

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Физико-технический факультет



Аннотация к рабочим программам дисциплин (модулей) и практик

по направлению подготовки

24.04.03 Баллистика и гидроаэродинамика

Направленность (профиль) подготовки:
Баллистика ракетно-ствольных систем

Форма обучения
Очная

Квалификация
Магистр

Год приема
2024

Томск – 2024

Б1.О.01 Математическое моделирование в физических процессах

Дисциплина обязательная для изучения.

Третий семестр, экзамен

Язык реализации – русский.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:

лекции: 8 ч.

практические занятия: 14 ч.

Тематический план:

Тема 1. Уравнения математической технической физики. Система уравнений Навье-Стокса. Система уравнений газовой динамики. Система уравнений низкотемпературной плазмы. Уравнения теплофизики.

Тема 2. Постановка задач для уравнений Навье-Стокса. Уравнения Навье-Стокса при малых числах Рейнольдса. Постановка типичных задач. Теоремы единственности.

Тема 3. Постановка задач для уравнений газовой динамики. Характеристики одномерных нестационарных уравнений. Постановка задач для одномерных нестационарных уравнений газовой динамики. Характеристики двухмерных стационарных уравнений. Постановка двухмерных стационарных задач.

Тема 4. Постановка задач для уравнений теплопроводности и диффузии многокомпонентных сред. Теоремы единственности для решения задач теплопроводности и диффузии. Особенности постановки задач теплообмена в средах с разрывом параметров. Постановка граничных условий при диффузии многокомпонентных сред.

Тема 5. Постановка задач для течений газа и жидкости с частицами. Уравнения движения и теплообмена частиц в жидкости и газе. Система уравнений двухфазного течения газа с частицами и ее характеристические свойства. Постановки задач для этой системы.

Тема 6. Численные методы решения задач математической физики и постановки задач. Понятие корректно поставленной задачи. Аппроксимация и устойчивость численного решения. Теорема Лакса. Ошибки аппроксимации и их роль в сходимости численного решения к точному решению поставленной задачи. Связь требований корректности поставленной задачи с ее численным решением.

Б1.О.02 Иностранный язык

Дисциплина обязательная для изучения.

Первый семестр, зачет

Второй семестр, экзамен

Язык реализации – русский.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 часов, из которых:

практические занятия: 64 ч.

Тематический план:

Тема 1. Базовые понятия и принципы изучаемой специальности.

Тема 2. Инженерное образование. Деловая коммуникация.

Тема 3. Научно-исследовательская деятельность.

Б1.О.03 Физико-химическая гидродинамика

Дисциплина обязательная для изучения.

Второй семестр, зачет

Язык реализации – русский.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:

лекции: 12 ч.

практические занятия: 14 ч.

Тематический план:

Тема 1. Общие сведения классической гидродинамики.

Тема 2. Конвективная диффузия в жидкостях.

Тема 3. Капиллярное движение.

Тема 4. Волны на поверхности жидкости.

Тема 5. Движение жидкости в тонких пленках.

Б1.О.04 Пакеты прикладных программ

Дисциплина обязательная для изучения.

Первый семестр, зачет с оценкой

Язык реализации – русский.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 часов, из которых:

лекции: 24 ч.

практические занятия: 24 ч.

Тематический план:

Тема 1. Настройка окружения.

Тема 2. Salome Geometry.

Тема 3. Salome Mesh.

Тема 4. icoFoam OpenFOAM.

Тема 5. damBreak OpenFOAM и Salome.

Тема 6. hopper OpenFOAM.

Тема 7. blockMesh OpenFOAM дорожка Кармана.

Тема 8. rhoPimpleFoam OpenFOAM сопло и струя.

Тема 9. motorBike OpenFOAM simpleFoam.

Тема 10. snappyHexMesh OpenFOAM.

Б1.О.05 Системное и критическое мышление в научном познании

Дисциплина обязательная для изучения.

Третий семестр, зачет

Язык реализации – русский.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:

лекции: 12 ч.

практические занятия: 22 ч.

Тематический план:

Тема 1. Развитие науки: изменение парадигм и научных картин мира.

Тема 2. Постнеклассическая парадигма науки и сложносистемное мышление: от аналитического мышления и механистического мировидения к сложносистемному мышлению.

Тема 3. Наука в меняющемся мире: технонаука, социотехнические системы, проблема объективности научного исследования

Тема 4. Проблема и ее место в процессе познания

Тема 5. Наука как коммуникация. Этнос науки и поворот к коммуникативной рациональности

Тема 6. Новые форматы научной коммуникации. Командная работа как средство генерации научного знания.

Б1.В.01 Динамика полета тел, стабилизируемых вращением

Дисциплина обязательная для изучения.

Первый семестр, зачет

Язык реализации – русский.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:

лекции: 8 ч.

лабораторные: 22 ч.

практические занятия: 10 ч.

Тематический план:

Тема 1. Математические модели движения снарядов. Движения снаряда относительно центра масс при малом угле нутации под действием одного опрокидывающего момента.

Тема 2. Движения вращающегося снаряда относительно центра масс при малом угле нутации под действием полной системы сил и моментов.

Тема 3. Приложение теории вращательного движения снаряда к практическим вопросам баллистики.

Б1.В.02 Вычислительная гидродинамика

Дисциплина обязательная для изучения.

Первый семестр, зачет

Язык реализации – русский.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:

лекции: 10 ч.

практические занятия: 16 ч.

Тематический план:

Тема 1. Основные понятия теории разностных схем.

Тема 2. Основные приёмы построения разностных схем.

Тема 3. Методы исследования устойчивости разностных схем.

Тема 4. Разностные схемы для расчета обобщенных решений.

Тема 5. Методы расчёта течений без ударных волн.

Тема 6. Двухшаговые схемы типа Лакса-Вендроффа для нестационарных уравнений газовой динамики.

Тема 7. Метод Годунова для решения задач газовой динамики.

Тема 8. Методы расщепления.

Б1.В.03 Методы экспериментального исследования характеристик высокоэнергетических материалов

Дисциплина обязательная для изучения.

Первый семестр, экзамен

Язык реализации – русский.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:

лекции: 10 ч.

лабораторные: 12 ч.

практические занятия: 12 ч.

Тематический план:

Тема 1. Введение в курс. Современные методы экспериментального исследования физико-кинетических характеристик высокоэнергетических материалов (ВЭМ). Компоненты ВЭМ.

Тема 2. Методы исследования дисперсного состава компонентов ВЭМ. Определение гранулометрического состава. Определение удельной поверхности порошков методом БЭТ. Определение физико-химических характеристик порошка алюминия. Исследование характеристик термического разложения компонентов ВЭМ.

Тема 3. Методы зажигания ВЭМ: кондуктивный метод, лучистое зажигание, лазерное зажигание.

Тема 4. Методы определения стационарной скорости горения в широком диапазоне давлений.

Тема 5. Определение законов горения ВЭМ.

Тема 6. Диагностика дисперсности и химического состава продуктов сгорания ВЭМ.

Тема 7. Методика расчета компонентного состава ВЭМ.

Тема 8. Методика термодинамического расчета энергетических характеристик ВЭМ.

Тема 9. Программный комплекс "TERRA".

Б1.В.04 Обратная задача траекторной баллистики

Дисциплина обязательная для изучения.

Второй семестр, экзамен

Язык реализации – русский.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:

лекции: 10 ч.

практические занятия: 14 ч.

Тематический план:

Тема 1. Классификация методов определения аэродинамических характеристик. Методики расчета аэродинамических характеристик, основанные на получении замкнутых решений уравнений движения.

Методики численного расчета аэродинамических характеристик.

Тема 2. Построение физико-математической модели движения тела на баллистической трассе. Взаимодействие газообразной среды и движущегося в ней тела. Математическая постановка задачи. Основные расчетные соотношения. Характер ошибок в задании исходных данных. Два подхода к некорректным обратным задачам.

Тема 3. Методика расчета АДХ, основанная на детерминированном подходе. Аппроксимация кинематических параметров и их производных по измерительной информации баллистического эксперимента. Вычислительные эксперименты. Определение аэродинамических характеристик из систем линейных алгебраических уравнений.

Тема 4. Методика расчета АДХ, основанная на стохастическом подходе. Разработка семейства генетических алгоритмов.

Тема 5. Численное исследование алгоритмов расчета аэродинамических характеристик для различных структур их разложения.

Б1.В.05 Нестационарные режимы горения конденсированных систем

Дисциплина обязательная для изучения.

Второй семестр, зачет

Язык реализации – русский.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:

лекции: 10 ч.

практические занятия: 14 ч.

Тематический план:

Тема 1. Классификация нестационарных режимов горения конденсированных систем.

Тема 2. Стационарный режим горения конденсированных систем.

Тема 3. Феноменологическая теория нестационарного горения конденсированных систем.

Тема 4. Экспериментальные методы исследования нестационарной скорости горения.

Тема 5. Процессы гашения конденсированных систем.

Тема 6. Горение конденсированных систем в условиях обдувающего потока.

Тема 7. Неустойчивые режимы горения конденсированных систем.

Тема 8. Горение конденсированных систем в поле перегрузок.

Тема 9. Регулируемые РДТТ.

Тема 10. Современные подходы к моделированию нестационарного горения конденсированных систем.

Б1.В.06 Теория эксперимента в исследованиях систем

Дисциплина обязательная для изучения.

Третий семестр, зачет

Язык реализации – русский.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:

лекции: 6 ч.

практические занятия: 26 ч.

Тематический план:

Тема 1. Основные принципы физического и математического моделирования.

Тема 2. Элементы теории погрешностей и математической обработки результатов измерения.

Тема 3. Основы теории подобия и анализа размерностей.

Тема 4. Элементы теории планирования эксперимента.

Тема 5. Аппроксимация опытных данных.

Тема 6. Динамические измерения.

Тема 7. Обратные задачи в теории эксперимента.

Тема 8. Методы и средства измерения величин в исследовании систем.

Б1.В.07 Газодинамические основы внутрикамерных процессов

Дисциплина обязательная для изучения.

Второй семестр, экзамен

Язык реализации – русский.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:

лекции: 10 ч.

практические занятия: 18 ч.

Тематический план:

Тема 1. Цели и задачи изучения курса. Основные процессы артиллерийского выстрела.

Тема 2. Современные проблемы и задачи внутренней баллистики ствольных систем.

Тема 3. Основы теории горения порохов.

Тема 4. Решение основной задачи внутренней баллистики на основе классической модели.

Тема 5. Газодинамические модели внутренней баллистики.

Тема 6. Задача Лагранжа.

Тема 7. Модель выстрела на основе односкоростной газопороховой смеси.

Тема 8. Численные методы внутренней баллистики ствольных систем.

Тема 9. Схема интегрирования системы уравнений для модели односкоростной газопороховой смеси.

Тема 10. Численное решение сопряженных задач внутренней баллистики ствольных систем.

Тема 11. Модель выстрела на основе двухскоростной газопороховой смеси.

Тема 12. Модель выстрела с полидисперсным пороховым зарядом и диспергирующимися моноблоками.

Б1.В.08 Процессы теплопередачи в технических устройствах

Дисциплина обязательная для изучения.

Первый семестр, экзамен

Язык реализации – русский.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 часов, из которых:

лекции: 10 ч.

практические занятия: 18 ч.

Тематический план:

Тема 1. Конвективный теплообмен. Основные понятия и определения. Подобие и моделирование процессов конвективного теплообмена. Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена. Гидродинамический и тепловой пограничные слои. Турбулентный перенос тепла. Теплоотдача при вынужденном течении жидкости в трубах, при свободном движении жидкости, при течении газа с большой скоростью.

Тема 2. Теплоотдача при фазовых и химических превращениях. Теплообмен при конденсации пара. Теплообмен при кипении жидкости.

Тема 3. Тепло- и массообмен в двухкомпонентных средах. Дифференциальные уравнения тепло- и массообмена. Тепло- и массоотдача. Критерии подобия. Тройная аналогия. Теплообмен излучением между твердыми телами, расположенными в прозрачной среде. Теплообмен в поглощающих и излучающих средах.

Тема 4. Теплообменные аппараты. Холодильные машины. Конденсаторы. Испарители. Градирни. Теплообменные устройства. Воздухоохлаждаемые теплообменники. Тепловые трубы. Топки и камеры сгорания. Сушильные установки. Теплообмен в РДТТ, в ЖРД, в ДВС, в АУ, в котлах.

Б1.В.ДВ.01.01 Основы прикладной магнитной гидродинамики

Элективная дисциплина.

Второй семестр, зачет

Язык реализации – русский.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:
лекции: 10 ч.

практические занятия: 16 ч.

Тематический план:

Тема 1. Особенности (МГД) процессов. Возможности прямого дистанционного управления электропроводными средствами с помощью электромагнитных полей. Основная система МГД–уравнений в интегральном виде.

Тема 2. Основные конфигурации МГД–течений. Основные безразмерные критерии магнитной гидродинамики. Граничные и «внешние условия».

Тема 3. Свойства электропроводных газов. Ионизация и рекомбинация. Уравнение Саха. Импульсные ускорители плазмы.

Тема 4. Методология построения электротехнических моделей МГД–процессов в импульсных ускорителях плазмы. МГД–генераторы электрической энергии. Электрогазодинамические ускорители твердых тел.

Б1.В.ДВ.01.02 Технология производства

Элективная дисциплина.

Второй семестр, зачет

Язык реализации – русский.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:
лекции: 10 ч.

практические занятия: 16 ч.

Тематический план:

Тема 1. Конструкция и материалы корпусов ракет.

Тема 2. Статические нагрузки.

Тема 3. Динамические нагрузки.

Тема 4. Сухие отсеки.

Тема 5. Топливные баки.

Тема 6. Корпус РДТТ.

Б1.В.ДВ.02.01 Методы высокоскоростных изменений

Элективная дисциплина.

Первый семестр, зачет

Язык реализации – русский.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:

лекции: 14 ч.

лабораторные: 20 ч.

Тематический план:

Тема 1. Аэродинамика высокоскоростных течений. Расчет легкогазовых метательных установок. Моделирование при аэромеханических экспериментах. Критерии подбора.

Тема 2. Аэромеханические установки больших сверхзвуковых скоростей. Методы измерений в сверхзвуковых трубах. Аэродинамические трубы с подогревателями. Ударные аэродинамические трубы. Ударные электромагнитные трубы. Адиабатические установки. Электромагнитные аэродинамические трубы.

Тема 3. Внешнебаллистические измерения. Методы и средства регистрации. Методы визуализации и измерения плотности. Шлирен - метод. Интерферометр Майкельсона. Интерферометр Маха - Цендера. Прибор ИАБ – 451. Искровые источники света. Открытая искра. Скользящие и полупроводящие искровые разряды. Капиллярные искровые разряды. Запускающие искровые разрядники.

Б1.В.ДВ.02.02 Методы и теория оптимизации

Элективная дисциплина.

Первый семестр, зачет

Язык реализации – русский.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:

лекции: 14 ч.

лабораторные: 20 ч.

Тематический план:

Тема 1. Постановка задачи оптимизации

Тема 2. Методы одномерного поиска

Тема 3. Нелинейное программирование. Градиентные методы. Метод релаксации. Метод градиентов. Метод наискорейшего спуска.

Тема 4. Нелинейное программирование.

Градиентные методы. Метод сопряженных градиентов Флетчера-Ривса, Метод параллельных касательных. Метод Дэвидона-Флетчера-Пауэлла. Метод Зангвилла. Метод Ньютона.

Тема 5. Безградиентные методы детерминированного поиска.

Метод сканирования. Метод поочередного изменения переменных/метод Гаусса-Зейделя. Симплексный метод нелинейного программирования. Метод шагов по оврагу.

Тема 6. Безградиентные методы детерминированного поиска.

Метод Хука и Дживса. Метод Розенброка. Метод Пауэлла.

Тема 7. Поиск оптимума в задачах с ограничениями типа равенств и неравенств.

Метод прямого поиска с возвратом. Метод проектирования вектора градиента. Метод штрафных функций/обобщенного критерия.

Б1.В.ДВ.03.01 Численные методы в аэродинамике

Элективная дисциплина.

Первый семестр, экзамен

Язык реализации – русский.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:

лекции: 10 ч.

практические занятия: 16 ч.

Тематический план:

Тема 1. Задачи исследования течений газа около твердого тела.

Соотношение газодинамического и экспериментального подходов. Аэродинамические силы и моменты. Силовое воздействие газа на движущееся в нем тело. Законы подобия и размерностей в аэродинамике. Основные соотношения для аэродинамических характеристик в условиях подобия.

Тема 2. Приближенные аналитические методы.

Метод «местных конусов». Метод «ньютонова торможения». Ограничения приближенных аналитических методов.

Тема 3. Метод характеристик.

Задача Коши. Уравнения характеристик. Схема решения газодинамических задач методом характеристик.

Тема 4. Конечно-разностные методы.

Методы построения разностных схем для уравнений газовой динамики. Схемы Лакса, Лакса-Вендрофа, Годунова. Методы "расщепления" в задачах газовой динамики. Подход Эйлера-Лагранжа-Харлоу.

Тема 5. Нестационарная аэродинамика.

Неустановившееся сверхзвуковое обтекание тел. Свойства аэродинамических производных. Приближенные методы определения нестационарных аэродинамических характеристик. Гипотезы гармоничности и стационарности.

Б1.В.ДВ.03.02 Численные методы в механике сплошной среды

Элективная дисциплина.

Первый семестр, экзамен

Язык реализации – русский.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:

лекции: 10 ч.

практические занятия: 16 ч.

Тематический план:

Тема 1. Обобщенные криволинейные координаты.

Тема 2. Построение криволинейной системы координат.

Тема 3. Построение КСК при помощи алгебраического отображения.

Тема 4. Построение КСК на основе решения уравнения в частных производных.

Тема 5. Методы решений уравнений Эйлера.

Тема 6. Приемы и методы решений уравнений пограничного слоя.

Тема 7. Приемы и методы решений уравнений сжимаемого вязкого газа.

Тема 8. Приемы и методы решений уравнений несжимаемого вязкого газа.

Б1.В.ДВ.04.01 Динамика реактивных систем

Элективная дисциплина.

Третий семестр, зачет с оценкой

Язык реализации – русский.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 часов, из которых:

лекции: 10 ч.

лабораторные: 14 ч.

практические занятия: 14 ч.

Тематический план:

Тема 1. Общие уравнения движения неуправляемых реактивных снарядов в проекциях на оси выбранных систем координат.

Движение не вращающегося реактивного снаряда.

Тема 2. Построение приближенного решения задачи о колебательном движении реактивного снаряда. Расчет рассеивания РС. Исследование движения вращающихся РС.

Б1.В.ДВ.04.02 Механика гетерогенных потоков

Элективная дисциплина.

Третий семестр, зачет с оценкой

Язык реализации – русский.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 часов, из которых:
лекции: 10 ч.

лабораторные: 14 ч.

практические занятия: 14 ч.

Тематический план:

Тема 1. Механика и термодинамика многофазных сред.

Основные положения континуальной модели гетерогенных сред. Интегральные уравнения гидродинамики многофазных гетерогенных сред

Тема 2. Уравнения движения отдельных частиц сопротивление движению сферических частиц в жидкости (газе).

Законы сопротивления движению очень мелких частиц. Некоторые теоретические и полуэмпирические результаты.

Тема 3. Уравнения движения пленок и пузырей в каналах и трубах.

Элементы теории фильтрации.

Тема 4. Практические приложения гидродинамики и газодинамики двухфазных потоков.

Движение частиц в закрученных потоках. Элементы кинетики многофазных систем.

Тема 5. Одномерное установившееся движение сжимаемой гетерогенной среды в трубах и каналах переменного сечения в условиях возможного пренебрежения объемом частиц и гидравлическим трением о стенки каналов.

Тема 6. Течение с коагуляцией и дроблением частиц.

Движение гетерогенной среды, включающей частицы разного размера. Расчет коагуляции методами Эйлера и Лагранжа.

Тема 7. Элементы кинетики конденсации частиц.

Одномерное течение в сопле при наличии химических реакций и конденсации.

Тема 8. Численные методы расчета параметров течения гетерогенной среды.

Сравнительная характеристика континуальной и дискретно-траекторной моделей.

Тема 9. Движение сжимаемой гетерогенной среды в трубах с учетом объемной концентрации частиц и гидравлического сопротивления. Законы сопротивления среды о стенку трубы.

Тема 10. Некоторые сведения о турбулентном движении гетерогенных сред.

Б1.В.ДВ.05.01 Астродинамика

Элективная дисциплина.

Второй семестр, зачет

Язык реализации – русский.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:
лекции: 10 ч.

практические занятия: 16 ч.

Тематический план:

Тема 1. Основные задачи космонавтики.

Средние элементы планетарных орбит как функции времени. Сфера действия планеты. Уравнения движения центра масс КА. Уравнения движения КА относительно центра масс. Этапы движения КА. Виды управляемых движений КА. Управляющие силы. Оптимальные движения.

Тема 2. Понятие о программе управления.

Непрерывные и импульсные программы. Программы управления при маневре. Импульсные программы управления. Особенности сближения. Оптимальные программы перехвата. Посадка на Луну. Программа управления при посадке с орбиты ожидания. Вертикальная посадка.

Тема 3. Снижение в атмосфере.

Перегрузки и нагрев КА при баллистическом снижении в атмосфере, при снижении с использованием аэродинамического качества. Программа управления при снижении с круговой орбиты. Межпланетные перелеты. Метод сфер действия. Траектория с минимальным расходом топлива.

Б1.В.ДВ.05.02 Теория тяги

Элективная дисциплина.

Второй семестр, зачет

Язык реализации – русский.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:

лекции: 10 ч.

практические занятия: 16 ч.

Тематический план:

Тема 1. Теория многофазных течений продуктов сгорания ТТ.

Тема 2. Потери удельного импульса на двухфазность.

Тема 3. Потери удельного импульса на химическую неравновесность.

Тема 4. Потери удельного импульса на осаждение К-фазы.

Б1.В.ДВ.06.01 Динамика ракет-носителей космических аппаратов

Элективная дисциплина.

Третий семестр, экзамен

Язык реализации – русский.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 з.е., 180 часов, из которых:

лекции: 12 ч.

практические занятия: 14 ч.

Тематический план:

Тема 1. Динамика абсолютно жесткого объекта.

Методы анализа устойчивости невозмущенного движения.

Тема 2. Динамика объекта с отсеками, содержащими жидкость.

Краевые задачи гидродинамики для целиком и частично заполненной подвижной полости.

Тема 3. Возмущенное движение объекта с отсеками, частично заполненными жидкостью.

Вариационные методы решения краевых задач теории потенциала. Пример для сферического бака. Эквивалентность моделей «жесткой» и «плавающей» крышки. Анализ динамических свойств системы.

Тема 4. Элементы нелинейной динамики объекта.

Асимптотические подходы к обоснованию динамической схемы. Динамические свойства нелинейных колебаний жидкости в подвижном отсеке.

Б1.В.ДВ.06.02 Небесная механика

Элективная дисциплина.

Третий семестр, экзамен

Язык реализации – русский.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 з.е., 180 часов, из которых:

лекции: 12 ч.

практические занятия: 14 ч.

Тематический план:

Тема 1. Поступательное движение по орбите и вращение вокруг центра масс. Особенности конструкции ИСЗ: корпус, панели солнечных батарей.

Тема 2. Операторы поворота.

Формула Родрига для оператора поворота вокруг заданной оси. Матрицы элементарных поворотов, углы Эйлера. Системы координат: геоцентрическая, орбитальная, выражение ориентации корпуса в орбитальной системе через углы рыскания, тангажа и крена.

Тема 3. Кинематические уравнения движения. Кватернионы. Общая теория, алгебраические и дифференциальные свойства. Поступательное орбитальное движение центра масс ИСЗ. Возмущенное движение. Уравнения для оскулирующих элементов.

Б1.В.ДВ.07.01 Основы проектирования легкогазовых установок

Элективная дисциплина.

Второй семестр, зачет

Язык реализации – русский.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:

лекции: 10 ч.

практические занятия: 14 ч.

Тематический план:

Тема 1. Понятие о легкогазовых баллистических установках ЛГУ. Классификация. Основные характеристики. Баллистические возможности.

Тема 2. Основные математические модели описания течения внутриканальной среды в ЛГУ.

Тема 3. Математические модели описания движения материала деформируемого поршня.

Тема 4. Математическая модель для решения задачи прогрева стенок канала ствола ЛГУ с

возможной термической эрозией и абляцией материала стенок.

Тема 5. Численные методы решения задач газовой динамики и тепловой задачи, применяемые при моделировании процесса метания из ЛГУ.

Тема 6. Программный комплекс для описания процесса метания из ЛГУ.

Тема 7. Алгоритмы численного определения баллистических возможностей ЛГУ.

Тема 8. Алгоритмы баллистического проектирования ЛГУ.

Б1.В.ДВ.07.02 Баллистика и навигация космических аппаратов

Элективная дисциплина.

Второй семестр, зачет

Язык реализации – русский.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:

лекции: 10 ч.

практические занятия: 14 ч.

Тематический план:

Тема 1. Исторический обзор развития отечественной космической техники и космической техники США.

Задачи выведения на орбиту. Траектория выведения на орбиту.

Тема 2. Задачи управления ориентацией и движением космических аппаратов.

Основные системы координат в задачах управления. Управляемое вращательное движение. Внешние возмущающие моменты.

Тема 3. Методы и инструменты астрономической навигации.

Среднеорбитальные спутниковые навигационные системы. Дифференциальная навигация. Применение навигационных систем.

Б2.О.01.01(У) Научно-исследовательская работа

Вид: учебная.

Тип: Научно-исследовательская работа.

Практика обязательная для изучения.

Первый семестр, зачет с оценкой

Практика проводится на базе ТГУ или на базе профильной организации (ФГУП «Крыловский государственный научный центр», АО «Морское подводное оружие «Гидроприбор», АО «Центральный НИИ «Буревестник», ГК «Калашников», АО «НПО Специальных материалов», АО «Концерн «Океанприбор», АО «НПО «Прибор», ВНИИ ТФ г.Снежинск, ВНИИ ЭФ г. Саров, АО «ЦКБ морской техники «Рубин», АО «Санкт-Петербургское морское бюро машиностроения «Малахит», ФГУП «ГОСНИИХП», АО «КБ приборостроения им. академика А. Г. Шипунова», АО «Конструкторское бюро «Арсенал» имени М.В. Фрунзе», АО «Всероссийский НИИ Транспортного Машиностроения», АО «Центральный НИИ точного машиностроения», НИ машиностроительный институт).

Способы проведения: стационарная или выездная (планируемые места проведения: ФГУП «Крыловский государственный научный центр», АО «Морское подводное оружие «Гидроприбор», АО «Центральный НИИ «Буревестник», ГК «Калашников», АО «НПО Специальных материалов», АО «Концерн «Океанприбор», АО «НПО «Прибор», ВНИИ ТФ г.Снежинск, ВНИИ ЭФ г. Саров, АО «ЦКБ морской техники «Рубин», АО «Санкт-Петербургское морское бюро машиностроения «Малахит», ФГУП «ГОСНИИХП», АО «КБ приборостроения им. академика А. Г. Шипунова», АО «Конструкторское бюро «Арсенал» имени М.В. Фрунзе», АО «Всероссийский НИИ Транспортного Машиностроения», АО «Центральный НИИ точного машиностроения», НИ машиностроительный институт).

Форма проведения: путем чередования с реализацией иных компонентов ОПОП в соответствии с календарным графиком и учебным планом.

Общая трудоемкость практики составляет 6 з.е., 216 ч.

Продолжительность практики составляет 4 нед.

Б2.О.02.01(П) Научно-исследовательская работа

Вид: производственная.

Тип: Научно-исследовательская работа.

Практика обязательная для изучения.

Второй семестр, зачет с оценкой

Третий семестр, зачет с оценкой

Практика проводится на базе ТГУ или на базе профильной организации (ФГУП «Крыловский государственный научный центр», АО «Морское подводное оружие «Гидроприбор», АО «Центральный НИИ «Буревестник», ГК «Калашников», АО «НПО Специальных материалов», АО «Концерн «Океанприбор», АО «НПО «Прибор», ВНИИ ТФ г.Снежинск, ВНИИ ЭФ г. Саров, АО «ЦКБ морской техники «Рубин», АО «Санкт-Петербургское морское бюро машиностроения «Малахит», ФГУП «ГОСНИИХП», АО «КБ приборостроения им. академика А. Г. Шипунова», АО «Конструкторское бюро «Арсенал» имени М.В. Фрунзе», АО «Всероссийский НИИ Транспортного Машиностроения», АО «Центральный НИИ точного машиностроения», НИ машиностроительный институт).

Способы проведения: стационарная или выездная (планируемые места проведения: ФГУП «Крыловский государственный научный центр», АО «Морское подводное оружие «Гидроприбор», АО «Центральный НИИ «Буревестник», ГК «Калашников», АО «НПО

Специальных материалов», АО «Концерн «Океанприбор», АО «НПО «Прибор», ВНИИ ТФ г.Снежинск, ВНИИ ЭФ г. Саров, АО «ЦКБ морской техники «Рубин», АО «Санкт-Петербургское морское бюро машиностроения «Малахит», ФГУП «ГОСНИИХП», АО «КБ приборостроения им. академика А. Г. Шипунова», АО «Конструкторское бюро «Арсенал» имени М.В. Фрунзе», АО «Всероссийский НИИ Транспортного Машиностроения», АО «Центральный НИИ точного машиностроения», НИ машиностроительный институт).

Форма проведения: путем чередования с реализацией иных компонентов ОПОП в соответствии с календарным графиком и учебным планом.

Общая трудоемкость практики составляет 18 з.е., 648 ч.

Продолжительность практики составляет 12 нед.

Б2.О.02.02(П) Преддипломная практика

Вид: производственная.

Тип: Преддипломная практика.

Практика обязательная для изучения.

Четвертый семестр, зачет с оценкой

Практика проводится на базе ТГУ или на базе профильной организации (ФГУП «Крыловский государственный научный центр», АО «Морское подводное оружие «Гидроприбор», АО «Центральный НИИ «Буревестник», ГК «Калашников», АО «НПО Специальных материалов», АО «Концерн «Океанприбор», АО «НПО «Прибор», ВНИИ ТФ г.Снежинск, ВНИИ ЭФ г. Саров, АО «ЦКБ морской техники «Рубин», АО «Санкт-Петербургское морское бюро машиностроения «Малахит», ФГУП «ГОСНИИХП», АО «КБ приборостроения им. академика А. Г. Шипунова», АО «Конструкторское бюро «Арсенал» имени М.В. Фрунзе», АО «Всероссийский НИИ Транспортного Машиностроения», АО «Центральный НИИ точного машиностроения», НИ машиностроительный институт)

Способы проведения: стационарная или выездная (планируемые места проведения: ФГУП «Крыловский государственный научный центр», АО «Морское подводное оружие «Гидроприбор», АО «Центральный НИИ «Буревестник», ГК «Калашников», АО «НПО Специальных материалов», АО «Концерн «Океанприбор», АО «НПО «Прибор», ВНИИ ТФ г.Снежинск, ВНИИ ЭФ г. Саров, АО «ЦКБ морской техники «Рубин», АО «Санкт-Петербургское морское бюро машиностроения «Малахит», ФГУП «ГОСНИИХП», АО «КБ приборостроения им. академика А. Г. Шипунова», АО «Конструкторское бюро «Арсенал» имени М.В. Фрунзе», АО «Всероссийский НИИ Транспортного Машиностроения», АО «Центральный НИИ точного машиностроения», НИ машиностроительный институт).

Форма проведения: путем чередования с реализацией иных компонентов ОПОП в соответствии с календарным графиком и учебным планом.

Общая трудоемкость практики составляет 21 з.е., 756 ч.

Продолжительность практики составляет 14 нед.