

В 2012/13 уч.г. на заседаниях семинара

**“Динамика относительного движения”**

(руководители:

**чл.-корр. РАН, проф. В.В. Белецкий, проф. Ю.Ф. Голубев, доц. К.Е. Якимова, доц. Е.В. Мелкумова)**

были сделаны следующие доклады:

24.09.2012 **В.В. Белецкий, А.В.Родников.** *Точки либрации Обобщенной ограниченной круговой задачи трех тел в случае мнимого расстояния между притягивающими центрами.*

Изучаются существование и эволюция стационарных движений материальной точки в окрестности прецессирующего динамически симметричного твердого тела, гравитационное поле которого, по аналогии с подходом из [1], моделируется как поле тяготения двух материальных точек равных действительных масс, находящихся на мнимом расстоянии. Уравнения движения такой материальной точки являются вариантом уравнений движения Обобщенной ограниченной круговой задачи трех тел [2]. Устанавливается, что количество компланарных точек либрации (КТЛ), т.е. относительных положений равновесия материальной точки в плоскости, образуемой осями прецессии и динамической симметрии твердого тела всегда нечетно и может быть равно 5, 7 или 9. Исследуется эволюция КТЛ при изменении параметров задачи. Кроме того, устанавливается существование двух треугольных точек либрации (ТТЛ), т.е. равновесий материальной точки на оси, проходящей через центр масс твердого тела перпендикулярно осям прецессии и динамической симметрии.

[1] Демин В.Г. Движение искусственного спутника в нецентральной поле тяготения. НИЦ "Регулярная и хаотическая динамика", Ижевский институт компьютерных исследований, Москва-Ижевск, 2010, 420 сс.

[2] Белецкий В.В. Обобщенная ограниченная круговая задача трех тел как модель динамики двойных астероидов.// Космические исследования, 2007, т.45, № 6, сс.435-442

1.10.2012 **Проф. Ю.Ф.Голубев, доц. Е.В.Мелкумова.** *О конференции ESMC-2012 - 8th European Solid Mechanics Conference, Graz, Austria, July 9-13, 2012 и докладе "Динамика шагающего робота на шероховатом наклонном цилиндре".*

8.10.2012 **Отраднава Л.С. (науч. рук. проф. Е.И.Кугушев).** *Движение механических систем с односторонними связями при наличии трения.*

Доклад посвящен задачам о движении твердых тел, соударяющихся с шероховатыми поверхностями, в рамках модели ударного взаимодействия, учитывающей трение. Рассматривается несколько задач о движении одноордного шара: между двумя параллельными плоскостями, внутри сферы и внутри кругового цилиндра, а также плоского диска, движущегося по инерции в прямолинейном канале. Изучаются периодические режимы движения и условия выхода системы на эти режимы. Считается, что при ударе шероховатых поверхностей происходит мгновенное наложение и снятие связи, состоящей в том, что касательная составляющая скорости контактирующей точки тела равна нулю, то есть выполняется условие качения без проскальзывания

15.10.2012. **Ролдугин Д. (ИПМ им. М.В.Келдыша, науч. рук. проф. М.Ю.Овчинников)** *Исследование быстродействия и точности алгоритмов активной магнитной системы ориентации малого спутника*

22.10.2012 **Панченко А.В. (науч. рук. проф. Павловский В.Е.)** *Синтез динамической модели малого шестиногого шагающего аппарата*

29.10.2012 **С.П. Голуб (науч. рук. проф. Ю.Ф.Голубев)** *Синтез оптимального по времени управления перемещением перевернутого стержня* (по материалам кандидатской диссертации)

Рассматривается механическая система, состоящая из массивного стержня, прикрепленного шарниром к подвижной платформе. Для модели, когда возможно моментальное переключение скорости платформы, построен синтез управления наискорейшего перевода точки опоры стержня на заданное расстояние при условии, что начальное положение и угловая скорость стержня произвольны, а в конце маневра стержень вертикален и угловая скорость нулевая. В качестве функции управления взята скорость платформы, ограниченная по величине. Для модели, когда скорость платформы меняется непрерывно (платформа движется с ускорением, ограниченным по величине), найдены моменты переключения управления в задаче о переводе стержня из вертикального положения с нулевой угловой скоростью в другое вертикальное положение с нулевой угловой скоростью, при этом точка опоры должна пройти заданное расстояние. В этом случае в качестве функции управления взято ускорение платформы

12.11.2012 **О.Э.Зубелевич.** *О задаче Коши-Ковалевской.*

19.11.2012 **И.С.Ильин** (ИПМ им. М.В.Келдыша, науч. рук. проф. А.Г.Тучин) *Периодические орбиты в окрестности точки  $L_2$  системы Солнце-Земля.*

26.11.2012 **Влахова А.В.** *О реализации связей в динамике систем с качением.*

Обсуждаются границы применимости неголономных моделей динамических систем с проскальзывающими элементами и предлагаются подходы к описанию этих систем неклассическими моделями. Показано, что предельный переход к бесконечной жесткости контактных сил (нулевым значениям скоростей проскальзывания) может приводить как к классическим неголономным, так и к неклассическим системам с первичными связями Дирака. Многообразие, определяемое первичными связями, в общем случае не близко к многообразию, задаваемому условиями непроскальзывания. С использованием полученных результатов проводится моделирование качения автомобильных и железнодорожных экипажей.

10.12.2012 **Э.М.Красинская** (МГТУ), **А.Я.Красинский** (МГУПП). *Об устойчивости и стабилизации установившихся движений систем с избыточными координатами* (аннотацию см. на <http://www.bmstu.ru/ps/~rodnikov/fileman/ls/> в папке “Архив семинара Динамика относительного движения”)

11.02.2013 **С.Л. Крутиков** (НУЦ «Робототехника» МГТУ им. Н.Э. Баумана) *Базовые инерционные параметры и их применение в задачах управления манипуляционными роботами.* (по материалам кандидатской диссертации)

Использование масс-инерционных параметров исполнительных механизмов роботов-манипуляторов (манипуляционных механизмов) в алгоритмах динамического управления. Минимизация вычислений в online-расчетах. Задача идентификации масс-инерционных параметров. Проблема идентифицируемости. Неоднозначность описания динамики манипуляционных механизмов с помощью «обычных» масс-инерционных параметров. Базовые инерционные параметры как способ разрешения неоднозначности. Формализация понятия базовых инерционных параметров и некоторые их свойства. Методы поиска базовых инерционных параметров: сравнительный анализ. Предлагаемый метод (метод проекций). Алгоритм реализации метода проекций и пути повышения его быстродействия. Примеры применения метода проекций. Способы получения уравнений движения и идентификационных моделей манипуляционных механизмов в терминах

базовых инерционных параметров. Идентификация базовых параметров математической модели робота PUMA 560

18.02.13 **А. Забегаев.** *Модификация фильтра Калмана для работы в системах с ограниченными ресурсами*

25.02.13 **М. Ширококов** (ИПМ им. М.В.Келдыша РАН, **науч. рук. проф. Овчинников М.Ю.**) *Метод виртуальных траекторий для проектирования межпланетных миссий с гравитационными маневрами*

Предлагается оригинальный подход к решению задачи проектирования межпланетных перелетов, включающих несколько гравитационных маневров. В основе этого подхода лежит разработанный авторами метод виртуальных траекторий. Суть метода состоит в построении множества траекторий, состоящих из дуг кеплеровых эллипсов, которые соединяют точки на орбитах входящих в выбранный маршрут планет. Главное преимущество метода состоит в том, что наиболее ресурсоемкий этап расчетов – построение базы виртуальных траекторий – может быть выполнен для каждого планетного маршрута один раз, после чего полученная база табулируется и используется в дальнейших вычислениях. Наложение требований по продолжительности миссии и дате старта осуществляется в процессе просеивания и итерационного уточнения базы виртуальных траекторий. Рассмотрены две модификации метода в классе задач с большой тягой: с пассивными гелиоцентрическими участками полета и активными гравитационными маневрами, а также с пассивными гравитационными маневрами и, если требуется, импульсами в глубоком космосе (дип-спейс маневрами). Приводятся результаты применения метода виртуальных траекторий к задаче проектирования миссий к дальним планетам Солнечной системы.

4.03.13 **А.В.Родников** *Относительное движение системы с леерной связью в гравитационном поле и некоторые смежные задачи динамики*

Рассматривается комплекс задач, связанных с изучением движения механической системы, состоящей из твердого тела и материальной точки, способной перемещаться вдоль леера, т.е. троса, оба конца которого закреплены на твердом теле. В первой группе задач относительное движение такой связки изучается в предположении, что твердое тело гантелевидно, а центр масс системы движется по круговой орбите в центральном ньютоновском силовом поле. В частности, определяются относительные равновесия леерной связки и исследуется их устойчивость, изучаются движения материальной точки вдоль леера в случае, когда твердое тело неподвижно в орбитальной системе отсчета, в том числе классифицируются безударные движения, в которых леер периодически ослабевает, анализируется возможность безударного захвата неуправляемого объекта леерной связью. Кроме того, анализируется влияние движения материальной точки малой массы на вращательное движение гантели. Во второй группе задач предполагается, что леер закреплен на полюсах гравитирующего динамически-симметричного твердого тела, совершающего регулярную прецессию. В предположении, что гравитационный потенциал твердого тела может быть аппроксимирован гравитационным полем двух притягивающих центров, находящихся на действительном или мнимом расстоянии, изучаются множества относительных равновесий материальной точки на леере, устанавливаются условия стабилизации этих равновесий, анализируются движения материальной точки вдоль леера в некоторых частных случаях интегрируемости уравнений движения, а также решаются некоторые другие задачи.

11.03.13 **Е.И.Отставнов** *Модельная задача о буксируемом атмосферном зонде.*

18.03.2013 **В.В.Сидоренко** (ИПМ им. М.В.Келдыша РАН) *О необычных движениях малых тел Солнечной системы: квазиспутники и «прыгающие» троянцы*

Для формирования правильных представлений о характере миграции вещества в Солнечной системе и общего понимания ее «динамической» истории большое значение имеет изучение эволюции орбитального движения астероидов на длительных временных интервалах. Происходившее в последнее десятилетие быстрое развитие средств и методов наблюдения привело не только к увеличению числа открываемых астероидов – были выявлены прежде неизвестные типы их динамического поведения.

Одним из наиболее неожиданных событий можно считать обнаружение астероидов, сочетающих движение вокруг Солнца с длительным пребыванием в окрестности одной из планет. Подобный режим движения принято называть «квазиспутниковым» (*QS*-режимом): даже в моменты максимального сближения расстояние между астероидом и планетой существенно превосходит размеры той области пространства (сферы Хилла), в которой планета способна удерживать свои спутники.

Необходимым условием для реализации *QS*-режима является наличие резонанса средних движений астероида и планеты вида 1:1 (случай близких значений периодов их обращения вокруг Солнца). Теоретическое исследование свойств *QS*-режимов движения можно провести в рамках ограниченной круговой задачи трех тел «Солнце-планета-астероид». Используя эту математическую модель и полагая, что масса планеты составляет малую долю  $\mu$  от общей массы системы, мы изучили сценарии формирования и разрушения *QS*-режимов методами теории возмущений.

Аналогичным образом исследуется динамика «прыгающих» троянцев – астероидов с чередующимися интервалами пребывания в окрестности треугольных точек либрации  $L_4$  и  $L_5$ .

Доклад основан на результатах, полученных совместно с А.И.Нейштадтом, А.В.Артемовым и Л.М.Зеленым.

25.03.13 1. **Н.М.Гаврикова** (науч. рук. проф. **Ю.Ф.Голубев**) *Алгоритм Бэттина решения задачи Ламберта и его применение для расчёта траектории возврата к Земле от Луны*

1. Задача Ламберта в постановке Бэттина.
2. Алгоритм решения задачи Ламберта в постановке Бэттина.
3. Применение задачи Ламберта в постановке Бэттина для расчета траектории возврата к Земле с орбиты ИСЛ.
4. Примеры решения задачи Ламберта в постановке Бэттина.

2. **П.Ю.Стрелков** (науч. рук. проф. **Ю.Ф.Голубев**) *Применение задачи Ламберта для расчётов перелетов к планетам Солнечной системы*

1. Задача Ламберта в небесной механике.
2. Алгоритмы решения в эллиптическом и гиперболическом случаях.
3. Влияние вариаций начальных условий и параметров на решения задачи Ламберта.
4. Расчет окон старта перелётов к Марсу с 2018 по 2028 гг.

1.04.13 **Ю.Ф.Голубев, А.В.Грушевский, В.В.Корянов, А.Г.Тучин.** (ИПМ им. М.В. Келдыша РАН) *Методика построения сценариев облета юпитерианских лун с использованием гравитационных маневров.*

8.04.13 Заседание в рамках конференции “Ломоносов 2013”

15.04.13 **Ю.Ф.Голубев.** *Брахистохрона для твердого тела, скользящего по кривой.*

22.04.13 **1.А.С.Кулешов, Г.А.Черняков** *Применение алгоритма Ковачича к исследованию задачи о качении тела вращения по абсолютно шероховатой горизонтальной плоскости*

**2.С.В.Ифраимов, А.С.Кулешов** *О движении стержня по выпуклой поверхности*

29.04.13 **А.А.Баранов** (ИПМ им. М.В. Келдыша РАН) *Маневры формирования и поддержки спутниковых систем.*

6.05.13 **А.А.Буров, А.Д.Герман, И.И.Косенко.** *Задачи динамики небесных тел с периодическим перераспределением масс*

13.05.13 **А.С.Самохин** (науч. рук. **М.П.Заплетин**) *Об оптимизации экспедиции к Фобосу*  
166

**Планируются**

***Каникулы до осени!***