
- Моделирование случайных величин.
- Численное интегрирование.
- Решение уравнений математической физики.
- Решение линейных интегральных уравнений.
- Основные уравнения вычислительной аэродинамики и подходы к их решению
- Численные методы решения линейных кинетических уравнений.
- Методы решения нелинейных задач динамики разреженных газов.
- Методы расчета при малых числах Кнудсена.
- Определение аэродинамических характеристик ВКС.
- Определение аэродинамических характеристик ВКС.
- Сверхзвуковое обтекание затупленных тел с энергоподводом.
- Моделирование турбулентных течений.
- Определение аэродинамических характеристик ВКС.
- Сверхзвуковое обтекание затупленных тел с энергоподводом.
- Моделирование турбулентных течений.
- Возможные направления развития методов Монте-Карло в вычислительной аэродинамике.

Основная литература:

1. Руководство по компьютерной аналитике [Текст] : учеб. пособие для вузов / Ю. И. Хлопков, В. А. Жаров, С. Л. Горелов ; М-во образования РФ, Моск. физ.-техн. ин-т (гос. ун-т) .— М. : МФТИ, 2000 .— 117 с.
2. Теоретическая физика [Текст] : в 10 т. Т. 10 : Физическая кинетика : учеб. пособие для вузов / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц ; под ред. Л. П. Питаевского .— 2-е изд., испр. — М. : Физматлит, 2001, 2002, 2007 .— 536 с.
3. С.М. Ермаков, Г.А. Михайлов Курс статистического моделирования, М: Наука .1976. 320с.
4. И.М. Соболев Численные методы Монте-Карло, М: Наука. 1973. 311с.
5. О.М. Белоцерковский, Ю.И. Хлопков Методы Монте-Карло в механике жидкости и газа, М: Азбука-2000. 2008. 330с.

Нейросетевые технологии и робастная оптимизация в задачах аэродинамики

Цель дисциплины:

- знакомство с теорией искусственных нейронных сетей, а так же с многочисленными примерами применения нейросетевых технологий в задачах аппроксимации сложных функциональных зависимостей возникающих в прикладной аэродинамике а так же при предварительном проектировании летательных аппаратов. Предполагается также знакомство с теорией динамической ассоциативной памяти близко связанной с физикой неупорядоченных систем и теорией фазовых переходов. Вторая часть курса предполагает знакомство студентов с различными методами анализа неопределенностей, возникающих в различных прикладных задачах и изучение методов оптимизации при наличии вероятностных критериев и ограничений.

Задачи дисциплины:

- научить студентов исходя из постановки соответствующих задач разрабатывать алгоритмы расчета; производить необходимый объем расчетов в соответствии с заданной точностью; представлять результаты расчетов в виде графиков, гистограмм и т.п.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- ☐ место и роль общих вопросов науки в научных исследованиях;
- ☐ современные проблемы физики, прикладной математики и теоретической и прикладной аэрогидромеханики;
- ☐ теоретические модели фундаментальных процессов и явлений в механике сплошных сред и ее приложениях;
- ☐ принципы симметрии и законы сохранения;
- ☐ новейшие открытия естествознания;
- ☐ постановку проблем физико-математического моделирования.

Уметь:

- ☐ эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- ☐ представить панораму универсальных методов и законов современного естествознания;

- ☐ работать на современной вычислительной технике (распараллеливание задачи);
- ☐ абстрагироваться от несущественных влияний при моделировании реальных физических ситуаций, уметь выделить главную часть и поставить корректную краевую задачу;
- ☐ планировать оптимальное проведение численного эксперимента.

Владеть:

- ☐ планированием, постановкой и обработкой результатов физического эксперимента;
- ☐ научной картиной мира;
- ☐ навыками самостоятельной работы на современном вычислительном оборудовании, знать современные языки программирования;
- ☐ математическим моделированием физических задач в рамках метода граничного элемента и сеточных методов.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Что такое нейронные сети. Биологический нейрон. Человеческий мозг. Модели нейронов. Архитектура сетей. Представление знаний.
- Процессы обучения. Обучение, основанное на коррекции ошибок. Обучение на основе памяти. Обучение Хебба. Конкурентное обучение. Обучение Больцмана. Обучение с учителем, обучение без учителя. Задачи обучения: ассоциативная память, распознавание образов, аппроксимация функций, управление, фильтрация. Память в виде матрицы корреляций.
- Однослойный персептрон. Теорема о сходимости персептрона. Графики процесса обучения. Задача адаптивной фильтрации. Взаимосвязь персептрона и байесовского классификатора в гауссовой среде.
- Многослойный персептрон. Алгоритм обратного распространения. Два прохода вычислений, скорость обучения, последовательный и пакетный режимы обучения. Критерий останова. Перекрестная проверка.
- Аппроксимация функций. Теорема об универсальной аппроксимации. «Проклятие размерности». Обучение с учителем как задача оптимизации. Метод сопряженных градиентов. Квазиньютоновские методы. Метод компьютерной заморозки. Генетический алгоритм.
- Сети на основе радиальных базисных функций (RBF). Теорема Ковера о разделимости множеств. Задача интерполяции. Теорема Мичелли. Сравнение сетей RBF и многослойных персептронов. Стратегии обучения. Случайный выбор фиксированных центров. Выбор центров на основе самоорганизации. Выбор центров с учителем.
- Карты самоорганизации. Процесс конкуренции, процесс кооперации, процесс адаптации. Упорядочение и сходимость. Краткое описание алгоритма SOM
- Нейродинамика. Динамические системы. Пространство состояний. Аттракторы. Управление аттракторами. Модель Хопфилда.
- Статистическая механика модели Хопфилда. Метод реплик. Вычисление свободной энергии.
- Фазовая диаграмма модели Хопфилда. Обобщения модели Хопфилда. Теория Е. Гарднер.

- Динамически управляемые рекуррентные сети. Алгоритмы обучения.
- Анализ источников неопределенности в модели. Эмпирические функции распределения. Методы ядерного сглаживания. Стандартные одно- и многомерные функции распределения. Анализ корреляций. Графический анализ с помощью QQ- графиков. Оценки параметров. Хи-квадрат тест. Тестирование по Колмогорову-Смирнову. Принцип максимального правдоподобия. Байесовские информационные критерии.
- Вероятностные критерии качества и теория надежности. Изовероятностные преобразования. Преобразование Розенблата. Преобразование Натафа. Индекс надежности. Методы оценки надежности первого, второго и высших порядков (FORM, SORM, NORM). Методы пробных выборок. Различные разновидности метода Монте-Карло. Метод существенных выборок. Выборки направлений. Метод Латинского гиперкуба.
- Оптимизация в условиях статистической неопределенности (робастная оптимизация) Функция потерь и функция вероятности. Функция квантили. Методы детерминированного эквивалента. Билинейная функция потерь и сферически симметричные распределения. Функция потерь возрастающая по стратегии. Доверительный метод. Максимизация целевых функций на доверительном эллипсоиде. Стохастические квазиградиентные алгоритмы. Задачи стохастического программирования с вероятностным ограничением.
- Глубокое обучение (Deep Learning)

Основная литература:

1. Теория нейронных сетей [Текст]. Кн.1 : учеб. пособие для вузов / А. И. Галушкин .— М : Ред. журнала "Радиотехника", 2000 .— 416 с.
2. Нейронные сети [Текст] : полный курс / С. Хайкин ; пер. с англ. Н. Н. Куссуль, А. Ю. Шелестова ; под ред. Н. Н. Куссуль .— 2-е изд., испр. — М. : Вильямс, 2006 .— 1103 с.
3. Нейронные сети: история развития теории [Текст]. Кн. 5 : учеб. пособие для вузов / под общ. ред. А. И. Галушкина, Я. З. Цыпкина .— М. : ИПРЖР, 2001 .— 840 с.
4. Нейронные сети: история развития теории [Текст]. Кн. 5 : учеб. пособие для вузов / под общ. ред. А. И. Галушкина, Я. З. Цыпкина .— М. : ИПРЖР, 2001 .— 840 с.
5. Оптимизация параметров многоцелевых летательных аппаратов [Текст] : [учеб. пособие для вузов] / С. А. Пиявский, В. С. Брусов, Е. А. Хвилон .— М. : Машиностроение, 1974 .— 168 с.
6. Ф. Уоссерман. Нейрокомпьютерная техника. Москва: Мир, 1992.
7. А.Н. Горбань, Д.А. Россиев. Нейронные сети на персональном компьютере. Новосибирск: Наука, 1996.
8. Измайлов А.Ф., Солодов М.И. Численные методы оптимизации. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008.

Оптимизация аэродинамических форм

Цель дисциплины:

Главная цель курса состоит в формировании у студентов мировоззрения о теории оптимальных аэродинамических форм как разделе аэродинамики летательных аппаратов и включает введение в круг проблем по улучшению аэродинамических характеристик с освоением методов аналитического исследования и численной оптимизации.

Задачи дисциплины:

- формирование базовых представлений об основных особенностях моделей, используемых при аэродинамическом расчете
- понимание особенностей оптимизационных задач дозвуковой и сверхзвуковой, внешней и внутренней аэродинамики
- формирование знаний об аналитических решениях задач теории оптимальных аэродинамических форм
- освоение численных методов минимизации функции одной и многих переменных
- приобретение практических навыков по постановке и решению оптимизационных задач.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

- основные понятия теории оптимальных аэродинамических форм;
- особенности численных методов минимизации функции одной и многих переменных;
- основные аналитические решения задач, связанных с минимизацией отдельных составляющих аэродинамического сопротивления;
- особенности оптимизационных задач внешней и внутренней аэродинамики;
- особенности оптимизационных задач дозвуковой и сверхзвуковой аэродинамики.

Уметь:

- сформулировать оптимизационную задачу с выделением целевой функции, функций ограничений, независимых переменных;
- абстрагироваться от несущественных факторов при моделировании реальной физической

задачи;

☐ выбрать оптимизационный метод и оценить скорость сходимости оптимизационного процесса;

☐ выполнить анализ полученного решения с выделением физической основы достигнутого эффекта;

☐ делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемых проблемах.

Владеть:

☐ практическими навыками по постановке оптимизационных задач;

☐ подходами локальной аппроксимации целевой функции;

☐ методами аналитического решения оптимизационных задач;

☐ основными численными методами минимизации функции одной и многих переменных;

☐ навыками самостоятельной работы.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Вводная. Предмет и программа курса
- Введение в теорию оптимизации
- Модели аэродинамического расчета, составляющие аэродинамического сопротивления, выбор целевой функции
- Оптимизационные методы
- Теоретические решения
- Метод локальной линеаризации
- Примеры численной оптимизации

Основная литература:

1. Методы оптимизации [Текст] : учеб. пособ. ; доп. М-вом высш. и сред. обр. СССР / Н. Н.

Моисеев, Ю. П. Иванюков, Е. М. Столярова .— М. : Наука, 1978 .— 351с.

2. Методы оптимальных решений [Текст] : в 2 т. : учеб. пособие для вузов .— 2-е изд., испр. —

М. : Физматлит, 2011 .— (Анализ и поддержка решений) .— Т.1: Общие положения.

Математическое программирование /А В. Соколов, В. В. Токарев. - 2011. - 564 с.

3. Лесин, В. В. Основы методов оптимизации [Текст] : учебное пособие для студ. вузов / В. В.

Лесин, Ю. П. Лисовец .— / учеб. изд. — М. : МАИ, 1995 .— 344 с. - Библиогр.: с. 340. - 1500

экз. - ISBN 5-7035-0591-7

4. Теория оптимальных аэродинамических форм [Текст] : монография / ред. А. Миеле ; пер. с

англ. Зубкова [и др.] ; под ред. А. Л. Гонора .— М. : Мир, 1969 .— 508 с. - Имен. указ.: с. 493-496. - Предм. указ.: с. 497-499.

5. Крайко, А. Н. Теория аэродинамических форм, близких к оптимальным. [Текст] / А. Н. Крайко, Д. Е. Пудовиков, Г. Е. Якунина ; под ред. А. Н. Крайко — М. : ЯНУС-К, 2001 .— 132 с.
- Библиогр.: с. 129-132. - 700 экз. - ISBN 5-8037-0062-2 .— 48 р

Параллельные вычисления в компьютерном моделировании

Цель дисциплины:

- познакомить студентов с теорией и практикой параллельных вычислений, особенно актуальных в связи с широким распространением многопроцессорных систем и многоядерных процессоров. В качестве предметной области, где применяются параллельные вычисления, избрано численное моделирование течений жидкости и газа в соответствии с профилем факультета.

Задачи дисциплины:

- решение реальной задачи из области гиперзвуковой аэродинамики, выполняемой студентами самостоятельно, включая построение геометрии и расчетной сетки, подготовка и проведение расчета в режиме параллельных вычислений, обработка и анализ полученных результатов, а также оценка вычислительной эффективности параллельных вычислений в зависимости от числа процессоров.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

- какова роль моделирования в науке вообще и численного моделирования в частности;
- почему задачи численного моделирования течений требуют предельных компьютерных ресурсов и параллельных вычислений;
- какие математические модели и численные методы применяются в механике течений и как они трансформируются при переходе от последовательных вычислений к параллельным;

- какие существуют архитектуры параллельных вычислителей и какое программное обеспечение в них используется;
- из чего складывается цикл численного моделирования, начиная заданием геометрии и расчетной сетки и заканчивая анализом результатов;
- какие существуют стандартные форматы представления результатов;
- как зависит эффективность параллельных вычислений от числа процессоров.

Уметь:

- применять основные численные методы решения задач математической физики;
- составить программу с параллельными действиями и запустить ее на многопроцессорной ЭВМ;
- строить геометрические модели и расчетные сетки;
- подготавливать и проводить аэродинамические расчеты в режиме параллельных вычислений;
- работать с данными в международном стандартном формате CGNS;
- анализировать результаты при помощи графических пакетов;
- оценивать эффективность параллельных вычислений.

Владеть:

- научной картиной мира;
- навыками самостоятельной работы на современном вычислительном оборудовании, знать современные языки программирования.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Введение в математическое моделирование. Роль моделей в познании. Модели статические и динамические. Численный эксперимент как самостоятельный вид исследования. Практикум.
- Общая характеристика моделей течения жидкости и газа. Сравнительный обзор и классификация
- Общая характеристика численных моделей. Явные и неявные схемы. Условная и безусловная устойчивость. Схемная вязкость. Источники высокой трудоемкости и потребности в ресурсах
- Решение больших систем уравнений при реализации неявных схем. Прямые методы линейной алгебры. LU разложение методом Гаусса, Холецкого, Гивенса, Хаусхолдера. Математические библиотеки. Практикум
- Итерационные методы линейной алгебры Яко-би, Гаусса-Зейделя и др. Решение нелинейных систем. Метод Ньютона и его модификации
- Параллельные вычислительные алгоритмы. Закон Амдаля. Эффективность метода Гаусса. Слоистая схема хранения матриц. Параллельная реализация явных схем. Практикум
- Архитектуры супер-ЭВМ: SIMD, MIMD, SMP, MPP, NUMA. Векторные: от Cray до Nvidia. Параллельные: от Illiac-64 до BlueGene. Отечественные: от МВС-100 до МВС 100 k

- Системное обеспечение параллельных вычислений. Асинхронное выполнение и синхронизация. Доступ к общим ресурсам. Семафоры
- Программное обеспечение SMP. Технология нитей. Системы pthread, OpenMP
- Программное обеспечение MPP. Библиотеки MPI и Router+. Трансляция и запуск программ. Система управления потоком задач. Принцип динамического распределения процессоров. Практикум
- Метод Годунова и его параллельная реализация
- Метод Колгана и его параллельная реализация
- Методы построения расчетных сеток. Система Gridgen. Практикум
- Унификация представления результатов расчета. Системы CGNS, HDF и др. Практикум.
- Графический анализ результатов расчета Системы машинной графики. Графический пакеты VisIt и др. Практикум
- Контрольное задание: полный цикл решения задачи гиперзвуковой аэродинамики на многопроцессорной ЭВМ

Основная литература:

1. Параллельные вычисления [Текст] : учеб. пособие для вузов / В. В. Воеводин, Вл. В. Воеводин .— СПб : БХВ-Петербург, 2004 .— 608 с.
2. Ортега Дж. Введение в параллельные и векторные методы решения линейных систем. М., "Мир", 1991.

Программные комплексы

Цель дисциплины:

- изучение теоретических основ математического моделирования и методов решения типовых задач вычислительной аэрогидромеханики.

Задачи дисциплины:

- обучение студентов анализу постановок задач вычислительной аэрогидромеханики, обучение навыкам работы с современными программными комплексами вычислительной аэрогидромеханики, обучение методам разработки корректной системы численных граничных условий, обучение навыкам получения численных решений на имеющихся аппаратных ресурсах, обучение методам и навыкам обработки, анализа и представления результатов.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- место и роль общих вопросов науки в научных исследованиях;
- современные проблемы физики, прикладной математики теоретической и прикладной аэрогидромеханики;
- теоретические модели фундаментальных процессов и явлений в механике жидкости и газа и ее приложениях;
- принципы симметрии и законы сохранения;
- новейшие открытия естествознания;
- постановку проблем физико-математического моделирования;
- взаимосвязь и фундаментальное единство естественных наук.

Уметь:

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- представить панораму универсальных методов и законов современного естествознания;
- работать на современной вычислительной технике;
- абстрагироваться от несущественных влияний при моделировании реальных физических ситуаций, уметь выделить главную часть и поставить корректную начально- краевую задачу;
- планировать оптимальное проведение численного эксперимента.

Владеть:

- научной картиной мира;
- навыками самостоятельной работы на современном вычислительном оборудовании, знать современные языки программирования;
- планированием, постановкой и обработкой результатов вычислительного эксперимента.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Введение. Задачи компьютерного моделирования
- Цикл моделирования. Структура программных комплексов
- Уравнения Эйлера и Навье–Стокса
- Формулировка конечного объема
- Подходы к вычислению аппроксимации вектора потока
- Методы повышения точности численных методов
- Особенности численных граничных условий
- Выявление и учет особенностей численных алгоритмов

- Использование геометрической модели в ППП
- Типы расчетных сеток
- Структура программных комплексов
- Модели среды и ее движения
- Типы граничных условий
- Алгоритмы численного моделирования в ППП
- Моделирование стационарных и нестационарных процессов
- Обзор инструментов построения расчетных сеток
- Введение. Задачи компьютерного моделирования
- Цикл моделирования. Структура программных комплексов

Основная литература:

1. Механика жидкости и газа [Текст] = учебник для вузов / Л. Г. Лойцянский .— 5-е изд., перераб. — М. : Наука, 1973 .— 736 с.
2. Язык программирования C++ [Текст] / Б. Страуструп ; пер. с англ. С. Анисимова, М. Кононова ; под ред. Ф. Андреева, А. Ушакова .— Спец. изд. с авт. изменениями и доп. — М. : Бином Пресс, 2008 .— 1104 с.
3. Искусство программирования [Текст] : [учеб. пособие для вузов] / Д. Кнут ; пер. с англ. С. Г. Тригуб [и др.] ; под общ. ред. Ю. В. Козаченко .— 3-е изд. — М. : Вильямс, 2000 .— Т. 1 : Основные алгоритмы. - 2000. - 720 с.
4. Программирование на платформе Microsoft. NET Framework 2.0 на языке C# Мастер - класс [Текст] : [учеб. пособие для вузов] / Дж. Рихтер ; [пер. с англ. под общ. ред. А. Р. Врублевского] .— 2-е изд., испр. — М. : Русская Редакция ; СПб., 2008 .— 656 с.
5. Информационные системы и вычислительные комплексы [Текст] : учеб. пособие для вузов : доп. М-вом образования СССР / В. Я. Макеев [и др] .— М. : Машиностроение, 1984 .— 191 с.

Русский язык как иностранный

Цель дисциплины:

формирование межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенции на средне-продвинутом уровне B1+ (по Общеввропейской шкале уровней владения иностранными языками) для решения социально-коммуникативных задач в различных

областях бытовой, культурной, профессиональной и научной деятельности на русском языке, а также для дальнейшего самообразования.

Задачи дисциплины:

Задачи формирования межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенции состоят в последовательном овладении студентами совокупностью субкомпетенций, основными из которых являются:

- лингвистическая компетенция, т.е. умение адекватно воспринимать и корректно использовать языковые единицы на основе знаний о фонологических, грамматических, лексических, стилистических особенностях изучаемого языка;
- социолингвистическая компетенция, т.е. умение адекватно использовать реалии, фоновые знания, ситуативно обусловленные формы общения;
- социокультурная компетенция, т.е. умение учитывать в общении речевые и поведенческие модели, принятые в соответствующей культуре;
- социальная компетенция, т.е. умение взаимодействовать с партнерами по общению, вступать в контакт и поддерживать его, владея необходимыми стратегиями;
- стратегическая компетенция, т.е. умение применять разные стратегии для поддержания успешного взаимодействия при устном / письменном общении;
- дискурсивная компетенция, т.е. умение понимать и порождать иноязычный дискурс с учетом культурно обусловленных различий;
- общая компетенция, включающая наряду со знаниями о стране и мире, об особенностях языковой системы также и способность расширять и совершенствовать собственную картину мира, ориентироваться в медийных источниках информации;
- межкультурная компетенция, т.е. способность достичь взаимопонимания в межкультурных контактах, используя весь арсенал умений для реализации коммуникативного намерения;
- компенсаторная компетенция, т.е. способность избежать недопонимания, преодолеть коммуникативный барьер за счет использования известных речевых и метаязыковых средств.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

□ основные факты, реалии, имена, достопримечательности, традиции России;

☐ достижения, открытия, события из области русской науки, культуры, политики, социальной жизни;

☐ фонетические, лексико-грамматические, стилистические особенности русского языка и его отличие от родного языка;

☐ особенности основных типов и некоторых жанров письменной и устной речи;

☐ особенности и различный формулы русского речевого этикета.

Уметь:

☐ понимать на слух содержание законченного по смыслу аудиотекста, в котором используются в основном эксплицитные способы выражения содержания, а допустимые имплицитные формы отличаются высокой частотностью и стандартностью моделей продуцирования смысла;

☐ достигать необходимых уровней понимания в различных сферах и ситуациях общения в соответствии с заданными параметрами социальных и поведенческих характеристик общения;

☐ понимать основное тематическое содержание, а также наиболее функционально значимую смысловую информацию, отражающую намерения говорящего;

☐ понимать семантику отдельных фрагментов текста и ключевых единиц, определяющих особенности развития тематического содержания;

☐ понимать основные социально-поведенческие характеристики говорящего;

☐ понимать основные цели и мотивы говорящего, характер его отношения к предмету речи и реципиенту, выраженные в аудиотексте эксплицитно;

☐ достигать определенных целей коммуникации в различных сферах общения с учетом социальных и поведенческих ролей в диалогической и монологической формах речи;

☐ организовывать речь в форме диалога, быть инициатором диалога-расспроса, используя развитую тактику речевого общения (начинать и заканчивать разговор в ситуациях различной степени сложности, вербально выражать коммуникативную задачу, уточнять детали сообщения собеседника);

☐ продуцировать монологические высказывания, содержащие: описание конкретных и абстрактных объектов; повествование об актуальных для говорящего событиях во всех видо-временных планах; рассуждения на актуальные для говорящего темы, содержащие выражение мнения, аргументацию с элементами оценки, выводы;

☐ достигать цели коммуникации в ситуации свободной беседы, где роль инициатора общения принадлежит собеседнику и где необходимо умение реализовать тактику речевого поведения, характерную для неподготовленного общения в рамках свободной беседы (преимущественно на

социально-культурные темы);

☐ репродуцировать письменный и аудиотексты, демонстрируя умение выделять основную информацию, производить компрессию путем исключения второстепенной информации;

☐ продуцировать письменный текст, относящийся к официально-деловой сфере общения (заявление, объяснительная записка, доверенность, рекомендация и т.д.);

☐ осуществлять дистантное письменное общение, вести записи на основе увиденного и прочитанного с элементами количественной и качественной характеристики, оценки, с использованием типизированных композиционных компонентов (введение, развертывание темы, заключение);

☐ проявлять толерантность, эмпатию, открытость и дружелюбие при общении с представителями другой культуры.

Владеть:

☐ межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенцией в разных видах речевой деятельности на уровне B1+;

☐ социокультурной компетенцией для успешного взаимопонимания в условиях общения с представителями другой культуры;

☐ различными коммуникативными стратегиями;

☐ учебными стратегиями для организации своей учебной деятельности;

☐ стратегиями рефлексии и самооценки в целях самосовершенствования личных качеств и достижений;

☐ разными приемами запоминания и структурирования усваиваемого материала;

☐ Интернет-технологиями для выбора оптимального режима получения информации.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Роль семьи в жизни человека и в современном обществе. Автобиография.
- Человек и общество. Выдающиеся личности.
- Человек и наука. Проблемы современного образования и науки.
- Национальные праздники и традиции. Свободное время.
- Художественная культура России.
- Человек и искусство.
- Человек и его профессия
- Научный прогресс и духовное развитие человечества.

Основная литература:

1. Русский язык в упражнениях [Текст] = Russian in Exercises : учеб. пособие (для говорящих на английском языке) / С. А. Хавроница, А. И. Широченская .— М. : Русский язык. Курсы, 2014 .— 384 с.
2. Слушать и услышать [Текст] : пособие по аудированию для изучающих русский язык как неродной. Базовый уровень (A2) / В. С. Ермаченкова .— / 3-е изд. — СПб : Златоуст, 2010 .— 112 с.
3. Слово. Пособие по лексике и разговорной практике [Текст] : [учеб. пособие для иностранных учащихся] / В. С. Ермаченкова .— 2-е изд., испр. и доп. — СПб : Златоуст, 2010 .— 212 с.

Численное моделирование типовых задач вычислительной аэродинамики

Цель дисциплины:

- освоение студентами современных подходов к моделированию турбулентных течений, обладающих большей областью применимости и дающих более богатую информацию по сравнению с подходом Рейнольдса.

Задачи дисциплины:

- глубокое изучение основ предлагаемых методов, их тестирование, валидация, практическое применение.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

- ☐ фундаментальные понятия, законы, теории классической и современной физики;
- ☐ порядки численных величин, характерные для различных разделов физики;
- ☐ современные проблемы физики, математики;
- ☐ современное положение дел в проблеме идентификации физических механизмов шумообразования в турбулентных течениях;
- ☐ разновидности современных способов экспериментального исследования шума

турбулентных течений и физические принципы, на которых они основаны.

Уметь:

- ☐ абстрагироваться от несущественного при моделировании реальных физических ситуаций;
- ☐ пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных и прикладных задач и технологических задач;
- ☐ делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;
- ☐ производить численные оценки по порядку величины;
- ☐ делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемых проблемах;
- ☐ видеть в технических задачах физическое содержание;
- ☐ осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики;
- ☐ выводить основные уравнения и понимать их физический смысл;
- ☐ эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

Владеть:

- ☐ навыками освоения большого объема информации;
- ☐ навыками самостоятельной работы в лаборатории и Интернете;
- ☐ культурой постановки и моделирования физических задач;
- ☐ навыками грамотной обработки результатов опыта и сопоставления с теоретическими данными;
- ☐ практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач;

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Введение
- Основные уравнения механики сплошной среды
- Неустойчивость ламинарного движения, турбулентность
- Локально однородная и изотропная турбулентность
- Гипотезы Колмогорова, каскадный механизм Ричардсона переноса энергии по спектру
- Численный метод: конечно-объемный подход, аппроксимация уравнений, реализация численных граничных условий
- Метод Прямого Численного Моделирования
- Моделирование Крупных Вихрей
- Моделирование подсеточной турбулентности
- Турбулентная и численная вязкости
- МКВс использованием монотонных схем, MILES

- Моделирование Отсоединенных Вихрей
- Пространственная фильтрация, многоуровневая фильтрация
- Динамические модели МКВ, подход Германо
- Применение вычислительной аэродинамики в задачах акустики: постановка задачи, актуальность
- Методы оценки характеристик дальнего звукового поля: формула Кирхгофа, формула Фокса Вильямса — Хоукинса
- Обработка результатов, коррелограммный метод получения спектра

Основная литература:

1. Теоретическая физика [Текст] : в 10 т. Т. 6 : Гидродинамика : учеб. пособие для вузов : рек. М-вом образования Рос. Федерации / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц ; под ред. Л. П. Питаевского .— 5-е изд., стереотип. — 3-е изд., перераб. — М. : Физматлит, 1986, 1988, 2003, 2006 .— 736 с.
2. Волков К. Н., Емельянов В. Н. Моделирование крупных вихрей в расчетах турбулентных течений. М. : Физматлит, 2008.
3. Кузнецов В. М. Основы теории шума турбулентных струй. М. : Физматлит, 2008.