

Основы механики звездных движений

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

Код курса:	
Статус:	по выбору
Аудитория:	Специальный
Семестр:	9
Трудоёмкость:	2 з.е.
Лекций:	36 часов
Семинаров:	Нет
Практ. занятий:	Нет
Отчётность:	Экзамен /зачет (по выбору слушателя)
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 содержатся базовые знания о движениях звезд и их систем. В рамках курса слушатели знакомятся с основными моделями классической небесной механики, а также с количественными (аналитическими и численными) и качественными методами, используемыми при исследовании задач звездной динамики. Излагаются основные принципы и теоремы механики звездных движений как совокупности результатов приложения “микроскопического” подхода теории динамических систем к звездно-астрономическим задачам.

Излагаются методы построения небесно-механических моделей звездных движений и результаты приложения их к реальным космическим системам (со звездным населением).

Образовательные технологии

Логическая и содержательно-методическая взаимосвязь с другими частями ООП

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

Основные учебные пособия, обеспечивающие курс

Курс представляет совокупность приложений методов классической небесной механики к задачам о движениях звезд и звездных систем. Играет роль введения в динамику звездных систем и может использоваться в качестве введения в общий курс звездной астрономии.

Научно-исследовательская работа по таким астрономическим дисциплинам как “небесная механика”, “астрометрия”, “звездная динамика”, “динамическая космогония”.

1. Лукьянов Л.Г., Ширмин Г.И. Лекции по небесной механике. Учебное пособие для высших учебных заведений. Алматы: “Эверо”, 2009. 277 с.
2. 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.
3. Субботин М.Ф. Введение в теоретическую астрономию. Москва: “Наука”, 1968, 800 с.
4. Рой, Арчи Э. Движение по орбитам. Пер с англ., Москва: “Мир”, 1981, 544 с.
5. Мартынова А.И., Орлов В.В., Рубинов А.В., Соколов Л.Л., Никифоров И.И. Динамика тройных систем. Учебное пособие. СПб: “Изд-во С.-Петербур. ун-та”, 2010, 216 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, уровень усвоения материала.

Программа курса по неделям освоения

Объект, предмет, методы и задачи механики звездных движений. Законы классической механики и закон всемирного тяготения И.Ньютона как физические основы звездной динамики. Количественные (аналитические и численные) и качественные методы исследования звездных движений. Строение звездных систем, проблема их происхождения и динамической эволюции (Лекции 1 – 2).

Задача “N” тел в качестве основной модели механики звездных движений. Дифференциальные уравнения задачи “N” тел в абсолютных осях. Теорема Э.Нетер о связи интегралов движения со свойствами симметрии пространства и времени. Десять классических интегралов задачи “N” тел. Силовая функция Лагранжа и потенциальная энергия гравитационно-связанной системы небесных тел. Формула Лагранжа-Якоби и необходимое условие устойчивости и достаточное условие неустойчивости системы небесных тел в смысле Лагранжа (Лекции 3 – 4).

Теорема Клаузиуса о вириале в механике системы материальных точек. Теорема Пуанкаре о вириале системы гравитирующих тел. Доказательство Хильми теоремы вириала Пуанкаре. Уравнение Эддингтона и его связь с формулой Лагранжа-Якоби. Приложение теоремы вириала Пуанкаре к сферически симметричным системам небесных тел. Фриц Цвикки и проблема “скрытой массы” в скоплениях галактик (Лекции 5 – 7).

Общая задача трех тел как модель для описания движений в тройных системах: уравнения движения, первые интегралы, эйлеровы и лагранжевы точные частные решения и соответствующие им движения в тройных системах небесных тел. Классификация В.Себекея финальных движений в тройных звездных системах. Исследование динамики двойных звезд методами классической небесной механики и его значение для звездной астрономии (Лекции 8 - 9).

Задача “многих” тел. Различные способы описания строения и эволюции звездных систем: небесно-механический, статистический, гидродинамический. Сфера действия Лапласа звездной системы и вероятность тесных сближений звезд. Формула Джинса для угла поворота вектора скорости звезды. Характеристические параметры парных сближений в звездных си-

стемах. Оценки параметров тесных сближений Солнца со звездами галактического фона (Лекции 10 – 11).

Основные понятия звездной статистики: фазовая плотность звездная плотность функция распределения скоростей в звездной системе. Теорема Лиувилля о сохранении фазового объема динамической системы. Дифференциальное уравнение в частных производных первого порядка для фазовой плотности. Теорема Джинса о неизменности фазовой плотности вдоль траектории динамической системы (Лекции 12 – 13).

Вращение галактик. Вывод постоянных Оорта. Параметры движения центроида системы околосолнечных звезд в качестве характеристик вращения Млечного Пути. Угловая скорость и период вращения Нашей Галактики. Линейная скорость околосолнечного центроида в круговом движении вокруг галактического центра (Лекции 14 – 15).

Простейшая модель строения галактики “Млечный Путь” (по Оорту). Оценка полной массы Нашей Галактики по модели Оорта (Лекция 16).

Сферически-симметричные “мегакосмические” системы: галактические шаровые звездные скопления и скопления галактик: происхождение строение и эволюция. Движения звезд в шаровых звездных скоплениях (Лекции 17 -18).