

# ABOUT INFLUENCE OF ORBITAL DYNAMIC RESONANCES FOR PECULIARITY OF STATISTICAL ARRANGEMENT OF ASTEROIDS AND COMETS

## О ВЛИЯНИИ ОРБИТАЛЬНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ РЕЗОНАНСОВ НА ОСОБЕННОСТИ СТАТИСТИЧЕСКОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ АСТЕРОИДОВ И КОМЕТ

B.R. Mushailov, V.S. Teplitskaja

Sternberg Astronomical Institute  
Universitetskij prosp.13.Moscow 119992 Russia

**ABSTRACT.** Some regularities in organization of comet's and asteroid's orbital characteristics were described. These objects dispose from 5 to 125 a.u. from Sun. It was established that more than half of them move according to resonance orbits, which were predicted earlier.

**Key words:** transneptunial objects, centaurs, scattered-disk objects; orbital resonance.

### 1. Введение

В рамках исследования орбитальной эволюции малых тел Солнечной системы были рассмотрены различные варианты решения задачи трех тел при наличии некоторых специальных условий [1-4]. На основе результатов этих работ в [5] были предсказаны резонансные зоны, связанные с гипотетическими большими планетами, где на космогонических интервалах времени могут располагаться малые тела. В [6] также было предсказано существование резонансных объектов между орбитами больших планет, а в [7] были предвычислены области существования либрационных занептунных объектов и исследована эволюция их орбитальных элементов.

В настоящей работе по данным [8] (по состоянию на октябрь 2006) было исследовано распределение орбитальных параметров (больших полуосей, эксцентриситетов и оскулирующих наклонов орбит) астероидов и комет, значение больших полуосей которых располагается в пределах от 5 до 125 а.е.

### 2. Закономерности орбитальных распределений

Для объектов пояса Койпера в распределениях по

большим полуосям их орбит наблюдаются два явно выраженных максимума (Рис.1), причём значения больших полуосей, отвечающих наблюдаемым максимумам распределений (39-40, 43-44) в пределах точности вычислений совпадают с предсказанными в [6,7] значениями (38.87-40,788, 43.317-44.018). Около 63 процента наблюдаемых объектов пояса Койпера имеют большие полуоси, совпадающие с предсказанными в [6,7] значениями резонансных орбит.

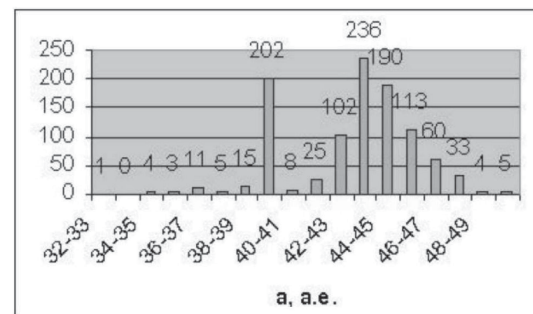


Рис. 1: Распределение объектов пояса Койпера по большим полуосям с шагом  $\Delta a = 1$  (а.е.) (по состоянию на октябрь 2006 года).

При вариации "шага" построения гистограммы наличие двух максимумов в распределении по большим полуосям сохраняется, при этом максимумы коррелируют с наиболее значимым орбитальным резонансам (с наибольшей амплитудой эффекта) первого порядка 2:1 (с учетом вековых возмущений от Урана и Сатурна [10]) и 3:2 с Нептуном.

Как показывает распределение объектов пояса Койпера по эксцентриситетам их орбит (Рис.2) большинство объектов пояса Койпера близки к круговым, что согласуется с результатами работ [5-7]. Аналогичные результаты имеют место и для рас-

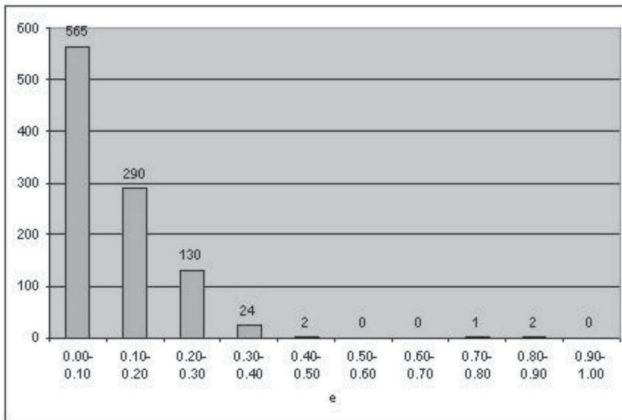


Рис. 2: Распределение объектов пояса Койпера по эксцентриситетам –  $\Delta e = 0.1$  (по состоянию на октябрь 2006 года).

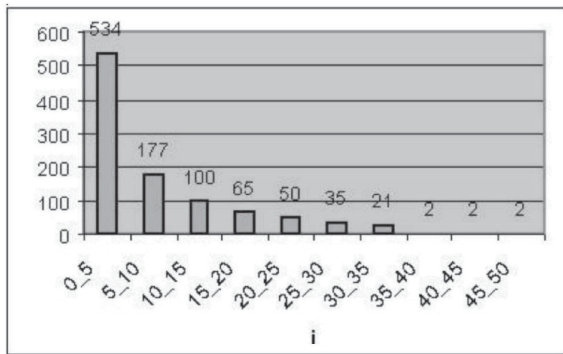


Рис. 3: Распределение объектов пояса Койпера по оскулирующим наклонам орбит –  $\Delta i = 5^0$  (по состоянию на октябрь 2006 года).

пределения объектов пояса Койпера по оскулирующим наклонам их орбит (Рис.3).

Из объектов, не входящих в пояс Койпера, более 50 процентов попадают в предвычисленные в [5,6] интервалы. Для этих тел (кентавров и объектов "рассыпающегося пояса") также наблюдаются два явно выраженных максимума в распределении по большим полуосям орбит (Рис.4), отвечающих резонансам 4:1, 5:2 с Сатурном и 3:1, 5:2 с Нептуном.

Увеличение статистических данных (числа обнаруженных объектов) не изменяет выявленных тенденций, а лишь позволяет получить более детализированное распределение на малых интервалах.

Эксцентриситеты кентавров и объектов "рассыпающегося пояса" преимущественно располагаются в интервале от 0.1 до 0.7 (Рис. 5), а оскулирующие углы наклонов (к плоскости эклиптики) их орбит в основном не превышают  $30^0$  (Рис.6).

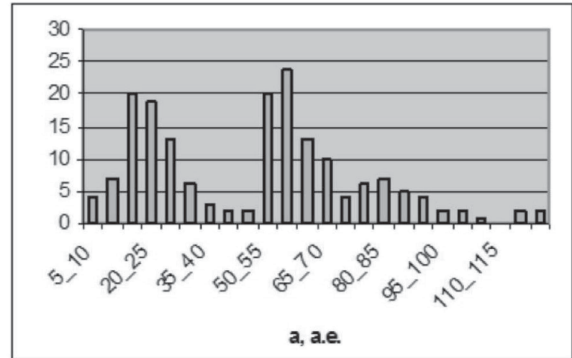


Рис. 4: Распределение кентавров и объектов "рассыпающегося пояса" по большим полуосям –  $\Delta a = 5(a.e.)$ (по состоянию на октябрь 2006 года).

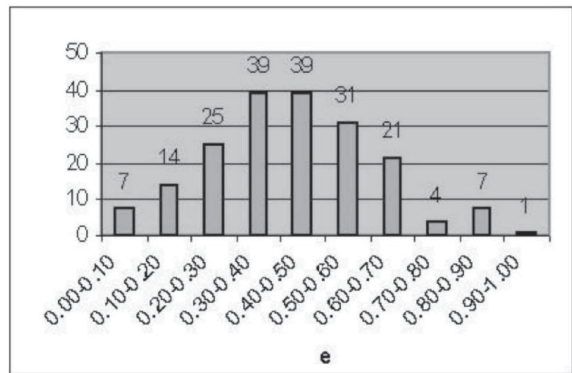


Рис. 5: Распределение кентавров и объектов "рассыпающегося пояса" по эксцентриситетам –  $\Delta e = 0.1$  (по состоянию на октябрь 2006 года).

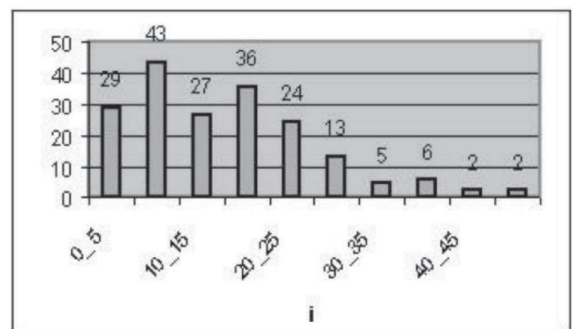


Рис. 6: Распределение кентавров и объектов "рассыпающегося пояса" по оскулирующим наклонам орбит –  $\Delta i = 5^0$  (по состоянию на октябрь 2006 года).

### 3. Заключение

В распределениях по большим полуосям объектов пояса Койпера и "нерегулярных тел" – кентавров и объектов "рассыпающегося пояса" явно прослеживаются два максимума, коррелирующие с

Таблица 1: Сводная таблица резонансных зон из работ [5-7,9].

"1"	"2"	"3"	"4"	"5"
7	5:2	17.174-17.926	6	
7	3:1	19.815-21.265	4	
7	4:1	23.627-24.585	7	
7	4:2	26.184-26.700	2	
9	4:3	36.227-37.402	1	13
9	3:2	38.870-40.788	1	203
9	5:3	41.840-42.694		67
9	7:4	43.317-44.018		186
10	1:2	47.177-49.960	1	24
9	2:1	45.636-50.166		142
9	5:2	54.589-55.582	15	2
10	2:3	57.179-57.365	4	
9	3:1	61.015-64.199	13	2
10	3:2	98.260-98.622	1	

"1" – номер планеты, при этом 7,9 –

Сатурн и Нептун, соответственно,

а 10 – гипотетическая десятая планета,

"2" – соизмеримость,

"3" – большая полуось (а.е.),

"4" – количество объектов среди кентавров

и объектов "рассыпающегося пояса",

"5" – количество объектов среди объектов

пояса Койпера.

орбитальными резонансными зонами. Большинство объектов пояса Койпера движется по орбитам, близким к круговым. Наблюдается устойчивость орбитальных распределений исследуемых объектов независимо от численности популяции рассматриваемых объектов. Больше число обнаруживаемых объектов (кентавров, объектов пояса Койпера) движутся по резонансным орбитам и были предсказаны ранее.

## Литература

1. Герасимов И.А., Мушаилов Б.Р.: 1994, *Вестник Московского университета, Серия 3, Т. 28*, N 1, 100.
2. Герасимов И.А., Мушаилов Б.Р.: <http://www.astronet.ru/db/msg/1220766>.
3. Герасимов И.А., Мушаилов Б.Р.: 2001, *Вестник Московского Университета, Серия 3*, N 1, 51.
4. Герасимов И.А., Мушаилов Б.Р.: 1990, *Астрон. ж.*, **67**, Вып. 4, 875.
5. Мушаилов Б.Р.: 2004, *Труды ГАИШ*, **LXX**, 251.
6. Мушаилов Б.Р., Жуйко С.В.: 2001, *Околосемная астрономия XXI века*, с. 180.
7. Герасимов И.А., Мушаилов Б.Р.: 1999, *Вестник Московского университета, Серия 3*, N 1, 53.
8. <http://www.cfa.harvard.edu/iau/lists/TNOs.html>, <http://www.cfa.harvard.edu/iau/lists/Centaurs.html>.
9. Герасимов И.А., Мушаилов Б.Р.: 2000, М.: Космосинформ, с. 17.
10. Мушаилов Б.Р.: 1995, *Астрон. вестник*, **29**, N 4, 375.