

Задача трех тел

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:	8
Трудоёмкость:	2 з.е.
Лекций:	32 часа
Семинаров:	
Практ. занятий:	
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 данном курсе излагаются основные результаты исследований в рамках общей (или “неограниченной”) задачи трех тел – самой знаменитой модельной задачи классической небесной механики. В лекционном курсе содержатся базовые знания о движениях в тройных системах небесных тел. В рамках курса слушатели знакомятся: с дифференциальными уравнениями движения тройных систем небесных тел; с аналитическими, численными и качественными методами изучения движений в тройных системах; с принципами создания аналитических теорий движения систем гравитирующих небесных тел; с приложениями этих теорий к ряду конкретных задач астрономии. Большое внимание уделяется изучению предельных случаев общей задачи трех тел: ограниченной задачи трех тел и задачи Хилла.

Образовательные технологии

Логическая и содержательно-методическая взаимосвязь с другими частями ООП

Данный курс входит в число спецкурсов, составляющих теоретическую основу специализации “небесная механика”, а также может служить базой для всех астрономических курсов, в которых изучаются механические движения космических объектов (астродинамика) или в системах небесных тел (звездная динамика, динамическая космогония).

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

Научно-исследовательская работа по дисциплинам специализации “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. 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. Себехей, Виктор. ТЕОРИЯ ОРБИТ. Ограниченная задача трех тел. Перевод с английского. Москва , Наука, 1982,

656 с.

5. Маршал К. Задача трех тел. Пер. с англ., Москва - Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2004, 639 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.
3. Мартынова А.И., Орлов В.В., Рубинов А.В., Соколов Л.Л., Никифоров И.И. *Динамика тройных систем*. СПб.: "Изд-во С.-Петербур. ун-та", 2010, 216 с.

Контроль успеваемости

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

Текущая аттестация проводится еженедельно. Критерии формирования оценки – посещаемость занятий, активность студентов на лекциях, а также уровень подготовки к лекциям и степень освоения материала прочитанной части курса.

Программа курса по неделям освоени

Общая или ("неограниченная") задача трех тел: краткий исторический очерк развития как одной из главных моделей классической небесной механики. Задача "N" тел как основная модель классической небесной механики. Вывод дифференциальных уравнений задачи "N" тел. Свойства силовой функции системы гравитирующих тел как следствия симметрий ньютоновых абсолютных пространства и времени. Десять классических интегралов движения задачи "N" тел в абсолютных осях и теорема Эмми Нетер. Дифференциальные уравнения и интегралы барицентрического движения системы гравитирующих тел: вывод из принципа относительности Галилея (Лекции 1 – 2).

Астрономические приложения задачи "N" тел. Пекулярное движение Солнца относительно системы ближайших звезд. Гелиоцентрические положение и скорость барицентра Солнечной системы. Инвариантная барицентрическая плоскость Лапласа. Вывод формулы Лагранжа-Якоби системы гравитирующих тел. Понятие об устойчивости в смысле Лагранжа-Якоби системы небесных тел. Необходимые условия устойчивости и достаточный критерий неустойчивости гравитационно связанной звездной системы (Лекции 3 – 4).

Дифференциальные уравнения задачи "N" тел в первой относительной системе координат. Возмущающая функция и ее свойства. Гелиоцентрические положение и скорость центра масс Солнечной системы (Лекция 5).

Задача трех тел: дифференциальные уравнения и интегралы абсолютного движения; дифференциальные уравнения и интегралы в первой относительной системе координат; уравнения движения и интегралы системы трех тел во второй относительной (якобиевой) системе координат. Гамильтонова форма дифференциальных уравнений задачи трех тел в координатах Якоби (Лекция 6).

Дифференциальные уравнения относительного движения тройной системы в цилиндрических координатах. Эйлеравы и лагранжевы частные решения общей задачи трех тел и движения, им соответствующие (Лекция 7).

Проблема интегрируемости дифференциальных уравнений тройных систем небесных тел. Теоремы Брунса Пуанкаре и Пенлеве о несуществовании аналитических интегралов, отличных от десяти классических. Отсутствие в задаче трех тел общего решения в форме квадратур. Общее аналитическое решение Зундмана в форме бесконечных рядов по степеням независимой переменной, регуляризирующей парные соударения в тройной системе. Об оценках скорости сходимости рядов Зундмана и причинах отсутствия астрономических приложений этих рядов (Лекции 8 – 10).

Различные модификации классической задачи трех тел. Ограниченная задача трех тел как предельный случай общей (неограниченной) задачи трех тел и ее модификации: гиперболическая, параболическая, эллиптическая, круговая и их прямолинейные вырождения. Дифференциальные уравнения ограниченной задачи трех тел в неподвижных осях. Вывод дифференциальных уравнений ограниченной задачи во вращающихся осях (в форме уравнений Лагранжа 2-го рода). Вывод дифференциальных уравнений любой ограниченной задачи трех тел в переменных Нехвила. Точки либрации ограниченной задачи трех тел (Лекции 11 – 12).

Вывод дифференциальных уравнений круговой ограниченной задачи трех тел из уравнений Нехвила для эллиптической задачи. Интеграл Якоби и точки либрации. Поверхности нулевой относительной скорости и области возможных движений пассивно гравитирующей массы. Астрономические приложения ограниченной круговой задачи трех тел: критерий Тиссерана в кометной астрономии, условие устойчивости спутниковых движений по Хиллу, полости Роша в астрофизике тесных двойных звездных систем (Лекции 13 – 14).

Задача Хилла как второй предельный вариант общей задачи трех тел. Частное периодическое решение задачи Хилла в качестве промежуточной орбиты в аналитической теории движения Луны Хилла-Брауна (Лекция 15).

Классическая задача двух неподвижных центров Л.Эйлера: дифференциальные уравнения, первые интегралы и общее решение в эллиптических квадратурах. Обобщенная задача двух неподвижных центров и ее астрономические приложения (Лекция 16).