

01.04.02 Прикладная математика и информатика

Очная форма обучения, 2017 года набора

Аннотации рабочих программ дисциплин

Аэродинамические трубы

Цель дисциплины

- освоение студентами фундаментальных знаний в области прикладной газовой динамики;
- изучение способов воспроизведения обтекания летательных аппаратов в лабораторных условиях.

Задачи дисциплины

- формирование базовых знаний в области прикладной газовой динамики как дисциплины, интегрирующей общефизическую и общетеоретическую подготовку физиков и обеспечивающей технологические основы современных инновационных сфер деятельности;
- обучение студентов принципам создания аэродинамических труб и стендов, выявление особенностей их фундаментальных характеристик в зависимости от воспроизведения условий полета;
- формирование подходов к выполнению исследований студентами в области авиационной и космической техники в рамках выпускных работ на степень магистра.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- ☐ место и роль общих вопросов науки в научных исследованиях;
- ☐ современные проблемы физики, химии, математики;
- ☐ теоретические модели фундаментальных процессов и явлений в физике и ее приложениях;
- ☐ принципы симметрии и законы сохранения;
- ☐ новейшие открытия естествознания;
- ☐ постановку проблем физико-химического 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 современном экспериментальном оборудовании;
- ☒ абстрагироваться от несущественных влияний при моделировании реальных физических ситуаций;
- ☒ планировать оптимальное проведение эксперимента;
- ☒ выбрать и рассчитать контур аэродинамической трубы или стенда для заданных условий: числа M , давления, температуры и расхода;
- ☒ определить оптимальные соотношения между элементами устройства.

Владеть:

- ☒ планированием, постановкой и обработкой результатов физического эксперимента;
- ☒ научной картиной мира;
- ☒ навыками самостоятельной работы в лаборатории на современном экспериментальном оборудовании;
- ☒ математическим моделированием физических задач;
- ☒ владеть методами расчета геометрических размеров и форм элементов аэродинамических труб, а также методами определения и расчета газодинамических параметров потока в их рабочей части и по контуру с учетом реальных свойств газа, как для равновесных, так и неравновесных процессов.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Аэробаллистические трубы
- Аэродинамические трубы дозвуковых скоростей. Виды и назначение.
- Гиперскоростные АДТ с МГД-разгоном.
- Импульсные АДТ.
- Классификация гиперзвуковых АДТ. Основные особенности гиперзвуковых АДТ.
- Классические схемы гиперзвуковых АДТ. Методы получения высоких температур и давления.
- Конструктивные особенности дозвуковых АДТ
- Основные уравнения течения газа в каналах.
- Проблемы моделирования при гиперзвуковых скоростях.
- Расчет АДТ дозвуковых скоростей.
- Сверхзвуковые АДТ. Особенности сверхзвуковых АДТ, Характеристики сверхзвукового потока.
- Сопла, диффузоры, рабочие части сверхзвуковых АДТ. Запуск АДТ.

- Трансзвуковые АДТ. Перфорация
- Трансзвуковые АДТ. Способы получения больших чисел Re.
- Ударные АДТ. Трубы адиабатического сжатия.
- Экспериментальная аэродинамика. Задачи и методы исследования. Основные требования к постановке экспериментов в АДТ. Классификация АДТ.

Основная литература:

1. Лунев В.В. Течения реальных газов с большими скоростями. М.: Физматлит, 2007.
2. Харитонов А.М. Техника и методы аэрофизического эксперимента. 4.1. Новосибирск: НГТУ, 2005.
3. Иванова Г.М. и др. Теплотехнические измерения и приборы. М.: Издательский дом МЭИ, 2007.
4. Агафонов В.П. и др. Неравновесные физико-химические процессы в аэродинамике. М.: Машиностроение, 1972.
5. Дунаев Ю.А. Аэрофизические исследования сверхзвуковых течений. М.: Машиностроение, 1967.
6. Горлин С.М., Слезингер И.И. Аэродинамические измерения. М.: Наука. 1964.
7. Христианович С.А. Механика сплошной среды. М.: Наука. 1981.
8. Поуп А., Гойн К. Аэродинамические трубы больших скоростей. М.: Мир, 1968.
9. Дейч М.Е. Техническая газодинамика. М.: Энергия, 1974.
10. Повх И.Л. Техническая гидромеханика. Л.: Машиностроение, 1976.
11. Авдуревский В.С. и др. Основы теплопередачи в авиационной и ракетно-космической технике. М.: Машиностроение, 1992.
12. Мартынов А.К. Прикладная аэродинамика. М.: Машиностроение, 1972.
13. Абрамович Г.Н. Прикладная газовая динамика. Т.1, II. 1991.
14. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям. М.: Машиностроение, 1975.

Введение в практику летно-испытательной работы

Цель дисциплины:

- ознакомление студентов с практикой организации и проведения летно-испытательной работы.

Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний в области дисциплин, относящихся к курсу учебно-летной подготовки летчиков-испытателей и ведущих инженеров по экспериментальным работам и летным испытаниям;
- приобретение навыков пилотирования самолетом и навыков работы ведущего инженера по летным испытаниям;
- приобретение навыков практического выполнения самостоятельно и с инструктором испытательных режимов на тренажере, на пилотажном стенде и в реальном полете на самолете

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- ☒ место и роль общих вопросов науки в научных исследованиях в области летных исследований и испытаний авиационной техники;
- ☒ современные проблемы аэродинамики, динамики и управления ЛА;
- ☒ новейшие открытия в области авиации и естествознания;
- ☒ основные положения руководящих документов по производству полетов, летным испытаниям (ЛИ).

Уметь:

- ☒ эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- ☒ представить панораму универсальных методов и законов современного естествознания;
- ☒ работать на современном экспериментальном оборудовании;
- ☒ абстрагироваться от несущественных влияний при моделировании реальных физических ситуаций;
- ☒ планировать оптимальное проведение эксперимента;
- ☒ разбираться в методиках летных испытаний;
- ☒ решать практические задачи летных испытаний и разбираться в конструкции ЛА.

Владеть:

- ☒ планированием, постановкой и обработкой результатов физического эксперимента;
- ☒ научной картиной мира;

- ☒ навыками самостоятельной работы в лаборатории на современном экспериментальном оборудовании;
- ☒ математическим моделированием физических задач;
- ☒ основными навыками технического обслуживания ЛА, а также иметь навыки пилотирования и самолетовождения.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Документация по организации ЛИР и методики ЛИР
- Практическая аэродинамика
- Конструкция самолета
- Конструкция двигателя
- Авиационное и радиоэлектронное оборудование самолета
- Эксплуатация авиационной техники, РЛЭ
- Навигация и самолетовождение
- Авиационная метеорология
- Радиосвязь и РТО полетов
- Авиационная психология и медицина
- Парашютно-спасательная подготовка
- Методики ЛИ
- Работа ведущего инженера по летным испытаниям авиационной техники и систем воздушного судна
- Тренажер. Ознакомление с техникой пилотирования ЛА, выполнения с инструктором и самостоятельно испытательных режимов
- Полеты с инструктором на Як-18 для ознакомления с техникой пилотирования ЛА, самолетовождением и выполнения испытательных режимов.
- Знакомство с деятельностью испытательной бригады
- Обработка материалов испытаний, составление отчета и его защита

Основная литература:

1. Воздушный кодекс Российской Федерации.
2. Федеральные авиационные правила использования воздушного пространства (ФАПП ИВП), 1998 г.
3. Федеральные авиационные правила «Подготовка и выполнение полетов в гражданской авиации РФ», утвержденные Приказом Минтранса России от 31 июля 2009 года № 128
4. Федеральные авиационные правила по производству полетов экспериментальной авиации (ФАПП ЭА-2000), 2000 г.
5. Правила расследования авиационных происшествий и инцидентов (ПРАПИ), 2003г.

Визуализация

Цель дисциплины:

- освоение студентами знаний и практических навыков в области визуализации механических процессов, в частности, в области визуализации течений газа и жидкости.

Задачи дисциплины:

- формирование базовых знаний в области визуализации механических процессов как дисциплины, интегрирующей общефизическую и теоретическую подготовку физиков-механиков и математиков-информатиков;
- обучение студентов принципам создания новых методов визуализации течений;
- формирование подходов использования студентами визуализации в своих исследованиях в рамках выпускных работ на степень магистра.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

- ☐ место и роль визуализации в научных исследованиях;
- ☐ задачи экспериментальной аэро и гидродинамики, решаемые с помощью методов визуализации;
- ☐ теоретические основы методов визуализации, используемых в аэро и гидродинамике;
- ☐ экспериментальное оборудование, применяемое при визуализации;
- ☐ принципы обработки изображений;
- ☐ новейшие тенденции в развитии методов визуализации.

Уметь:

- ☐ планировать аэрофизический эксперимента;
- ☐ работать на современном экспериментальном оборудовании;
- ☐ проводить первичную обработку результатов визуализации течений;
- ☐ интерпретировать результаты визуализации течений.

Владеть:

- ☐ планированием, постановкой и обработкой результатов аэрофизического эксперимента;

☒ навыками самостоятельной работы в лаборатории и в АДТ на современном экспериментальном оборудовании.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Введение в предмет.
- Жидкие кристаллы. Измерение температуры и касательного напряжения.
- Измерение тепловых потоков. Термоиндикаторы плавления. Термокраски..
- Интегральные методы визуализации поля течения, основанные на преломлении света.
- Источники света и УФ излучения.
- Классические методы визуализации течения на поверхности.
- Локальные методы исследования потоков, основанные на рассеивании света.
- Люминесцентные методы исследования потоков.
- Метод визуализации предельных линий тока и напряжения трения (метод густого масла).
- Метод люминесцентных преобразователей давления
- Метод люминесцентных преобразователей температуры
- Методы исследования поверхностного трения и предельных линий тока на основе измерения толщины пленки масла. Тенденции развития методов визуализации течений на поверхности. Классификация методов визуализации.
- Пирометрия и термография
- Приемники излучения, Регистрация изображений. Скоростная съемка.
- Спектроскопия.
- Физические основы визуализации и области применения визуализации в механике.

Основная литература:

1. В.М. Бойко, А.М. Оришич, А.А. Павлов, В.В. Пикалов Теоретические основы и методы оптической диагностики в аэрофизическом эксперименте. -Новосибирск: НГУ, 2008
2. Харитонов А.М. Техника и методы аэрофизического эксперимента. Ч.1. Новосибирск: НГТУ, 2005.
3. Харитонов А.М. Техника и методы аэрофизического эксперимента. Ч.2. Новосибирск: НГТУ, 2007.
4. В.Е.Мошаров, В.Н Радченко. Новый метод визуализации течений на поверхности аэродинамических моделей. // Датчики и системы. – 2010. - №5. - С.48-53.

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 расчета.

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
- Общевоинская 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-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 Ричардсона 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 ω .
- 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 Роя 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 упруго 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.

Интеллектуальные системы управления полетом

Цель дисциплины:

- изучение основ современной теории в области адаптивных самонастраивающихся систем управления полетом с элементами искусственного интеллекта. В настоящее время это направление занимает одно из ведущих мест в технических науках и относится к важной прикладной отрасли, тесно связанной с вычислительной техникой.

Задачи дисциплины:

- анализ динамических свойств автоматических систем на модельном или физическом уровне и задачи синтеза алгоритмов управления, функциональной структуры автоматической системы с элементами искусственного интеллекта, ее параметров и характеристик, удовлетворяющих требованиям качества - быстродействия и точности, а также задачи проектирования систем управления и их отработки в процессе испытаний. На базе математических моделей

искусственных нейронных сетей, экспертных систем с нечеткой логикой и других элементов искусственного интеллекта теория адаптивных самонастраивающихся и обучающихся систем управления позволяет изучать динамические процессы в автоматических системах и формировать структуру и параметры составных частей сложной динамической системы для придания реальным процессам управления полетом желаемых свойств.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- ☒ фундаментальные понятия и законы классической и современной теории автоматического управления сложными динамическими системами;
- ☒ принципы организации, функционирования и проектирования технических систем автоматизированного управления и информационных систем;
- ☒ проблемы динамики полета и автоматизации управления полетом ЛА;
- ☒ методы анализа и синтеза сложных динамических систем;
- ☒ современное состояние исследований в области разработки систем автоматизированного управления полетом для перспективных образцов авиационной техники;
- ☒ экспериментальные основы исследований динамики полета и управления ЛА.

Уметь:

- ☒ абстрагироваться от несущественного при моделировании реальных физических систем (объектов управления);
- ☒ применять теоретические знания на практике для решения фундаментальных, прикладных и технологических задач;
- ☒ решать основные задачи современной теории в области адаптивных систем управления полетом с самонастройкой и обучением на основе элементов искусственного интеллекта:
 - синтез алгоритмов нейросетевых, экспертных и гибридных систем с нечеткой логикой, обеспечивающих оптимальное качество переходных процессов в контуре управления в смысле заданных критериев, необходимое быстродействие и точность стабилизации требуемых координат;
 - анализ устойчивости, уравнений настройки весовых коэффициентов нейронной сети, свойств, динамических показателей качества и точности систем автоматизированного управления полетом;

- моделирование систем автоматизированного управления полетом с элементами искусственного интеллекта на основе вычислительных средств и предметно-ориентированных прикладных программ;

☒ 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, аналитические и экспериментальные методики;

☒ эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

Владеть:

☒ общим понятийным аппаратом;

☒ навыками освоения большого объема информации;

☒ культурой постановки физических задач и моделирования сложных систем;

☒ практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач в области механики полета и управления ЛА;

☒ практическими навыками моделирования задач механики полета и управления ЛА;

☒ навыками грамотной обработки результатов экспериментов и сопоставления с теоретическими данными.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Введение. Основные понятия, задачи, проблемы и перспективы внедрения интеллектуальных систем управления полетом на основе теории искусственных нейронных сетей (ИНС), экспертных систем с нечеткой логикой и гибридных нейронных сетей.
- Основные положения теории нейронных сетей. Структура и свойства искусственного нейрона. Структуры искусственной нейронной сети. Активационные функции. Универсальные аппроксимирующие свойства нейронных сетей.
- Классификация нейронных сетей и их свойства. Сети с обратными связями и прямого распространения.
- Обучение нейронных сетей. Алгоритм обратного распространения. Алгоритмы обучения с учителем и без учителя. Алгоритмы обучения многослойных нейросетей в реальном времени
- Применение нейронных сетей и базовые структуры нейросетевых динамических систем. Многослойный персептрон. Нейронные сети встречного распространения. Нейронные

сети Хопфилда и Хэмминга. Сети с радиальными базисными элементами. Вероятностная нейронная сеть. tОбобщенно-регрессионная нейронная сеть. Линейные нейронные сети. Сигма-пи нейронные сети. Клеточные автоматы.

- Искусственные нейронные сети в управлении. Эффективность нейронных сетей. Теоремы о полноте. Идентификация и прогнозирование с помощью ИНС. Управление и модели нейронных сетей для управления. Дифференциальные уравнения процессов преобразования и настройки многослойных нейросетей. Полиномиальные нейронные сети. Нейронная Сигма – Пи сеть. ИНС прямого распространения с одним скрытым слоем. Ограниченность и стабилизируемость.
- Методы синтеза систем управления. Синтез регуляторов на основе нелинейного преобразования переменных. Синтез нейросетевых систем на основе метода адаптивного управления. Прямое адаптивное управление замкнутым контуром по полному вектору состояний. Динамическая обратная модель для нелинейной системы. Модель системы управления с дополнением нейронной сетью. Анализ устойчивости замкнутой системы и уравнения настройки весовых коэффициентов нейронной сети
- Нечеткие множества. Основные характеристики нечетких множеств О методах построения функций принадлежности нечетких множеств. Операции над нечеткими множествами.
- Нечеткие и лингвистические переменные. Нечеткие числа. Операции над нечеткими числами.
- Нечеткие выводы. Алгоритм Mamdani. Алгоритм Tsukamoto. Алгоритм Sugeno. Алгоритм Larsen. Упрощенный алгоритм нечеткого вывода. Методы приведения к четкости.
- Генетические алгоритмы. Представление генетической информации. Генетические операторы. Преимущественное право размножения сильнейших.
- Генетические алгоритмы и искусственные нейронные сети как новая парадигма в управлении и моделировании систем.
- Нейросетевые методы построения отказоустойчивых систем.
- Нечеткая логика в построении отказоустойчивых систем.
- Использование эволюционных алгоритмов для построения отказоустойчивых систем управления полетом.
- Система управления угловым движением вертолета на основе инверсной модели и адаптивной нейронной сети.
- Система управления траекторным движением вертолета на основе нейронной сети для полета на предельно малых высотах.
- Система автоматического приведения вертолета из сложного пространственного положения в горизонтальный полет на основе нейронных сетей и экспертной системы с нечеткой логикой.

Основная литература:

1. 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.
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. Галушкин А.И. Нейронные сети: основы теории. - М., Горячая линия-Телеком, 2010, 496 с.

Информационно-измерительные системы

Цель дисциплины:

- знакомство студентов с информационно-измерительными системами, широко применяемыми в аэрофизическом эксперименте, способами достижения заданной точности и быстродействия измерений, методами и приемами решения различных нестандартных измерительных задач аэрофизического эксперимента.

Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний в области информационно-измерительных систем для аэрофизического эксперимента;
- приобретение теоретических знаний в области обработки и анализа результатов измерений в аэрофизическом эксперименте;
- оказание консультаций и помощи студентам в подготовке и проведении расчетных и экспериментальных исследований, обработке и анализе полученных результатов;
- приобретение навыков работы на отечественных газодинамических установках и стендах;
- формирование подходов к выполнению исследований студентами в области информационно-измерительных систем в рамках выпускных работ на степень магистра.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

- ☑ фундаментальные понятия современной теории дискретных сигналов;
- ☑ правила корректной дискретизации аналоговых сигналов и основные методы их цифровой обработки, включая цифровую фильтрацию;
- ☑ основы теории оценок параметров физических процессов;
- ☑ современные разновидности метода наименьших квадратов, в том числе и Калмановскую фильтрацию;
- ☑ физические явления, лежащие в основе экспериментальных методов исследования параметров газовых течений;
- ☑ особенности проведения экспериментальных исследований при дозвуковых, транзвуковых

и сверхзвуковых скоростях потока.

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;
- ☐ получать наилучшие значения измеряемых величин и правильно оценить степень их достоверности;
- ☐ работать на современном, в том числе и уникальном экспериментальном оборудовании;
- ☐ создать экспериментальную модель исследуемого явления и выбрать методы ее изучения;
- ☐ 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;
- ☐ основными методами и средствами измерения параметров силового и теплового взаимодействия потока с моделями;
- ☐ навыками теоретического анализа реальных задач цифровой обработки результатов аэрофизического эксперимента.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Измерения как способ получения информации об окружающем мире, метрология, роль Д.И. Менделеева в развитии отечественной метрологии, измеряемые физические величины, эталоны.
- Структура измерительного канала, спектральные характеристики полезных сигналов и помех, статические и динамические погрешности измерений, математические модели.
- Основы цифровой обработки сигналов
- Обработка данных аэрофизического эксперимента
- Многокомпонентные аэродинамические весы, основные схемы весов, характеристики схем включения тензорезисторов, градуировка 6-ти компонентных тензовесов, нахождение прямых и обращенных формул весов
- Системы для многоточечного измерения распределения давления, кремниевая интегральная технология, многоточечные модули давления, измерение давлений в аэродинамических трубах.

Основная литература:

1. Richard G. Lyons. Understanding Digital Signal Processing. 3-rd Edition, Pearson Education, 2011.
2. Simon Haykin. Adaptive Filter Theory. 5-th Edition, Prentice Hall, 2013.
3. Alan V. Oppenheim, Ronald W. Schaffer. Digital Signal Processing. Prentice Hall of India, 2003.
4. Esmat Bekir. Introduction to Modern Navigation Systems. World Scientific, 2007.
5. Robert M. Rogers. Applied Mathematics in Integrated Navigation Systems. 2-nd Edition. AIAA Education Series, 2003.
6. Naim Dahnoun. Digital Signal Processing implementation using the TMS320C6000 DSP Platform. Prentice Hall, 2000.

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, своеобразие 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.

Компьютерные технологии в системе управления безопасностью полета

Цель дисциплины:

- ознакомление студентов с современными компьютерными технологиями, применяемыми в летных исследованиях и при подготовке летного состава с целью повышения безопасности полетов.

Задачи дисциплины:

- изучение студентами качественных методов теории обыкновенных дифференциальных уравнений, теории бифуркаций и катастроф в задачах исследования аэродинамики, динамики и управления полетом самолетов в критических режимах и в опасных ситуациях.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- ☐ место и роль общих вопросов науки в научных исследованиях в области летных исследований и испытаний авиационной техники;
- ☐ современные проблемы аэродинамики, динамики и управления ЛА;
- ☐ новейшие открытия в области теории ОДУ, теории управляемых систем, теории бифуркаций и катастроф, авиации и естествознания;
- ☐ основные положения системы управления безопасностью полетов.

Уметь:

- ☐ эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- ☐ представить панораму универсальных методов и законов современного естествознания;
- ☐ работать на современном экспериментальном оборудовании;
- ☐ абстрагироваться от несущественных влияний при моделировании реальных физических ситуаций;
- ☐ планировать оптимальное проведение эксперимента;
- ☐ разбираться в методиках летных испытаний;
- ☐ решать практические задачи летных испытаний;

☒ разбираться в качественных методах теории обыкновенных дифференциальных уравнений, теории бифуркаций и катастроф;

☒ понимать особенности аэродинамики и динамического поведения самолетов в критических режимах полета на больших углах атаки и в опасных ситуациях.

Владеть:

☒ планированием, постановкой и обработкой результатов физического и в т.ч. летного эксперимента;

☒ научной картиной мира;

☒ навыками самостоятельной работы в лаборатории на современном экспериментальном оборудовании;

☒ методологией математического моделирования физических явлений в динамических управляемых системах.

☒ основными навыками технического обслуживания ЛА, а также иметь навыки пилотирования и самолетовождения.

☒ владеть основными навыками уточнения математической модели самолета в эксплуатационной области и понимать, как это можно делать за пределами эксплуатационной области.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Основы авиационной психологии и профилактика негативных авиационных событий в практике СУБП.
- Особенности аэродинамики и динамического поведения самолетов в критических режимах полета на больших углах атаки и в опасных ситуациях.
- Использование качественных методов теории обыкновенных дифференциальных уравнений, теории бифуркаций и катастроф в задачах моделирования при исследованиях аэродинамики, динамики и управления полетом самолетов.
- Уточнение математической модели самолета в эксплуатационной области и на больших углах атаки по результатам летных испытаний с использованием полунатурных пилотажных стендов.
- Повышение безопасности полетов путем автоматизации управления самолетом и специальных методик подготовки летного состава.

Основная литература:

1. Состояние безопасности полетов в ГА государств-участников «Соглашения о ГА и об

использовании ВП» в 2008 году - Доклад МАК, 2008.

2. В.В. Козлов «Управление безопасностью полетов: что это такое?» – ОАО «Аэрофлот – российские авиалинии», Москва, 2008г.
3. В.И. Арнольд «Качественные методы теории обыкновенных дифференциальных уравнений». Москва, Наука, 1979.
4. В.И. Арнольд. «Теория катастроф». Москва, МГУ, 1983.
5. Ю.И. Неймарк «Метод точечных отображений в теории нелинейных колебаний». Москва, Наука, 2010.
6. Г.С. Бюшгенс, В.Л. Суханов и др. «Аэродинамика, устойчивость и управляемость сверхзвуковых самолетов». Москва, Наука, 1988.
7. М.Г. Котик, А.В. Павлов, И.М. Пашковский, Н.Г. Щитаев «Лётные испытания самолетов». Москва, Машиностроение, 1965.
8. М.Г. Гоман, С.Б. Захаров, А.Н. Храбров «Симметричное и несимметричное отрывное обтекание крыла малого удлинения с фюзеляжем». Ученые записки ЦАГИ. Том X VI. № 6. 1085.
9. М.Г. Гоман, С.Б. Захаров, А.Н. Храбров «Аэродинамический гистерезис при стационарном обтекании удлиненных тел». Доклады АН СССР. Том 282, № 1. 1985.
10. В.И. Ахрамеев, М.Г. Гоман «О возникновении несимметричных аэродинамических моментов при динамическом выходе самолета на большие углы атаки» - Труды отраслевого симпозиума “Проблемы устойчивости и управляемости при полете на закритических углах атаки”, М. ЦАГИ, 1988г.
11. В.И. Ахрамеев, В.Н. Карпенко «Определение параметров математических моделей аэродинамических характеристик самолета на больших углах атаки по результатам летных испытаний» - Материалы международной конференции «Российский рынок авиационных тренажеров. Нормы, технологии, разработки и потребности», г. Жуковский, 19-20 июня 2008 г.
12. В.И. Ахрамеев, И.В. Ахрамеев, А.В. Бабиченко, Е.С. Земляной, С.М. Соколов «Бортовые программные и аппаратные средства обеспечения навигации и безопасности полетов легких ВС на малых высотах» - Авиакосмическое приборостроение, 2014, №12.

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 эллипτικο-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.

Математические методы планирования и интерпретации эксперимента

Цель дисциплины:

- освоение студентами фундаментальных знаний в области анализа регрессионных экспериментов и планирования оптимальных регрессионных экспериментов, а также их приложений к задачам, возникающим при подготовке и обработке летного эксперимента.

Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний в области анализа и планирования оптимальных регрессионных экспериментов;
- обучение студентов методам и приемам построения оптимальных статистических оценок параметров методом наименьших квадратов (МНК) и его обобщениями на случай наличия ошибок в независимых переменных, плохой обусловленности системы нормальных уравнений, аномальных измерений, а также способам и численным методам построения оптимальных планов для регрессионных экспериментов;
- оказание помощи студентам в проведении собственных теоретических и экспериментальных исследований.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- ☑ место и роль данной дисциплины в научных исследованиях;
- ☑ фундаментальные понятия, законы теории вероятности, математической статистики, математической теории планирования эксперимента;
- ☑ теоретические основы регрессионного анализа, достоинства и недостатки оценки МНК как статистики;
- ☑ постановку задачи регрессионного эксперимента, определения точного и непрерывного

планов, критериев планирования и их статистический смысл;

☒ знать необходимые и достаточные условия оптимальности планов.

Уметь:

☒ эффективно использовать на практике теоретические компоненты данной дисциплины;

☒ абстрагироваться от несущественных влияний при моделировании реальных физических ситуаций;

☒ проводить регрессионный анализ эксперимента;

☒ опознавать проблемные случаи применения классического регрессионного анализа;

☒ планировать оптимальное проведение регрессионного эксперимента.

Владеть:

☒ планированием, постановкой и обработкой результатов физического эксперимента;

☒ численными методами регрессионного анализа эксперимента;

☒ приемами построения модифицированных статистик в проблемных случаях применения классического регрессионного анализа;

☒ способами проверки планов на оптимальность;

☒ численными методами построения оптимальных непрерывных планов, точных планов, округления планов.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Модель классической линейной регрессии.
- Оптимальность оценки МНК.
- Модель нормальной линейной регрессии, построение доверительных областей и проверка гипотез.
- Перебор и недобор факторов в регрессии. Обобщения МНК на случай аномальных измерений, плохой обусловленности матрицы плана, смещенные оценки.
- Приложения МНК в обработке данных летного эксперимента: оптимальная аппроксимация эмпирических зависимостей; оптимальное сглаживание, дифференцирование временных рядов; идентификация аэродинамических характеристик.
- Нелинейная регрессия.
- Планирование эксперимента для линейных регрессионных моделей.
- Свойства информационных матриц.
- Теоремы эквивалентности.
- Численные методы построения оптимальных непрерывных и точных планов.
- Планы первого порядка.
- Планирование эксперимента для нелинейных регрессионных моделей.

Основная литература:

1. Г.И.Ивченко, Ю.И.Медведев Математическая статистика, «Высшая школа», 1989
2. Дж.Бендат, А.Пирсол Прикладной анализ случайных данных, «Мир».1985
3. С.М.Ермаков,А,А.Жиглявский. Математическая теория оптимального эксперимента. «Наука»,1983
4. Е.З.Демиденко Линейная и нелинейная регрессии., «Финансы и статистика»,1981
5. Л.З.Румшинский Математическая обработка результатов эксперимента. «Наука» 1971.
6. Е.С.Вентцель, Л.А.Овчаров Теория вероятностей и ее инженерные приложения,»Наука» 1988
7. В.В.Федоров Теория оптимального эксперимента, «Наука»,1971.

Методы и средства оптико-физических исследований

Цель дисциплины:

- ознакомление студентов с одним из современных направлений измерительной техники – оптико-физическими методами исследований (ОФМИ), объединяющим современные достижения в области оптики, лазерной техники, электроники, вычислительной техники, методов и средств цифровой регистрации и численной обработки изображений.

Задачи дисциплины:

- ☒ формирование общих знаний в области экспериментальной аэродинамики, информационно-измерительных систем, прикладной оптики, лазерной диагностики и прикладной математики;
- ☒ формирование базовых теоретических и практических основ в области разработки и применения оптико-физических методов и средств исследований и измерений в экспериментальной аэродинамике, прочности и смежных областях научных исследований;
- ☒ оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических и экспериментальных исследований в области ОФМИ;
- ☒ приобретение практических навыков разработки и применения ОФМИ.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- ☒ фундаментальные понятия, законы, теории классической и современной физики;
- ☒ порядки численных величин, характерные для различных разделов физики;
- ☒ место и роль оптико-физических методов (ОФМИ) в научных исследованиях, в экспериментальной аэродинамике;
- ☒ основные законы и явления в области физической и геометрической оптики, применяемые для бесконтактных исследований процессов экспериментальной аэродинамики и прочности;
- ☒ теоретические основы построения и анализа оптико-физических измерительных систем;
- ☒ основные физические и химические явления взаимодействие света с веществом, лежащие в основе первичного преобразования;
- ☒ принципы передачи, детектирования, регистрации и обработки оптического сигнала и изображений;
- ☒ экспериментальное оборудование, применяемое в оптико-физических измерительных системах;
- ☒ новейшие тенденции в развитии оптико-физических методов;
- ☒ основные направления в разработке и применении оптико-физических методов и средств исследований в области аэродинамики и прочности летательных аппаратов.

Уметь:

- ☒ пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных и прикладных задач и технологических задач;
- ☒ анализировать поставленную задачу исследований или измерений и выбирать метод ее решения;
- ☒ рассчитывать основные параметры и характеристики оптико-физической измерительной системы и адаптировать ее к условиям экспериментальной установки;
- ☒ работать на современном, в том числе и уникальном, экспериментальном оборудовании с применением стандартного и специализированного программного обеспечения;
- ☒ проводить обработку изображений по стандартным методикам, разрабатывать новые оригинальные алгоритмы и программы обработки результатов измерений;
- ☒ видеть в поставленных задачах физическое содержание и обоснованно интерпретировать результаты оптико-физических методов исследований;
- ☒ получать наилучшие значения измеряемых величин и правильно оценить степень их

достоверности, делать правильные выводы из сопоставления результатов измерений и теории или результатов разных методов измерений;

☒ осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики;

☒ 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;

☒ основами программирования и численного моделирования исследуемых процессов и явлений;

☒ практикой применения методов и средств в экспериментальной аэродинамике.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Дифференциальная интерферометрия
- Лазерная доплеровская анемометрия
- Методы видеogramметрии. Направления развития.
- Методы лазерной диагностики. Гетеродинная интерферометрия
- Методы с цифровой регистрацией и численной обработкой изображений
- Нерепракционные методы изучения потоков вокруг модели. Методы изучения течений газа на поверхности модели.
- Обобщенная структура оптико-физических методов
- Общая характеристика предмета. Основные определения
- Оптико-физические методы измерений распределенных геометрических величин.
- Основные положения геометрической оптики
- Основные принципы численной обработки изображений
- Основы рефракционных оптико-физических методов
- Теневые и интерференционные методы исследований потоков
- Элементы когерентной Фурье-оптики

Основная литература:

1. Основы оптики [Текст] : [учеб. пособие для вузов] / М. Борн, Э. Вольф ; пер. с англ. С. Н.

- Бреуса, А. И. Головашкина, А. А. Шубина ; под ред. Г. П. Мотулевич .— М. : Наука, 1970 .— 855 с.
2. Л.М.Сороко. Основы голографии и когерентной оптики. М., Наука, 1971.
 3. М.Борн, Э.Вольф. Основы оптики. М., Наука, 1973.
 4. А.Н.Матвеев. Оптика. М. Высшая школа,1982.

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.

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. Извероятностные 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.

Основы аэронавигации

Цель дисциплины:

- изучение основ навигации, радионавигации, обеспечения полета в аэронавигационном пространстве и всепогодной посадки.

Задачи дисциплины:

Освоение студентами базовых знаний в области:

- измерения параметров полета
- определение координат, включая инерциальные и спутниковые методы
- формирования и выдерживания заданного четырехмерного плана полета
- взаимодействия с органами УВД и окружающими самолетами

Приобретения навыков оценки характеристик навигации и безопасности полета в аэронавигационном пространстве

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

- фундаментальные понятия теории и практики современных методов навигации и организации воздушного движения в увязке с полученными ранее знаниями в области физики и математики;
- основные принципы автономных и радиотехнических методов определения координат самолета на маршруте и при посадке;
- современные подходы к обеспечению и оценке безопасности полета при взаимодействии с другими самолетами;
- состояние и направления развития концепции CNS/ATM - организации воздушного движения в международном воздушном пространстве и ее технического обеспечения;
- основные принципы самолетовождения.

Уметь:

- ориентироваться в разнообразии существующих методов и аппаратуры для измерения координат и параметров полета, обмена цифровой информации, наблюдения за воздушным движением;
- пользоваться полученными знаниями для решения текущих задач и оценки перспективности

новых направлений;

- осваивать новые направления в области навигационных измерений и организации полетов;
- применять методы теории вероятности и математической статистики для оценки характеристик оборудования и уровня безопасности полета;
- использовать разнообразные источники информации, в том числе на английском языке, для пополнения знаний в области аэронавигации;
- применять полученные знания применительно к конкретному самолету и конкретным условиям полета.

Владеть:

- навыками оценки вероятности редких событий (столкновений самолетов при движении в аэронавигационном пространстве);
- навыками оценки нормирования технических параметров бортовой аппаратуры с позиций физической сущности соответствующих процессов;
- навыками освоения большого объема информации в быстроразвивающейся области навигации и управления воздушным движением;
- умением делать выводы из разнообразной и иногда противоречивой информации о развитии систем навигации и управления воздушным движением.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Основные понятия навигации и самолетовождения
- Особенности применения метрологии и теории надежности в авионике
- Измерение параметров движения относительно воздуха
- Счисление координат
- Понятие об инерциальных навигационных системах на традиционных и лазерных датчиках
- Необходимые сведения из радиотехники
- Традиционные средства ближней радионавигации
- Традиционные радиотехнические средства посадки
- Основные принципы использования спутниковых технологий в авиации
- Принципы спутниковой навигации
- Реализации спутниковых навигационных систем и пути их совершенствования
- Функциональные дополнения к спутниковой навигации
- Самолетовождение
- Самолет в аэронавигационном пространстве, концепция ИКАО CNS/ATM
- Оценка безопасности полета в аэронавигационном пространстве на примере вертикального эшелонирования

Основная литература:

1. Ведров, М.А. Тайц «Летные испытания самолетов»
2. А. И. Перов Основы построения спутниковых радионавигационных систем. Радиотехника 2012г.

Основы сертификации летательных аппаратов и тренажеров

Цель дисциплины:

- изучение основ сертификации гражданской авиационной техники.

Задачи дисциплины:

- ☒ освоение студентами базовых знаний в области теории и практики сертификации ЛА и тренажеров;
- ☒ приобретение теоретических знаний и практических навыков в области проведения, анализа и оформления результатов сертификационных испытаний самолётов, вертолётов и тренажеров ЛА;
- ☒ оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических исследований и повышении компетенций в области сертификационных испытаний ЛА;
- ☒ приобретение навыков работы со средствами измерений, обработки, анализа и оформления материалов сертификационных испытаний ЛА.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- ☒ фундаментальные понятия, теорию и нормативные документы в области сертификации ЛА и тренажеров;
- ☒ методику проведения сертификационных испытаний ЛА и порядки численных величин параметров и измеряемых характеристик сертифицируемых динамических объектов: самолётов, вертолётов и их тренажеров;
- ☒ современные проблемы сертификации ЛА.

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;
- ☒ 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;
- ☒ получать наилучшие значения измеряемых величин и правильно оценивать степень их достоверности;
- ☒ работать с современными средствами и системами измерений;
- ☒ эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

Владеть:

- ☒ культурой постановки и планирования испытаний ЛА и тренажеров;
- ☒ навыками освоения и анализа большого объема информации;
- ☒ навыками самостоятельной работы в лаборатории и Интернете;
- ☒ 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:

- Нормативная база сертификации ЛА и тренажеров
- Содержание и методика сертификационных испытаний самолётов.
- Содержание и методика сертификационных испытаний вертолётов.
- Содержание и методика сертификационных испытаний самолётных тренажеров.
- Содержание и методика сертификационных испытаний вертолётных тренажеров.
- Средства и методы измерений, обработки, анализа и оформления материалов сертификационных испытаний ЛА и тренажеров.

Основная литература:

1. Васильченко К.К., Леонов В.А., Пашковский И.М., Поплавский Б.К. Летные испытания

самолётов:-М.: Машиностроение, 1996.-720с.: илл.

2. Certification Specifications for Helicopter Flight Simulation Training Devices. EASA, 2012.

3. Manual of Criteria for the Qualification of Flight Simulation Training Devices. Vol.I-Aeroplanes/3rd ed. Doc 9625 AN/938, ICAO, 2009.

4. Manual of Criteria for the Qualification of Flight Simulation Training Devices. Vol.II-Helicopters. Doc 9625 AN/938, ICAO, 2012.

5. Нормы годности авиационных тренажеров для подготовки авиаперсонала воздушного транспорта. — М.: ФАС России, 1998.

Экспериментальное исследование аэродинамики летательных аппаратов

Цель дисциплины:

- знакомство студентов с отличительными особенностями наземного и лётного аэрофизического эксперимента по построению и уточнению моделей аэродинамики летательных аппаратов. Курс содержит теоретические основы структурной и параметрической идентификации динамических систем, методику и практические рекомендации по подготовке и планированию эксперимента, регистрации, обработке, анализу и проверке получаемой информации.

Задачи дисциплины:

- ☑ формирование у студентов базовых знаний в области идентификации динамических систем применительно к оценке аэродинамических характеристик летательных аппаратов;
- ☑ приобретение теоретических знаний и практических навыков в области планирования наземного и летного эксперимента, обработки данных и их анализа.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- ☑ фундаментальные понятия и теорию идентификации и оценивания состояний динамических систем;
- ☑ порядки численных величин, характерные для аэромеханики;
- ☑ современное положение дел в области идентификации и оценки аэродинамических

характеристик летательного аппарата;

☒ основы подготовки, планирования и реализации экспериментальных исследований в целях построения моделей аэродинамики летательных аппаратов и оценки их структуры и параметров.

Уметь:

☒ пользоваться своими знаниями для решения прикладных 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;

☒ осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики;

☒ применять новые методы, в том числе из смежных дисциплин, для оценки и анализа аэродинамических характеристик летательных аппаратов;

☒ определять характеристики летательного аппарата по материалам летных исследований и испытаний;

☒ 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;

☒ навыками грамотной обработки результатов эксперимента и сопоставления с теоретическими данными;

☒ практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач;

☒ навыками анализа результатов обработки экспериментальных исследований и построения обоснованных выводов на их основе.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Введение. Основы теории идентификации и оценки параметров динамических систем применительно к оценке аэродинамических характеристик (АДХ) ЛА.
- Обзор расчетных методов и экспериментальных установок, используемых на этапе разработки ЛА для прогноза АДХ.
- Исследования и оценка аэродинамических характеристик летательного аппарата в АДТ.
- Проверка и оценка АДХ ЛА на стендах и тренажерах.
- Летный эксперимент. Датчики измерения параметров полета.
- Системы измерения, сбора и регистрации информации.

- Оценка, анализ и уточнение АДХ ЛА по результатам летных исследований.
- Оценка характеристик устойчивости и управляемости самолета по результатам идентификации АДХ ЛА

Основная литература:

1. Васильченко К.К., Кочетков Ю.А., Леонов В.А., Поплавский Б.К. Структурная идентификация математической модели движения самолётов. М.: Машиностроение, 1993.
2. Эйкхофф П. Основы идентификации систем управления. Оценивание параметров и состояния. М., МИР, 1975.