

Государственная корпорация по космической деятельности
"РОСКОСМОС"

Федеральное государственное унитарное предприятие
«Центральный научно-исследовательский институт
машиностроения»
(ФГУП ЦНИИмаш)

УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
ФГУП ЦНИИмаш,
Кандидат технических наук,
 С.В. Коблов
2019 г.



**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ В
АСПИРАНТУРУ
НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ**

24.06.01 Авиационная и ракетно-космическая техника

Направленность/профиль 05.07.09

Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов

Королев, 2019

Введение

В основу настоящей программы положены следующие фундаментальные дисциплины: теоретическая механика, небесная механика, теория поля, теория устойчивости, управление в технических системах, теория вероятности и математическая статистика, теория оптимальных систем, системный анализ.

Программа использует элементы программы кандидатского минимума, разработанной экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства образования Российской Федерации по авиационно-космической и ракетной технике при участии МАИ (ТУ) им. С. Орджоникидзе и МГТУ им. Н.Э. Баумана, ЦНИИ машиностроения и ЦАГИ им. Н.Е. Жуковского. Программа подготовлена д.т.н., профессором Почукаевым В.Н.

1. Общие положения и принципы динамики полета и управления движением летательных аппаратов

1.1. Исходные понятия и определения.

Объект исследования и его математическая модель. Состояние баллистического и управляемого ЛА. Параметры управления. Возмущающие воздействия. Устойчивость, управляемость, наблюдаемость. Качество управления и показатели качества.

1.2. Основные принципы исследования баллистического и управляемого полета.

Принцип обратной связи. Принципы управления начальным, текущим и конечным состоянием. Принцип декомпозиции движений. Принцип независимого (автономного) управления. Принцип сбалансированного движения. Принцип оптимальности.

1.3. Системы координат и углы, определяющие положение ЛА в пространстве.

Общая характеристика систем координат. Определение взаимной ориентации систем координат. Координатные преобразования.

2. Внешние условия полета

2.1. Влияние поля тяготения Земли и ее вращения на движение ЛА.

Потенциал силы земного тяготения, форма и размеры Земли. Потенциал силы тяжести. Влияние вращения Земли на полет ракет и снарядов.

3. Силы и моменты, действующие на ЛА в полете

3.1. Аэродинамические силы и моменты.

Вектор аэродинамического сопротивления и обусловленный им момент. Составляющие полной аэродинамической силы и полного аэродинамического момента. Приведение аэродинамических сил и моментов к эталонным (типовым) функциям.

3.2. Сила тяги, сила тяжести, дополнительные и управляющие силы и моменты.

Реактивная сила. Сила тяги. Эксцентриситет и перекосящий момент силы тяги. Сила тяжести и ее проекции. Дополнительные силы и моменты. Газодинамические и аэродинамические управляющие силы и моменты. Механизм действия их на изменение траекторий движения ЛА.

4. Теоретические основы составления математических моделей движения ЛА

4.1. Классификация и формы представления математических моделей.

Принципы составления уравнений движения. Летательный аппарат как динамическая система. Возможные виды математических моделей. Уравнение Мещерского. Основные теоремы динамики тел переменной и постоянной масс, принцип затвердевания.

4.2. Дифференциальные уравнения движения.

Уравнения пространственного движения ЛА на активном участке траектории. Уравнения свободного движения ЛА постоянной массы в плотных слоях атмосферы. Уравнения продольного и бокового движения ЛА в центральном гравитационном поле. Уравнения движения ЛА в плоскопараллельном гравитационном поле. Уравнения наведения.

Уравнения, описывающие свободное движение центра масс ЛА без учета сопротивления внешней среды.

5. Исследование математических моделей движения ЛА. Методы решения задач баллистики и динамики полета

5.1. Устойчивость движения ЛА.

Общие понятия об устойчивости движения.

Первый метод Ляпунова. Устойчивость по первому приближению. Второй метод Ляпунова. Техническая устойчивость.

5.2. Численное интегрирование уравнений движения ЛА.

Методы численного интегрирования и их применение при решении задач динамики полета. Точность расчетов и выбор шага интегрирования. Программное обеспечение численных расчетов.

5.3. Оптимизационные задачи баллистики.

Двухточечные краевые задачи. Обратные задачи баллистики.

5.4. Исследование углового движения.

Стабилизация углового движения. Методы стабилизации. Движение ЛА при входе в атмосферу. Качественный анализ углового движения ЛА при входе и движении в атмосфере.

5.5. Орбитальное движение и баллистико-навигационное обеспечение полета КА.

Расчет параметров невозмущенного орбитального движения. Определение орбиты по данным внешнетраекторных измерений. Прогнозирование движения КА. Корректирующие маневры. Маневры сближения и встреча КА на орбите. Навигационное обеспечение и автономная навигация при выполнении межорбитальных маневров. Межпланетные перелеты. Баллистическое проектирование орбитальных структур спутниковых систем.

6. Возмущенное движение ЛА. Статистическая динамика полета и определение характеристик рассеивания

6.1. Теория дифференциальной коррекции («теория поправок») и расчет возмущенных траекторий.

Общая характеристика возмущений и возмущенного движения. Методы определения

баллистических производных. Методы определения полных (изофункциональных) отклонений параметров движения.

6.2. Орбитальное возмущенное движение.

Задача n -тел и методы ее решения. Ограниченная задача трех тел. Гравитационные сферы. Метод оскулирующих элементов. Возмущения, вызываемые нецентральностью поля тяготения Земли, сопротивлением атмосферы, давлением солнечного света. Влияние начальных возмущений на движение искусственного спутника Земли по круговой орбите. Время существования КА на орбите.

6.3. Методы статистической динамики полета, рассеивание ЛА.

Методы априорного статистического анализа движения ЛА. Определение характеристик рассеивания методами статистических испытаний.

Основная литература

- Аппазов Р.Ф., Лавров С.С., Мишин В.П. Баллистика управляемых ракет дальнего действия. М.: Наука, 1966.
- Баллистика и навигация ракет: Учебник для вузов / А.А. Дмитриевский, Н.М. Иванов, Л.Н. Лысенко и др. М: Машиностроение, 1985.
- Иванов Н.М., Лысенко Л.Н., Дмитриевский А.А. Баллистика и навигация космических аппаратов: Учебник для вузов. М.: Машиностроение, 1986.
- Дмитриевский А.А., Лысенко Л.Н., Богодистов С.С. Внешняя баллистика: Учебник для вузов. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1991.
- Расчет и анализ движения летательных аппаратов / С.А. Горбатенко и др. М.: Машиностроение, 1971.
- Иванов Н.М., Мартынов А.И. Движение космических летательных аппаратов в атмосферах планет. М.: Наука, 1985.
- Иванов Н.М., Лысенко Л.Н. Баллистика и навигация космических аппаратов (3-е издание), Москва, издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016, 528 с.
- Ишлинский А.Ю. Инерциальное управление баллистических ракет. М.: Наука, 1968.
- Кузмак Г.Е. Динамика неуправляемого движения летательных аппаратов при входе в атмосферу. М.: Наука, 1970
- Лебедев А.А., Чернобровкин Л.С. Динамика полета беспилотных летательных аппаратов. М.: Машиностроение, 1973.
- Лебедев А.А., Герасюта Н.Ф. Баллистика ракет. М.: Машиностроение, 1970. Острославский И.В., Стражева И.В. Динамика полета. М.: Машиностроение, 1969.
- Лысенко Л.Н., Бетанов В.В., Звягин Ф.В. Теоретические основы баллистико-навигационного обеспечения космических полетов, Москва, издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014, 520 с.
- Погорелов Д. А. Теория кеплеровых движений летательных аппаратов. М.: Физматгиз, 1961.
- Постников А.Г., Чуйко В.С. Высшая баллистика неуправляемых ракет и снарядов. М.: Машиностроение, 1985.
- Святодух В.К. Динамика в пространстве движения управляемых ракет. М.: Машиностроение, 1969.
- Сихарулидзе Ю.Г Баллистика летательных аппаратов. М.: Наука, 1982.
- Статистическая динамика и оптимизация управления летательных аппаратов: Учеб. пособие для вузов /А.А. Лебедев, В.Т. Бобронников, М.Н. Красильщиков, В.В. Малышев. М.: Машиностроение, 1985.
- Ярошевский В.А. Динамика неуправляемого тела в атмосфере. М.: Машиностроение, 1978.
- Брандин В. Н., Разоренов Г.Н. Определение траекторий космических аппаратов. М.: Машиностроение, 1978.
- Основы теории полета космических аппаратов / Под ред. Г.С. Нариманова, М.К.

Тихонравова. М: Машиностроение, 1972.

Охоцимский Д.Е., Голубев Ю.Ф., Сихарулидзе Ю.Г. Алгоритмы управления космическим аппаратом при входе в атмосферу. М.: Наука, 1975.

Шкадов Л. М., Буханова Р.С., Илларионов В.Ф. Механика оптимального пространственного движения летательных аппаратов в атмосфере. М.: Машиностроение, 1972.

Эльясберг П.Е. Введение в теорию полета искусственных спутников Земли. М.: Наука, 1975.

Теоретические основы управления полетом баллистических ракет и головных частей. Ч. 1. Учебник для слушателей военных академий / Под ред. Г.Н.Разоренова, М: ВА РВСН, 2001.

Критерии оценивания ответа на вступительном экзамене по специальности

«отлично» - знания глубокие, всесторонние. Ответ полный, без замечаний, продемонстрированы знания по специальной дисциплине. Логичное, последовательное изложение материала. Свободное владение и корректное использование терминов и понятий. Содержательность, смысловая и структурная завершенность высказываний. Соблюдение литературного языка, преобладание научного стиля изложения.

«хорошо» - знание материала в пределах программы. Ответ полный, с незначительными замечаниями. В целом логически корректное, но не всегда точное и аргументированное изложение ответа. Неточности в определении понятий, использование профессиональной терминологии не в полном объеме. Соблюдение норм литературного языка.

«удовлетворительно» - фрагментарные, поверхностные знания материала. Ответ не полный, с существенными замечаниями. Нарушение логики изложения. Плохое владение понятиями, редкое использование профессиональной терминологии. Слабое знакомство с рекомендованной литературой.

«неудовлетворительно» - незнание либо отрывочные представления материала. Ответ на поставленный вопрос не дан. Беспорядочное и неуверенное изложение материала. Затруднения в определении основных понятий, некорректное использование профессиональной терминологии. Неумение логически определенно и последовательно изложить ответ