

Методы определения орбит

*Лектор: к.ф.-м.н., доцент Ширмин Геннадий Иванович
(кафедра небесной механики, астрометрии и гравиметрии физического факультета МГУ)*

Код курса:	
Статус:	обязательный
Аудитория:	специальный
Семестр:	7
Трудоёмкость:	2 з.е.
Лекций:	36 часов
Семинаров:	
Практ. занятий:	
Отчётность:	экзамен
Начальные компетенции:	С-ОНК-1, С-ОНК-4, С-ОНК-5, С-ОНК-6
Приобретаемые компетенции:	С-СК-3, С-ИК-3, С-ПК-1, С-ПК-2, С-ПК-4

Аннотация курса

(В лекционном курсе наряду с историей проблемы прогнозирования движений небесных светил излагаются основные методы определения орбит из астрономических наблюдений: метод Лагранжа-Гаусса, метод Лапласа, метод Ольберса – составляющие основу классической эфемеридной астрономии.)

В рамках данного курса лекций слушатели знакомятся с постановкой задачи определения орбит небесных объектов и с основными классическими методами решения этой задачи в теоретической астрономии.

В настоящем лекционном курсе наряду с историей проблемы прогнозирования движений “небесных светил” излагаются основные методы определения орбит по данным астрономических наблюдений: метод Лагранжа-Гаусса, метод Ольберса, метод Лапласа, составляющие базу классической эфемеридной астрономии.

Уделяется внимание методам улучшения орбит и высокоточного прогнозирования движений небесных объектов.

Рассматриваются также классические методы вычисления эфемерид небесных тел.

Образовательные технологии

Логическая и содержательно-методическая взаимосвязь с другими частями ООП

Курс является теоретической основой для лекционных курсов по небесной механике и астродинамике, а также является базой для всех астрономических курсов, в которых изучаются движения небесных объектов, и прежде всего, для эфемеридной астрономии и механики звездных движений.

Дисциплины и практики, для которых освоение данного курса необходимо как предшествующего

Специальный практикум по небесной механике, а также дисциплины по специализациям “астрометрия” и “небесная механика”.

Основные учебные пособия, обеспечивающие курс

1. Лукьянов Л.Г., Ширмин Г.И. Лекции по небесной механике. Учебное пособие для высших учебных заведений. Алматы: “Эверо”, 2009. 277 с.
2. Субботин М.Ф. Введение в теоретическую астрономию, Москва: “Наука”, 1968, 800 с.
3. Дубяго А.Д. Определение орбит. Москва- Ленинград: “Гостехиздат”, 1949, 444 с.
4. Эскобал, Педро. Методы определения орбит. Перевод с

английского. Москва: “Мир”, 1970, 470 с.

Дубошин Г.Н. Небесная механика. Основные задачи и методы. Учебник для студентов университетов, обучающихся по специальности "Астрономия". Издание 3-е, дополненное. М: Наука, 1975 . 800 с.

Основные учебно-методические работы, обеспечивающие курс

Список учебников и монографий представлен на сайте ГАИШ:
http://www.sai.msu.ru/neb/rw/cm_monog.htm

Основные научные статьи, обеспечивающие курс

1. Лукьянов Л.Г. О законе сохранения энергии в ограниченной эллиптической задаче трех тел. *Астрономический журнал*, т.82, № 12, с. 1137-1147, 2005.
2. Лукьянов Л.Г., Ширмин Г.И. Поверхности Зундмана и устойчивость по Хиллу в задаче трех тел. *Письма в Астрономический журнал*, т. 33, № 8, с. 618-630, 2007.

Контроль успеваемости

Промежуточная аттестация проводится на 8 неделе в форме коллоквиума с оценкой. Критерии формирования оценки – уровень знаний пройденной части курса.

Текущая аттестация проводится еженедельно. Критерии формирования оценки – посещаемость занятий, активность студентов на лекциях, а также уровень подготовки к лекциям.

Программа курса по неделям освоения

Исторический очерк развития теоретической астрономии. Проблема прогнозирования движений “небесных светил”. Задача двух тел. Общий интеграл уравнений невозмущенного движения. Кеплеровы элементы орбиты. Аналитическое решение задачи двух тел в форме рядов (Коши-Пуанкаре) по степеням времени (1 - 2 недели).

Выражения для отношений площадей треугольников в форме разложений в ряды по степеням времени. Программа поэтапного решения задачи определения предварительной орбиты (по Леонарду Эйлеру). Метод Лагранжа-Гаусса определения орбиты по трем наблюдениям. Итерационная процедура решения уравнений для нахождения геоцентрических расстояний объекта (по Карлу Гауссу). Вычисление геоцентрических расстояний в первом приближении. Формулы Энке для отношений площадей треугольников (3 – 5 недели).

Метод Гаусса определения фокального параметра орбиты из краевых условий невозмущенного движения “светила”. Гауссовы уравнения для отношения площадей сектора и треугольника и их решение методом итераций. Способ Ганзена решения кубического уравнения Гаусса разложением в цепную дробь (6 – 8 недели).

Уточнение геоцентрических расстояний во втором приближении. Формулы Гиббса для отношений площадей треугольников и оценка их точности. Формулы Гаусса для отношений площадей треугольников. Уточнение геоцентрических расстояний в третьем и последующих приближениях итерациями по величинам отношений площадей треугольников. Система уравнений Лагранжа для геоцентрического и гелиоцентрического расстояний объекта в среднем наблюдении. Итерационные способы решения системы уравнений Лагранжа. Определение элементов эллиптической орбиты по методу Лагранжа-Гаусса. Условия единственности решения задачи определения орбиты по трем наблюдениям. Критерий Оппольцера. Границы применимости метода Лагранжа-Гаусса (9 – 12 недели).

Алгоритм Лагранжа-Гаусса определения предварительной орбиты малой планеты по

трем наблюдениям: сводка формул и порядок вычислений (13- 14 недели).

Основные соотношения невозмущенного параболического движения. Теорема Эйлера о времени пролета по параболической дуге. Формулы Оппольцера для отношений площадей треугольников. Метод Ольберса определения параболической орбиты кометы (15–16 недели).

Метод Лапласа определения предварительной орбиты небесного объекта. Отличительные особенности методов Лапласа и Лагранжа-Гаусса. Очерк метода Лапласа: последовательность выполнения операций в методе Лапласа. Основные уравнения для определения геоцентрического расстояния и его производных по времени. Условия единственности решения задачи определения орбиты по методу Лапласа (17 – 18 недели).