

УТВЕЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
Д.А. Зубцов  
03 июня 2013 г.

## ПРОГРАММА

по дисциплине: **Динамика космического полета**

по направлению подготовки 010900 «Прикладные математика и физика»

факультет : **ФАКИ**

кафедра **теоретической механики**

курс **Ш**

семестр **5**

Трудоемкость: базовая часть – зач.ед. – 0

вариативная часть – зач.ед. – 2

дополн. за сложность – 1

лекции – 34 часа

Экзамен – нет

практические (семинарские)

занятия – нет

Зачет – 5 семестр

лабораторные занятия – нет

Самостоятельная работа – 1 час в неделю

**ВСЕГО ЧАСОВ – 34 часа**

Программу составил д.ф.-м.н., проф. М.Ю. Овчинников

Программа принята на заседании

кафедры теоретической механики

7 мая 2013 года

Заведующий кафедрой д.ф.-м.н., проф.

А.П. Иванов

1. Введение в предмет. Современные миссии и проекты.
2. Невозмущенное движение (задача двух тел) Уравнения движения. Первые интегралы движения (интеграл энергии, интеграл площадей, интеграл Лапласа). Связь между интегралами движения. Уравнение орбиты. Уравнение Кеплера. Законы Кеплера. Большая полуось как мера энергии. Элементарные маневры. Эллипс Гомана. Первая космическая (круговая) скорость. Вторая космическая (параболическая) скорость.
3. Теория возмущенного движения Задача n-тел. Десять первых интегралов, плоскость Лапласа. Планетная форма уравнений относительного движения. Пертурбационная функция. Задача трех тел. Лагранжевы и эйлеровы точки либрации, их устойчивость, практическое использование точек либрации. Ограниченная задача трех тел. Интеграл Якоби, поверхность нулевой относительной скорости, эволюция сечений поверхности нулевой скорости, межпланетные перелеты на примере миссий Земля-Луна. Грависферы. Сфера притяжения, сфера действия. Использование грависфер при конструировании межпланетных траекторий.
4. Оскулирующие элементы. Уравнения возмущенного движения в оскулирующих элементах. Приближенные уравнения при малых возмущениях.
5. Уравнения в оскулирующих элементах как инструмент исследования возмущенного движения. Торможение спутника в атмосфере Земли.
6. Влияние несферичности Земли на движение искусственного спутника. Гравитационное поле несферичной Земли. Возмущающее ускорение. Эволюция орбиты спутника в поле полярно-сжатой Земли (влияние гармоник  $J_2$ ). Эволюция орбиты экваториального спутника, прецессия наклоненной орбиты, связь с теорией гироскопа, практическое использование эволюции орбиты. Солнечно-синхронная орбита для систем наблюдения Земли из космоса, высокоапогейные орбиты спутников типа «Молния». Геоостационарный спутник. Влияние экваториального сжатия Земли на положение точек стояния геоостационарных спутников.
7. Основы теории маневрирования КА. Характеристическая скорость. Маневры изменения ориентации плоскости орбиты (наклонение и аргумент восходящего узла). Оптимальное положение точки приложения импульса. Маневр в плоскости орбиты. Изменение периода обращения КА по орбите. «Цена» маневра.
8. Групповые полеты (Formation Flying) и созвездия (Constellation) спутников. Принципы построения. Сближение и стыковка на орбите. Уравнения относительного движения в орбитальной системе коор-

- динат. Интегрирование уравнений движения. Влияние возмущений на относительное движение спутников. Примеры миссий.
9. Коррекция межпланетных траекторий. Движение КА в окрестности планеты назначения. Картинная плоскость. Гелиоцентрический участок номинальной траектории КА. Эллипсоид влияния. Матрица маневра. Свойства коррекции. Нуль-направление. Плоскость оптимальной коррекции. Двухпараметрическая коррекция. Об оптимальном положении точки коррекции на траектории. Вырождение матрицы маневра.
  10. Гравитационные маневры. Прицельная дальность. Изменение наклона плоскости гелиоцентрической орбиты. Использование гравитационных маневров в современных межпланетных миссиях.
  11. Классификация систем ориентации. Моменты, действующие на КА, и их использование для управления ориентацией. Движение КА в гравитационном поле. Положения равновесия. Движение КА в магнитном поле. Управление движением малых спутников относительно центра масс с использованием токовых катушек и маховиков.
  12. Использование асимптотических методов для приближенного решения задач небесной механики. Метод Ван-дер-Поля.

### Литература

1. Раушенбах Б.В., Овчинников М.Ю.. Лекции по динамике космического полета. М.: МФТИ, 1997.
2. Rauschenbach B.V., Ovchinnikov M.Yu., McKenna Lawlor S., Essential Spaceflight Dynamics and Magnetospherics. Kluwer & Microcosm Publ, 2003. 416 p.
3. Мирер С.А. Механика космического полета. Орбитальное движение. М: Резолит, 2007. 270 с.
4. Белецкий В.В.. Очерки о движении космических тел. 3-е изд. испр. и доп. М.: Наука, 2009. 432 с.
5. Дубошин Г.Н. Небесная механика. Основные задачи и методы. М.: Наука, 1968.
6. Маркеев А.П.. Точки либрации в небесной механике и космодинамике. М.: Наука, 1978. 312 с. (Статья в Соросовском журнале <http://www.pereplet.ru/obrazovanie/stsoros/852.html>)
7. Охоцимский Д.Е., Сихарулидзе Ю.Г.. Основы механики космического полета. М.: Наука, 1990.
8. Иванов Н.М., Лысенко Л.Н. Баллистика и навигация космических аппаратов: учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. И доп. – М.: Дрофа, 2004. – 544 с.

9. Аппазов Р.Ф, Сытин О.Г.. Методы проектирования траекторий носителей и спутников Земли. М.: Наука, 1987.
10. Механика космического полета авт. М.С. Константинов, Е.Ф. Каменков, Б.П. Перельгин, В.К. Безвербый: / Под ред. В.П. Мишина. – М.: Машиностроение, 1989.
11. Моисеев Н.Н.. Асимптотические методы нелинейной механики. М.: Наука, 1969.
12. Battin R.H. An Introduction to the Mathematics and Methods of Astrodynamics, AIAA Inc. Publ. 1999.
13. Vallado D.A. Fundamentals of Astrodynamics and Applications. Second ed. Kluwer & Microcosm Publ. 2001. – 958 p.
14. Wertz J.R., Spacecraft Attitude Determination and Control. Netherlands Kluwer Academic Publ., 1980.
15. Препринты Института прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН (<http://www.keldysh.ru/e-biblio/>), журналы Космические исследования, Acta Astronautica, Journal of Guidance, Control, and Dynamics.

Усл. печ. л. 0.25. Тираж 145 экз.