

Емельянов Николай Владимирович

«Практическая небесная механика»

План спецкурса

Лекция 1

Основные понятия практической небесной механики. Механическая модель. Наблюдения. Параметры. Координаты. Время. Концепция практической небесной механики.

Лекция 2

Измеряемая величина. Определяемые параметры. Связь измеряемой величины с координатами. Связь координат с параметрами движения. Условные уравнения. Алгоритмы фильтрации. Линейные условные уравнения. Метод наименьших квадратов (МНК). Принцип построения нормальных уравнений.

Лекция 3.

Формулы связи коэффициентов условных уравнений и коэффициентов нормальных уравнений. Условия, налагаемые на суммарные ошибки, необходимые для справедливости МНК. Необходимая априорная информация о суммарных ошибках. Гипотезы, принимаемые на практике о суммарных ошибках. Построение ковариационной матрицы ошибок уточняемых параметров. Погрешность оценок параметров по МНК. Плохая обусловленность матрицы нормальных уравнений.

Лекция 4.

Конкретные формулы связей измеряемых величин и координат небесного тела и параметры условий наблюдений в различных случаях. Использование каталожных координат звезд. Результаты космической обсерватории Gaia.

Учет светового времени при наблюдениях планет и спутников планет. Причины ограничения точности наблюдений небесных тел.

Лекция 5.

Взаимные покрытия и затмения спутников планет. Фотометрические модели явлений. Составление условных уравнений для получения астрометрических координат спутников из фотометрии во время взаимных явлений.

Лекция 6.

Общая задача построения условных уравнений. Методы вычислений производных от координат по уточняемым параметрам в случае кеплеровой промежуточной орбиты и в случае численного интегрирования уравнений движения. Дифференциальные уравнения для изохронных производных при уточнении начальных условий движения и при уточнении массы возмущающего тела.

Лекция 7.

Разложение силовой функции притяжения несферичной планеты, как функции от координат спутника, по сферическим и шаровым функциям. Свойства коэффициентов разложения в различных случаях симметрии притягивающего тела. Случай спутника Земли.

Лекция 8.

Разложение силовой функции притяжения несферичной планеты, как функции от элементов кеплеровой орбиты. Функции наклона и функции эксцентриситета. Свойства этих специальных функций. Способы их вычисления. Вековые возмущения элементов орбит, обусловленные второй зональной гармоникой.

Лекция 9.

Разложение возмущающей функции, обусловленной притяжением внешнего тела (без вывода). Общий вид разложения через элементы кеплеровой орбиты спутника и координаты возмущающего тела. Эффект Лидова-Козаи.

Лекция 10.

Возмущающие факторы в движении ИСЗ. Характер и классификация возмущений гравитационной природы. Случай возмущений ИСЗ от Луны. Ряды Хилла-Брауна для координат Луны. Использование рядов Хилла-Брауна в разложении возмущающей функции.

Лекция 11.

Возмущения негравитационной природы в движении ИСЗ. Световое давление. Сопротивление атмосферы. Зависимость плотности атмосферы от высоты спутника. Формулы для вековых возмущений элементов орбиты ИСЗ, обусловленных сопротивлением атмосферы.

Лекция 12.

Обзор динамических параметров и задач динамики тел Солнечной системы. Параметры, характеризующие расстояния. Размеры тел Солнечной системы. Соотношения различных возмущающих факторов.

Лекция 13.

Спутниковая геодинамика. Спутниковые навигационные системы. Эксплуатация точек либрации в Солнечной системе.

Лекция 14.

Близкие, главные и далекие спутники планет. Практические проблемы изучения динамики спутников планет. Особенности изучения динамики системы Плутон-Харон. Классификация малых тел Солнечной системы. Особенности моделирования движения комет. Способы изучения динамики тел Солнечной системы с помощью межпланетных космических аппаратов.

Лекция 15.

Способы хранения планетных эфемерид и обеспечения доступа к ним. Существующие реализации моделей движения планет, астероидов, спутников планет.

Лекция 16.

Эфемериды. Планетные теории в прошлом и в настоящем. Характеристики планетных эфемерид DEXXX/LEXXX, INPOPXX, EPM. Функции всемирной службы Центр Малых Планет. Эфемеридные службы спутников планет.

Лекция 17.

Актуальные нерешенные задачи практической небесной механики. Проблемы хаотического вращения некоторых малых тел Солнечной системы. Проблемы детектирования диссипации механической энергии орбитального движения и вращения малых тел Солнечной системы. Связь динамики тел Солнечной системы с планетологией. Проблема эволюции орбит в Солнечной системе. Связь вращательно-поступательного движения Земли с геологией и биосферой. Загадки динамики Солнечной системы.