

01.04.02 Прикладная математика и информатика

Очная форма обучения, 2017 года набора

Аннотации рабочих программ дисциплин

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

Основная литература:

1. Строевой устав вооружённых сил РФ.
2. В.В. Апакидзе, Р.Г. Дуков «Строевая подготовка» Под ред. Генерал-полковника В.А. Меримского (Учебное пособие). М.: Воениздат, 1988. 336 с.
3. Методика строевой подготовки. (Учебное пособие). М.: Воениздат, 1988. 358 с.
4. Руководство по 5,45-мм автомату Калашникова АК-74. М.: Воениздат, 1986. 158 с.
5. Наставление по стрелковому делу 9-мм пистолет Макарова (МП). М.: Воениздат, 94 с.
6. Наставление по стрелковому делу Ручные гранаты. М.: Воениздат, 1981. 64 с.

7. Наставление по стрелковому делу. Основы стрельбы из стрелкового оружия. Изд. второе, испр. и доп. М.: Воениздат, 1970. 176 с.
8. Курс стрельб из стрелкового оружия, боевых машин и танков Сухопутных войск (КС СО, БМ и Т СВ-84). М.: Воениздат. 1989, 304 с.
9. Военная топография» / Учебное пособие. Под общ. Ред. А.С. Николаева, М.: Воениздат. 1986. 280 с. ил.
10. «Топографическая подготовка командира» / Учебное пособие. М.: Воениздат. 1989.
11. Молостов Ю.И. Работа командира по карте и на местности. Учебное пособие. Солнечногорск, типография курсов «Выстрел», 1996.

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-интерполяционные методы решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений.
- Методы типа конечных элементов. Метод Бубнова-Галеркина
- Свойства разностных схем для модельного уравнения: $\Delta u_{xx} + \Delta u = 0$. 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 Рунге 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.

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

Краевые задачи вычислительной физики

Цель дисциплины:

- знакомство студентов с краевыми задачами вычислительной физики. Это важно и для тех, кто будет участвовать в разработке собственных расчётных методов, и тех, кто будет использовать пакеты программ других авторов. Название курса «Краевые задачи...» означает, что мы решаем не уравнения, а соответствующую краевую задачу (с начальными и граничными условиями) для уравнений данного типа. При этом корректность задачи в большинстве случаев не доказана, что обуславливает необходимость валидации.

Задачи дисциплины:

- ▣ формирование базовых знаний в области численных методов физики, опирающихся на знание уравнений математической физики (стремление решать корректные задачи), прикладной математики (знание схем и алгоритмов), физики, прежде всего, механики сплошных сред (что обеспечивает трезвый подход к постановке задач, сегментации, выделению главного), знание языков программирования и компьютера;
- ▣ обучение навыкам мыслить проектами, то есть доведению решаемой задачи от корректной

постановки до конечного результата в ограниченные сроки за ограниченные средства;

□ обучение студентов принципам создания компьютерных кодов, верификации численных методов и валидации физических моделей, ориентированных на рынок высоких технологий;

□ приобретение практических навыков к выполнению исследований студентами в рамках выпускных работ на степень магистра. При этом круг рассматриваемых задач ориентирован на тематику базовых организаций.

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 механики, 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:

□ 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;

□ видеть в технических задачах физическое содержание;

□ осваивать новые предметные области, теоретические подходы и вычислительные методики;

□ 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 задач);

□ абстрагироваться от несущественных влияний при моделировании реальных физических ситуаций, уметь выделить главную часть и поставить корректную краевую задачу;

☐ планировать оптимальное проведение численного эксперимента.

☐ 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;

☐ 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:

- Краевые задачи (КЗ) вычислительной физики
- Введение в Уравнения математической физики
- Метод характеристик решения уравнения гиперболического типа
- ТФКП при решении уравнений эллиптического типа
- КЗ теории функций. Гармонические функции. Примеры простейших полей на плоскости (аппарат аналитических функций)
- Гармонические функции. Примеры полей в пространстве
- Метод дискретных особенностей (МДО) в задачах математической физики. Метод граничного элемента
- КЗ для уравнения относительно потенциала. Конечно-разностные методы
- Решение систем линейных уравнений. Прямые методы. Итерационные методы
- Краевая задача для уравнений Максвелла
- Методы конечных элементов в механике сплошных сред.
- Нестационарная задача для уравнений смешанного эллиптико-гиперболического типа
- Решение краевой задачи Гурса на комплексных характеристиках
- Краевая задача для уравнений Эйлера
- Алгоритм расщепления по физическим процессам. Схемная вязкость
- Метод конечного объема Искусственная вязкость
- Математическое моделирование динамики жидкости со свободной поверхностью. Уравнения «мелкой воды». Подвижные границы. Метод маркеров
- Задачи динамической прочности. Столкновение с преградой. Задачи пробивания

- Уравнения параболического типа. Схема Крэнка-Николсона. КЗ для пространственных уравнений пограничного слоя
- КЗ для уравнений Навье-Стокса. Случай двумерных течений несжимаемого газа.
- Применение численных методов к исследованию физиологических течений. Искусственные сердечные клапаны. Местное сужение сосудов
- Современные представления о турбулентности
- КЗ для уравнений Н.-С., осредненных по Рейнольдсу (RANS) и по Фавру.
- Метод прямого численного моделирования крупномасштабной турбулентности (Large Eddy simulation). Подсеточные модели турбулентности. Течение в полости. DES
- Прямое численное моделирование турбулентности (Direct Numerical Simulation)

Основная литература:

1. Вычислительные методы для анализа моделей сложных динамических систем [Текст]. Ч.1 : учеб.пособие для вузов / А.И.Лобанов, И.Б.Петров; М-во образования РФ, МФТИ .— М. : Изд-во МФТИ, 2000 .— 168 с.
2. Вышинский В.В. Краевые задачи вычислительной аэрогидромеханики. Часть 1. Потенциальные и вихревые течения. Московский физико-технический институт. Москва 2007. — 224 с.
3. Вышинский В.В. Краевые задачи вычислительной аэрогидромеханики. Часть 2. Течения вязкого газа и турбулентные течения. Московский физико-технический институт. Москва 2009. — 176 с.
4. Поттер Д. Вычислительные методы в физике. М.: "Мир", 1975. -392 с.
5. Роуч П. Вычислительная гидродинамика. М.: "Мир", 1980. -616 с.

Математическая теория горения и процессы в камерах сгорания газотурбинные двигатели и газотурбинные установки

Цель дисциплины:

- ознакомление студентов с современными понятиями и вопросами теории ламинарного и турбулентного горения, теории лежащей на стыке математики, аэродинамики, физики и химии. На основе уравнений гидродинамики, турбулентности и химической кинетики рассматриваются аналитические и численные подходы, разработанные для описания процессов при гомогенном и диффузионном горении газов. Значительное внимание уделяется описанию современных

моделей турбулентного гомогенного и диффузионного горения, а также методам численного интегрирования турбулентного горения (методы RANS, LES и DNS). Такие подходы позволяют решать не только классические задачи теории горения (задача о скорости распространения ламинарного пламени Зельдовича - Франк - Каменецкого, устойчивость фронта пламени Ландау-Дарье и т.д.), но также дают возможность анализировать различные процессы (тепловыделение, образование вредных примесей, автоколебания и т.п.) в современных камерах сгорания авиационных двигателей (ГТД) и газотурбинных установок (ГТУ). Последнему посвящен раздел курса, связанный с описанием процессов, происходящих в камерах сгорания.

Задачи дисциплины:

- ▣ формирование у студентов базовых знаний в области ламинарного и турбулентного гомогенного и диффузионного горения, а также процессов в камерах сгорания ГТУ и ГТД ;
- ▣ приобретение расчетно-теоретических знаний в области описания и моделирования ламинарных и турбулентных течений при наличии гомогенного и диффузионного горения;
- ▣ оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических и экспериментальных исследований в области диффузионного и гомогенного горения применительно к камерам сгорания ГТД и ГТУ.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

- ▣ фундаментальные понятия, законы, теории химии и физики;
- ▣ порядки численных величин, характерные для различных разделов химии и физики;
- ▣ современные проблемы химии, физики, математики;
- ▣ современное положение дел в проблеме идентификации физических, химических и газодинамических механизмов в различных течениях;
- ▣ разновидности современных способов математического моделирования и исследования ламинарных и турбулентных течений при наличии горения и физические принципы, на которых они основаны.

Уметь:

- ▣ абстрагироваться от несущественного при моделировании реальных физико-химических

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 расчетные методики;

☐ выводить основные уравнения моделей турбулентного горения и понимать их физический смысл;

☐ пользоваться аппаратом тензорного исчисления в простейших задачах;

☐ 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 задач;

☐ навыками грамотной обработки результатов опыта и сопоставления с теоретическими и расчетными данными;

☐ практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач;

☐ навыками теоретического анализа реальных задач ламинарного и турбулентного горения.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Введение в турбулентное горение. Взаимодействие между турбулентностью и пламенем. Влияние турбулентности на горение. Одномерное турбулентное гомогенное пламя. Турбулентное струйное диффузионное пламя.
- Горение – основные физические представления и понятия. Основные определения. Основные типы пламени. Примеры ламинарного и турбулентного гомогенного и диффузионного горения. Фронт пламени.
- Концепции моделирования турбулентности. Модели турбулентности. Функции плотности вероятности. Уравнение для плотности вероятности концентрации. Эмпирические двухпараметрические функции распределения вероятностей.
- Ламинарное гомогенное пламя. Анализ распространения пламени Зельдовича. Задача о скорости распространения ламинарного пламени Зельдовича - Франк - Каменецкого . Структура пламени. Скорость распространения пламени.

- Ламинарное диффузионное пламя. Конфигурация диффузионного пламени. Пламя предварительно не перемешанной смеси с быстрыми химическими реакциями. Концентрация пассивной примеси. Модель тонкого фронта пламени. Подход Бурке-Шумана.
- Математическое описание горения. Модель среды. Термическое и калорическое уравнение состояния. Законы сохранения. Уравнения сохранения вещества (уравнения диффузии и неразрывности). Уравнение сохранения импульсов. Уравнение сохранения энергии. Интегральный закон сохранения энергии.
- Модели замыкания фильтрованной скорости реакции. Ограничения метода LES. Пределы моделирования крупных вихрей. Прямое численное моделирование (Метод DNS). Разрешение масштабов турбулентности и химических масштабов.
- Моделирование крупных вихрей (Метод LES). Фильтры LES. Моделирование неразрешенных напряжений и потоков – модель Смагоринского, динамическая модель Германо, модель подобия масштабов. Дифференциальные модели для подсеточных характеристик турбулентности.
- Моделирование турбулентного диффузионного горения с использованием модели тонкого фронта пламени (flamelet модель). Совместные функции распределения вероятностей. Уравнение для дисперсии концентрации пассивной примеси и скалярной диссипации. Схемы для расчета турбулентного диффузионного горения методом RANS при бесконечно быстрых химических реакциях и при конечных скоростях химических реакций.
- Некоторые сведения из термодинамики процессов горения и химической кинетики. Законы термодинамики. Равновесие в газовых смесях. Химический потенциал. Определение адиабатической температуры пламени. Скорость химической реакции. Теплота реакции. Константы скорости реакций и закон Аррениуса. Цепные химические реакции.
- Неустойчивость фронта пламени Ландау-Дарье. Эффекты, стабилизирующие плоский фронт пламени. Теория Маркштейна.
- Пламя в потоке с градиентом скорости. «Растяжение» пламени. Погасание пламени.
- Применение метода LES для расчета диффузионного и гомогенного турбулентного горения.
- Турбулентное диффузионное горение. Формула Билгера о связи скорости химической реакции и скалярной диссипации на фронте пламени. Критические явления на фронте пламени. Малое отклонение от химического равновесия.
- Турбулентное пламя предварительно перемешанной смеси. Диаграммы Борги и Петерса. Модели турбулентного гомогенного горения. Модель Зимонта для расчета турбулентного гомогенного горения.
- Численное моделирование турбулентных течений с горением. Осреднение по Рейнольдсу и осреднение по Фавру. Осреднение уравнений Навье-Стокса (метод RANS). Осреднение скорости химической реакции. Простые модели замыкания осредненной скорости реакции. Модель разрушения вихря Сполдинга (eddy-break-up) и ее модификации.
- Явления переноса. Модели переноса вещества, импульса, энергии. Теплопроводность и диффузия в газах. Вязкость газов. Аппроксимация потоков динамических и скалярных параметров течения. Законы Фурье и Фика, числа Льюиса и Прандтля. Общая система уравнений динамики реагирующего газа. Числа Дамкелера и Карловитца. Классификация химически реагирующих течений.
- Некоторые сведения из термодинамики процессов горения и химической кинетики. Законы термодинамики. Равновесие в газовых смесях. Химический потенциал. Определение адиабатической температуры пламени. Скорость химической реакции

Теплота реакции. Константы скорости реакций и закон Аррениуса. Цепные химические реакции.

- Автоколебания в камере сгорания. Баланс акустической энергии в реагирующих потоках. Критерии неустойчивого горения Релея и Чу. Вихри при неустойчивом горении. Метод моделирования крупных вихрей при неустойчивом горении.
- Взаимодействие пламя/стенка. Виды взаимодействия пламя/стенка в ламинарных потоках. Особенности взаимодействия пламя/стенка в турбулентных потоках.
- Горение одиночной капли. Закон d^2 для времени жизни капли. Фазы горения капли. Горение аэрозолей. Режимы горения облака капель.
- Некоторые результаты расчетов методом DNS взаимодействия турбулентного пламени со стенкой. DNS расчеты по влиянию стенок на стабилизацию пламени.
- Образование оксидов азота при горении углеводородных топлив. Механизмы образования оксидов азота: термический механизм Зельдовича, Быстрое образование NO по механизму Фенимора, Образование NO из закиси азота (N_2O), превращение топливного азота в NO.
- Образование углеводородов и сажи. Не сгоревшие углеводороды, образование полициклических ароматических углеводородов. Феноменологические подходы для описания образования сажи. Численное моделирование процесса сажеобразования.
- Охлаждение стенок камеры сгорания. Пример численного моделирования системы охлаждения в камере сгорания.
- Поверхностные реакции. Некоторые основные понятия и определения гетерогенных химических реакций.
- Процессы воспламенения. Тепловой взрыв - анализ Семенова и Франк – Каменецкого. Самовоспламенение – пределы воспламенения и время задержки воспламенения. Зажигание.
- Учет влияния взаимодействия пламя/стенка в моделях теплопереноса в стенку.

Основная литература:

1. Зельдович Я.Б., Баренблатт Г.И., Либрович В.Б., Махвеладзе Г.М. Математическая теория горения и взрыв. М. «Наука», 1980.
2. Кузнецов В.Р., Сабельников В.А. Турбулентность и горение. М. «Наука», 1986.
3. Варнатц Ю., Маас У., Диббл Р. Горение. Физические и химические аспекты, моделирование, эксперименты, образование загрязняющих веществ. М. «Физматлит», 2003.
4. А. Лефевр. Процессы в камерах сгорания. Москва. Мир. 1986.
5. Poinot T., Veynante D. Theoretical and Numerical Combustion. Edwards. 2 - nd ed., 2005.

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. 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. 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.
3. И.М. Соболев Численные методы Монте-Карло, М: Наука. 1973. 312с.
4. О.М. Белоцерковский, Ю.И. Хлопков Методы Монте-Карло в механике жидкости и газа, М: Азбука-2000. 2008. 330с.

Механика композитов

Цель дисциплины:

- основные положения и соотношения, используемые в моделировании поведения твердых тел при неупругих деформациях, а также математические модели, описывающие нелинейные деформации;
- ознакомить студентов с различными классами нелинейных задач и способами их моделирования.

Задачи дисциплины:

- ввести различные определения тензоров деформаций и напряжений, указать их объективность, ознакомить студентов с альтернативными формами уравнений равновесия. Принципы построения курса предусматривают разбиение его на отдельные разделы, изложение материала в которых происходит от простого к сложному. Таким образом, курс начинается с определения законов движения и построения различных тензоров деформаций и напряжений с указанием типов задач, в которых они применяются. На основе изложенных данных можно получить замкнутые системы нелинейных уравнений, описывающие деформирование твердых тел.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

- основные тензоры градиентов деформации и перемещения, понятие объективных тензоров, различные тензоры деформаций и напряжений, их сопряженность, уравнения движения.

Уметь:

- дифференцировать тензоры по времени, находить конвективные и объективные производные тензоров, определять тензоры деформаций и напряжений, составлять полную систему уравнений для нелинейной задачи.

Владеть:

- аппаратом тензорного анализа.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Лагранжев и эйлеров подходы.
- Тензоры деформаций
- Тензоры напряжений.
- Сопряженные тензоры напряжений и деформаций
- Основы безиндексного подхода в тензорном анализе, векторные базисы, градиенты деформаций, меры деформаций, тензоры искажений.
- Семейство тензоров деформаций Хилла, дифференцирование тензоров, объективность тензоров.
- Тензоры условных напряжений, механический смысл компонент тензоров напряжений, скорости изменения тензоров напряжений.
- Тензоры, сопряженные по мощности, уравнения движения.
- Консольная балка под нагрузкой. Расчет в общей лагранжевой формулировке и с учетом бесконечно малых деформаций.
- Пластина с вырезом под давлением. Расчет в общей лагранжевой формулировке с разными типами плоских элементов.
- Композиты. Общие свойства.
- Способы описания деформированного состояния композитов.

Основная литература:

1. Механика сплошной среды [Текст] : в 2 т. Т. 2 : учебник для вузов / Л. И. Седов .— М. : Наука, 1970 .— 568 с.
2. Коробейников С.Н. Нелинейное деформирование твердых тел. - Новосибирск.: Изд-во СО РАН, 2000. – 262 с.
3. Лурье А.И. Нелинейная теория упругости. – М.: Наука, 1980. – 512с.

Моделирование течений в элементах силовой установки

Цель дисциплины:

- знакомство студентов с современными методами вычислительной газовой динамики, широко используемыми при математическом моделировании течений в элементах силовых установок для летательных аппаратов различного назначения с учетом характерных особенностей потока.

Задачи дисциплины:

□ формирование у студентов базовых знаний в области конечно-разностных схем газовой динамики с учетом особенностей течений в элементах силовых установок летательных

аппаратов различного назначения;

□ усвоение основных принципов построения конечно-разностных схем для численного решения уравнений газовой динамики с учетом направлений распространения возмущений;

□ овладение опытом постановки типичных задач расчета течения в элементах силовой установки;

□ приобретение практических навыков по реализации алгоритмов для численного решения задач газовой динамики при использовании конечно-разностных схем, учитывающих направления распространения возмущений;

□ оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных расчетов течений в элементах силовых установок.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

□ теорему о сходимости решения конечно-разностной задачи к решению дифференциальной задачи;

□ в чем проявляется свойство монотонности конечно-разностной схемы при численном решении задач для модельных уравнений переноса (линейного и квазилинейного) и газовой динамики;

□ основные принципы построения монотонной схемы повышенного порядка точности для модельного уравнения переноса;

□ в чем заключается роль принципа минимальных производных (по абсолютной величине) при построении монотонной схемы повышенного порядка точности для модельного линейного уравнения переноса;

□ основные элементы конечно-разностной схемы С.К. Годунова для численного решения уравнений газовой динамики;

□ основные подходы к повышению точности схемы С.К. Годунова;

□ свойства системы уравнений гиперболического типа, положенные в основу методов расщепления матрицы коэффициентов и вектора потоков для численного решения уравнений газовой динамики;

□ характерные особенности применения неявных схем для численного решения стационарных задач газовой динамики с использованием методов установления;

☐ как сказывается на структуре системы линейных уравнений для приращений параметров по времени, которая формируется при реализации неявной схемы для численного решения задач газовой динамики, учет направления распространения возмущений.

Уметь:

☐ выполнить анализ устойчивости конечно-разностных схем для модельного линейного уравнения переноса с использованием спектрального критерия устойчивости;

☐ выполнить анализ монотонности конечно-разностных схем для модельного линейного уравнения переноса;

☐ пользоваться необходимым условием сходимости «Куранта-Фридрихса-Леви» при предварительном анализе применимости явных и неявных разностных схем для модельного линейного уравнения переноса, а также для уравнений одномерной нестационарной газовой динамики;

☐ составить алгоритм решения задачи о распаде произвольного разрыва в случае волн произвольной интенсивности;

☐ воспользоваться методом представления неявной разностной схемы в приращениях, методом приближенной факторизации и итерационными методами решения системы линейных алгебраических конечно-разностных уравнений при применении неявных разностных схем для численного решения стационарных многомерных задач газовой динамики с помощью метода релаксации по времени;

☐ провести анализ «сильных» и «слабых» сторон предлагаемого студенту для использования программного пакета для решения конкретной газодинамической задачи.

Владеть:

☐ навыками, позволяющими сформулировать газодинамическую задачу о течении в узлах силовой установки с адекватной постановкой граничных и начальных условий;

☐ базовыми знаниями численных методов для решения сформулированной задачи;

☐ культурой анализа полученных численных результатов, включая исследование влияния расчетной сетки на характеристики узла или устройства.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Введение. Аппроксимация, устойчивость, теорема о сходимости.
- Конечно-разностные схемы для линейного модельного уравнения переноса. Спектральный критерий устойчивости. Явные конечно-разностные схемы первого порядка

аппроксимации. Сеточно-характеристический метод. Негибкие схемы (условная аппроксимация).

- Неявные схемы. Схемы бегущего счета. Условия устойчивости.
- Понятие об обобщенном решении на примере модельного квазилинейного уравнения переноса. Монотонная конечно-разностная схема повышенного порядка для модельного квазилинейного уравнения переноса.
- Построение неоднородной разностной схемы повышенного порядка аппроксимации для модельного линейного уравнения переноса с учетом направления распространения возмущений.
- Свойство монотонности. Критерий монотонности для однородных схем.
- Схемы второго порядка точности с центральными разностями. Схемы предиктор-корректор.
- Методы численного решения системы уравнений Эйлера с направленными разностями. Метод расщепления матрицы коэффициентов. Метод расщепления вектора потоков. Явные схемы.
- Монотонная конечно-разностная схема повышенного порядка точности для одномерной нестационарной системы уравнений газовой динамики.
- Неявная схема для численного решения многомерных задач газовой динамики на основе схемы С.К. Годунова.
- Неявные схемы для системы уравнений Эйлера на основе методов расщепления матрицы коэффициентов и вектора потоков.
- Принцип минимальных производных и его использование для построения монотонной схемы повышенной точности для одномерных нестационарных задач газовой динамики. Схема предиктор-корректор повышенной точности.
- Реализация схемы С.К. Годунова в двумерном нестационарном случае. Построение схемы повышенной точности. Принцип минимальных приращений функций на неравномерных нерегулярных сетках.
- Схема С.К. Годунова для одномерных нестационарных задач газовой динамики. Задача о распаде произвольного разрыва.

Основная литература:

1. Годунов С.К., Рябенький В.С. Разностные схемы. М., Наука, 1977.
2. Рябенький В.С. Введение в вычислительную математику. М., Наука, 1994.
3. Федоренко Р.П. Введение в вычислительную физику. М., изд-во МФТИ, 1994.
4. Годунов С.К., Забродин А.В., Иванов М.Я., Крайко А.Н., Прокопов Г.П. Численное решение многомерных задач газовой динамики. М., Наука, 1976.
5. Рождественский Б.Л., Яненко Н.Н. Системы квазилинейных уравнений и их приложения к газовой динамике. М., Наука, 1968.
6. Андерсон Д., Таннехилл Дж., Плетчер Р. Вычислительная гидромеханика и теплообмен. В 2-х томах. М., Мир, 1990.
7. Флетчер К. Вычислительные методы в динамике жидкостей. В 2-х томах. М., Мир, 1991.

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. Гарднера.

- 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 квазиградиенты 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.

Основы технологий информационной поддержки разработок CALS/ИПИ

Цель дисциплины:

- знакомство студентов с принципами, базовыми технологиями, основными инструментами и примерами практической реализации информационной поддержки разработок промышленных изделий (Технологии информационной поддержки изделий или ИПИ – технологии), лежащими в основе процесса создания современной авиационной техники. Курс содержит как общие подходы к рассматриваемым вопросам, так и сведения о практической реализации ИПИ – технологий на отечественных предприятиях авиадвигателестроения.

Задачи дисциплины:

- ▣ формирование у студентов базовых знаний в области ИПИ – технологий;
- ▣ приобретение студентами знаний о назначении и особенностях использования ИПИ технологий на различных стадиях жизненного цикла сложного наукоемкого изделия, в качестве которого рассматривается современный авиационный газотурбинный двигатель (ГТД).

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

- ▣ базовые принципы и принципиальные решения, используемые при создании (проектировании) наукоемких изделий авиационной техники;
- ▣ основные стадии жизненного цикла современных авиационных ГТД;
- ▣ основные проблемы реализации начальных стадий жизненного цикла современных авиационных ГТД, связанных с их проектированием;
- ▣ современное состояние проблемы информационного сопровождения разработок (реализации ИПИ – технологий).

Уметь:

- ▣ пользоваться полученными знаниями для понимания тенденций и проблем создания сложных наукоемких изделий авиационной техники;
- ▣ ориентироваться в спектре программных инструментов, используемых при реализации ИПИ – технологий на стадии проектирования авиационных ГТД.

Владеть:

□ базовыми навыками по использованию средств геометрического моделирования и инженерного анализа.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- История развития, философия и основные понятия ИПИ – технологий.
- Жизненный цикл авиационного ГТД и его этапы.
- Этап концептуального проектирования.
- Этап эскизного проектирования
- Этап рабочего проектирования.
- Подготовка производства и производство.
- Испытание.
- Эксплуатация.
- Программные инструменты конструирования (CAD-системы).
- Инструменты 2 D конструирования (Компас, AutoCAD и др.)
- Инструменты 3 D конструирования (NX и др.)
- Программные инструменты технологической подготовки производства (CAM – системы)
- Управление информацией в рамках жизненного цикла изделия
- Инструменты информационной поддержки разработок
- Примеры успешной реализации технологий информационной поддержки разработок.

Основная литература:

1. Основы автоматизированного проектирования [Текст] : учебник для вузов / И. П. Норенков .— М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2000 .— 360 с.
2. Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования. — М.: МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2002.
3. Норенков И.П., Кузьмик П.К. Информационная поддержка наукоемких изделий. — М.: МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2002.

Основы физико-химической кинетики и горение

Цель дисциплины:

- знакомство студентов с основами физико-химической кинетики и процессами горения и взрыва, дисциплины, лежащей на стыке статистической физики, квантовой механики, теории строения атомов и молекул, теории релаксационных и цепных процессов, химии горения,

физики горения и взрыва, а также смежных дисциплин, обеспечивающих полноценное научное сопровождение изучение основ физико-химической кинетики и горения.

Задачи дисциплины:

- ▣ формирование у студентов базовых знаний в области физико-химической кинетики и химии горения;
- ▣ приобретение теоретических знаний в области описания и моделирования неравновесных физико-химических процессов в потоках реагирующего газа и плазмы, а также в элементах реактивных двигателей;
- ▣ оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических и экспериментальных исследований в области физико-химической кинетики и химии горения.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

- ▣ фундаментальные понятия, законы, теории классической и современной физики и химии, включая квантовую механику и квантовую химию;
- ▣ порядки численных величин, характерные для различных разделов физики и химии;
- ▣ современные проблемы физики, математики;
- ▣ современное положение дел в проблеме идентификации физических и химических неравновесных процессов в реагирующих потоках и при горении;
- ▣ разновидности современных способов математического моделирования и исследования физико-химических процессов в реагирующих потоках и при горении.

Уметь:

- ▣ абстрагироваться от несущественного при моделировании реальных физических ситуаций;
- ▣ пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных, 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 понимать их физический смысл;

☐ пользоваться аппаратом и методологией физико-химической кинетики и теории горения в реальных задачах;

☐ 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 широкого круга задач физико-химической кинетики и горения;

☐ навыками грамотной обработки и интерпретации результатов экспериментов и их сопоставления с теоретическими данными;

☐ практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач физико-химической кинетики и горения;

☐ навыками теоретического анализа задач физико-химической кинетики и химия горения, характерных для различных природных явлений и процессов в технических устройствах.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Основные положения физико-химической кинетики. Уравнение Паули. Принцип микроскопической обратимости и принцип детального равновесия. Теорема Лиувилля о сохранении фазового объема. Уравнение Лиувилля.
- Теория равновесных состояний в статистической физике. Вывод термического и калорического уравнений состояния на основе метода Боголюбова. Теория неравновесных процессов в статистической физике. Уравнение для одночастотной функции распределения. Цепочка уравнений Боголюбова-Кирквуда. Уравнения Власова и Больцмана. Равновесное решение уравнения Больцмана
- Основные положения квантовой механики. Уравнение Шредингера. Структура атомов и молекул. Поверхности потенциальной энергии. Возбужденные состояния (вращательные, колебательные и электронные). Классификация термов. Атомарные и молекулярные спектры. Спин-орбитальное взаимодействие и тонкая структура спектров.
- Особенности поступательной релаксации. Газокинетическое уравнение Больцмана и его решение для однокомпонентной системы. Вращательная релаксация. Основные понятия. Время вращательной релаксации. Классическая теория. Полуклассические теории.
- Колебательная релаксация. Основные положения. Колебательная релаксация в однокомпонентной системе двухатомных молекул. V-T и V-V обмен. Времена релаксации. Гармонический и ангармонический осциллятор. Уровневое и модовое приближения для

описания колебательной релаксации. Описание колебательной релаксации в трех- и многоатомных молекулах.

- Основы электронной кинетики атомов и молекул. Е-Е, Е-V и Е-Т процессы. Основные модели и уравнения.
- Химические реакции в газах: основные понятия. Простые и сложные реакции. Скорость необратимой и обратимой реакции. Энергия связи. Теплота реакции. Химическое равновесие, константа равновесия, принцип детального равновесия в химической кинетике. Простейшие модели столкновений. Расчет констант скоростей реакций. Макроскопический и микроскопический аспекты кинетики химических реакций. Учет внутренних степеней свободы.
- Основные положения химии горения. Метод квазистационарных концентраций. Воспламенение и горение. Механизмы инициирования горения. Цепные неразветвленные и разветвленные реакции. Самоускоряющиеся химические реакции. Взрыв и самовоспламенение. Теория Н.Н. Семенова и её модификация при возбужденных реагентах. Примеры реагирующих систем с цепными реакциями: $\text{H}_2 + \text{O}_2$ (воздух), $\text{CH}_4 + \text{O}_2$ (воздух).

Основная литература:

1. Л.И. Ландау, Е.М. Лифшиц. Квантовая Механика. Нерелятивистская Теория. Москва. Наука. 1977.
2. И.П. Баранов. Термодинамика. М.: Высшая Школа 1976.
3. Неравновесные физико-химические процессы в газовых потоках и новые принципы организации горения. Под редакцией А.М. Старика. М.: ТОРУС ПРЕСС, 2011. 872 с.
4. Семиохин И.А., Страхов Б.В., Осипов А.И. Кинетика химических реакций. М.: Изд-во МГУ. 1995.
5. Гордиец Б.Ф., Осипов А.И. Шелепин Л.А. Кинетические процессы в газах и молекулярные лазеры. М.: Наука. 1980.
6. Химия горения. Под ред. Гардинера У. М.: Мир. 1988.
7. Старик А.М., Титова Н.С. Об уменьшении температуры воспламенения молекулярных систем при неравновесном возбуждении колебательных степеней свободы реагирующих молекул. // Кинетика и Катализ. 2000. т.41. №5. с.650-657.

Русский язык как иностранный

Цель дисциплины:

формирование межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенции на средне-продвинутом уровне B1+ (по Общеевропейской 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 В1+;

☐ 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.

Теория воздушно-реактивных двигателей

Цель дисциплины:

- знакомство студентов с основами теории воздушно-реактивных двигателей (ВРД), дисциплины, лежащей на стыке термодинамики и аэродинамики, а также ряда других дисциплин (теплообмен, горение, прочность), связанных с физическими процессами в газотурбинных двигателях (ГТД) и прямоточных воздушно-реактивных двигателях (ПВРД) различного назначения при их работе в различных условиях эксплуатации. Курс содержит как теоретические основы термодинамики, аэродинамики, теплообмена, горения и прочности, так и сведения об их использовании при описании характеристик ВРД.

Задачи дисциплины:

- ☐ формирование у студентов базовых знаний в области теории ВРД;
- ☐ приобретение студентами знаний о назначении и особенностях работы ВРД в составе летательного аппарата;
- ☐ оказание помощи студентам в преддипломной практике, связанной с физическими процессами в авиационных ВРД.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- ▣ фундаментальные понятия и законы классической физики, лежащие в основе процессов в ВРД;
- ▣ порядки численных величин, характерные для различных физических процессов в ВРД;
- ▣ современные проблемы физики и вычислительной математики, связанные с описанием и моделированием процессов в ВРД;
- ▣ современное состояние дел в проблеме описания и моделирования процессов в ВРД;
- ▣ современные способы экспериментального получения характеристик ВРД.

Уметь:

- ▣ пользоваться полученными знаниями по теории ВРД для понимания основных характеристик ВРД и сравнения различных двигателей;
- ▣ проводить оценки тяговых характеристик ВРД с использованием известных интегральных параметров;
- ▣ ориентироваться в направлениях развития ВРД и в тенденциях изменения их основных характеристик;
- ▣ выводить основные соотношения, связывающие характеристики узлов и элементов ВРД с их тяговыми и топливо-экономическими параметрами;
- ▣ пользоваться математической моделью ВРД традиционного типа для расчета его тяговых и топливо-экономических характеристик;
- ▣ правильно строить дроссельные и высотно-скоростные характеристики ВРД с использованием стандартных приложений MSOffice.

Владеть:

- ▣ структурой данных, необходимых для моделирования работы ВРД и построения его характеристик;
- ▣ навыками самостоятельной работы с математической моделью ВРД традиционного типа;
- ▣ навыками обработки результатов применения математической модели ВРД;
- ▣ навыками сравнительного анализа характеристик ВРД, полученных для разных условий полета;
- ▣ навыками сравнительного анализа характеристик различных ВРД, полученных для заданных условий полета.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Основные вопросы теории воздушно реактивных двигателей (ВРД).
- Принцип действия, классификация, тяга.
- Удельные параметры.
- ВРД как тепловая машина (рабочий цикл).
- ВРД как движитель.
- Авиационный газотурбинный двигатель (ГТД) и характеристики его основных узлов.
- Воздухозаборники (ВЗ): общие сведения; требования к ВЗ; дозвуковые и трансзвуковые ВЗ; сверхзвуковые ВЗ.
- Компрессора и турбины: общие сведения; основные уравнения; характеристики и регулирование компрессоров; характеристики и регулирование турбин.
- Камеры сгорания (КС): общие сведения; характеристика процессов горения; основные типы КС; форсажные КС; эмиссия КС и пути снижения вредных выбросов.
- Выходные устройства (ВУ): общие сведения; дозвуковые и трансзвуковые ВУ; сверхзвуковые ВУ; ВУ для реверсирования тяги.
- Одноконтурные турбореактивные двигатели без форсажной камеры сгорания (ТРД) и с форсажной камерой сгорания (ТРДФ).
- Определение термодинамических и удельных параметров двигателей.
- Зависимость удельной тяги и удельного расхода топлива двигателей от параметров рабочего процесса и условий полета.
- Высотноскоростные и дроссельные характеристики двигателей.
- Двухконтурные турбореактивные двигатели без форсажной камеры сгорания (ТРДД) и с форсажной камерой сгорания (ТРДДФ).
- Параметры, характеризующие эффективность двухконтурных двигателей и оптимальное распределение свободной энергии между контурами.
- Определение термодинамических и удельных параметров двигателей.
- Зависимость удельной тяги и удельного расхода топлива двигателей от параметров рабочего процесса и условий полета.
- Высотноскоростные и дроссельные характеристики двигателей.
- Современное состояние и перспективы развития.
- Вспомогательные авиационные ГТД (ВГТД) и их основные особенности.
- Схемы и области применения.
- Параметры, характеризующие эффективность двигателей.
- Современное состояние и перспективы развития.
- Авиационный ГТД в составе самолета.
- Задачи согласования двигателя и самолета.
- Оценка эффективности применения двигателя на самолете.
- Современное состояние и перспективы развития.
- Задачи согласования двигателя и самолета.

Основная литература:

1. Теория и расчет воздушно-реактивных двигателей. Под ред. С.М. Шляхтенко. Учебник для ВУЗов – 2-ое изд. Переработанное и дополненное. – М., Машиностроение, 1987.
2. Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок. Под

ред. д.т.н., профессора А.В.Сосунова и д.т.н., профессора В.М.Чепкина. – М. Издательство МАИ, 2003.

3. Теория воздушно-реактивных двигателей. Под ред. С.М. Шляхтенко. М., Машиностроение, 1975.

Термически неравновесные процессы и кинетика формирования наноструктур

Цель дисциплины:

- знакомство студентов с основами физико-химической кинетики и процессами горения и взрыва, дисциплины, лежащей на стыке статистической физики, квантовой механики, теории строения атомов и молекул, теории релаксационных и цепных процессов, химии горения, физики горения и взрыва, а также смежных дисциплин, обеспечивающих полноценное научное сопровождение изучение основ физико-химической кинетики и горения.

Задачи дисциплины:

- ☐ формирование у студентов базовых знаний в области физико-химической кинетики и химии горения;
- ☐ приобретение теоретических знаний в области описания и моделирования неравновесных физико-химических процессов в потоках реагирующего газа и плазмы, а также в элементах реактивных двигателей;
- ☐ оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических и экспериментальных исследований в области физико-химической кинетики и химии горения.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

- ☐ фундаментальные понятия, законы, теории классической и современной физики и химии, включая квантовую механику и квантовую химию;
- ☐ порядки численных величин, характерные для различных разделов физики и химии;
- ☐ современные проблемы физики, математики;
- ☐ современное положение дел в проблеме идентификации физических и химических

неравновесных процессов в реагирующих потоках и при горении;

☐ разновидности современных способов математического моделирования и исследования физико-химических процессов в реагирующих потоках и при горении.

Уметь:

☐ абстрагироваться от несущественного при моделировании реальных физических ситуаций;

☐ пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных, 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 понимать их физический смысл;

☐ пользоваться аппаратом и методологией физико-химической кинетики и теории горения в реальных задачах;

☐ 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 широкого круга задач физико-химической кинетики и горения;

☐ навыками грамотной обработки и интерпретации результатов экспериментов и их сопоставления с теоретическими данными;

☐ практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач физико-химической кинетики и горения;

☐ навыками теоретического анализа задач физико-химической кинетики и химия горения, характерных для различных природных явлений и процессов в технических устройствах.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Основные положения физико-химической кинетики. Уравнение Паули. Принцип микроскопической обратимости и принцип детального равновесия. Теорема Лиувилля о сохранении фазового объема. Уравнение Лиувилля.
- Теория равновесных состояний в статистической физике. Вывод термического и калорического уравнений состояния на основе метода Боголюбова. Теория неравновесных процессов в статистической физике. Уравнение для одночастичной функции распределения. Цепочка уравнений Боголюбова-Кирквуда. Уравнения Власова и Больцмана. Равновесное решение уравнения Больцмана³
- Основные положения квантовой механики. Уравнение Шредингера. Структура атомов и молекул. Поверхности потенциальной энергии. Возбужденные состояния (вращательные, колебательные и электронные). Классификация термов. Атомарные и молекулярные спектры. Спин-орбитальное взаимодействие и тонкая структура спектров.
- Особенности поступательной релаксации. Газокинетическое уравнение Больцмана и его решение для однокомпонентной системы. Вращательная релаксация. Основные понятия. Время вращательной релаксации. Классическая теория. Полуклассические теории.
- Колебательная релаксация. Основные положения. Колебательная релаксация в однокомпонентной системе двухатомных молекул. V-T и V-V обмен. Времена релаксации. Гармонический и ангармонический осциллятор. Уровневое и модовое приближения для описания колебательной релаксации. Описание колебательной релаксации в трех- и многоатомных молекулах.
- Основы электронной кинетики атомов и молекул. E-E, E-V и E-T процессы. Основные модели и уравнения.
- Химические реакции в газах: основные понятия. Простые и сложные реакции. Скорость необратимой и обратимой реакции. Энергия связи. Теплота реакции. Химическое равновесие, константа равновесия, принцип детального равновесия в химической кинетике. Простейшие модели столкновений. Расчет констант скоростей реакций. Макроскопический и микроскопический аспекты кинетики химических реакций. Учет внутренних степеней свободы.
- Основные положения химии горения. Метод квазистационарных концентраций. Воспламенение и горение. Механизмы инициирования горения. Цепные неразветвленные и разветвленные реакции. Самоускоряющиеся химические реакции. Взрыв и самовоспламенение. Теория Н.Н. Семенова и её модификация при возбужденных реагентах. Примеры реагирующих систем с цепными реакциями: $\text{H}_2 + \text{O}_2$ (воздух), $\text{CH}_4 + \text{O}_2$ (воздух)

Основная литература:

1. Л.И. Ландау, Е.М. Лифшиц. Квантовая Механика. Нерелятивистская Теория. Москва. Наука. 1977.
2. И.П. Баранов. Термодинамика. М.: Высшая Школа 1976.
3. Неравновесные физико-химические процессы в газовых потоках и новые принципы организации горения. Под редакцией А.М. Старика. М.: ТОРУС ПРЕСС, 2011. 872 с.
4. Семиохин И.А., Страхов Б.В., Осипов А.И. Кинетика химических реакций. М.: Изд-во МГУ. 1995.

5. Гордиец Б.Ф., Осипов А.И. Шелепин Л.А. Кинетические процессы в газах и молекулярные лазеры. М.: Наука. 1980.
6. Химия горения. Под ред. Гардинера У. М.: Мир. 1988.
7. Старик А.М., Титова Н.С. Об уменьшении температуры воспламенения молекулярных систем при неравновесном возбуждении колебательных степеней свободы реагирующих молекул. // Кинетика и Катализ. 2000. т.41. №5. с.650-657.