

ОЦЕНКА КОЛИЧЕСТВА ТРОЯНЦЕВ ЮПИТЕРА

Виноградова Т. А.

Введение

Троянцы Юпитера сосредоточены около точек либрации L4 и L5 на орбите Юпитера. Физические характеристики этих астероидов, а также их количество представляют интерес при рассмотрении вопросов формирования и эволюции Солнечной системы. Разными учеными высказывалось мнение, что количество троянцев Юпитера сравнимо с количеством астероидов в главном поясе. Количество троянцев вычислялось разными авторами, но нельзя сказать, что полученные оценки хорошо согласуются между собой.

Астероиды какого размера полностью открыты в области троянцев Юпитера

В настоящее время открыто более 5000 троянцев Юпитера. Полностью открытыми в области троянцев можно считать астероиды с абсолютной звездной величиной $H < 13^m$. Прогноз количества астероидов обычно производится до размера диаметра 1 км или 2 км. Троянцы таких размеров в настоящее время не могут наблюдаться. Альbedo и диаметры для большого количества троянцев были определены в результате работы нескольких космических и наземных программ. Нами были найдены значения диаметров для 1771 троянцев. При отсутствии данных, диаметр вычисляется приблизительно по известной формуле: $\log D = 3.122 - 0.5 \log p_v - 0.2H$. Здесь D - диаметр астероида, выраженный в километрах, H - абсолютная звездная величина, p_v - геометрическое альbedo в визуальных лучах. Абсолютная звездная величина H определена для всех астероидов. Известно, что троянцы характеризуются очень низким альbedo. Мы получили для среднего альbedo троянцев значение 0.057 ± 0.016 . Отсюда можно получить, что астероид с $H=13^m$ имеет диаметр ~ 14 км. Таким образом, в области троянцев можно считать открытыми все астероиды с $D > 14$ км. А самые мелкие астероиды-троянцы, которые доступны для наблюдений и открываются в настоящее время, имеют диаметр около 5 км.

Прогноз количества мелких астероидов-троянцев

График дифференциального закона возрастания количества астероидов $\log dN$ в зависимости от абсолютной звездной величины H для троянцев приведен на рис.1. Можно произвести линейную экстраполяцию графика и определить закон нарастания количества еще не открытых астероидов. Методом наименьших квадратов для интервала $11^m - 13^m$ получена зависимость $\log dN(H) = (0.46 \pm 0.01) H - (3.20 \pm 0.08)$. Линейный коэффициент графика $k=0.46$. Отсюда можно получить, что количество троянцев с $D > 1$ км ($H < 19^m$), равно примерно 600 тыс. Точно так же, с использованием графиков на рис.2, было получено прогнозируемое количество таких астероидов по отдельности для двух групп троянцев вблизи точек либрации L4 и L5: $N_{L4} = 400$ тыс., $N_{L5} = 200$ тыс.

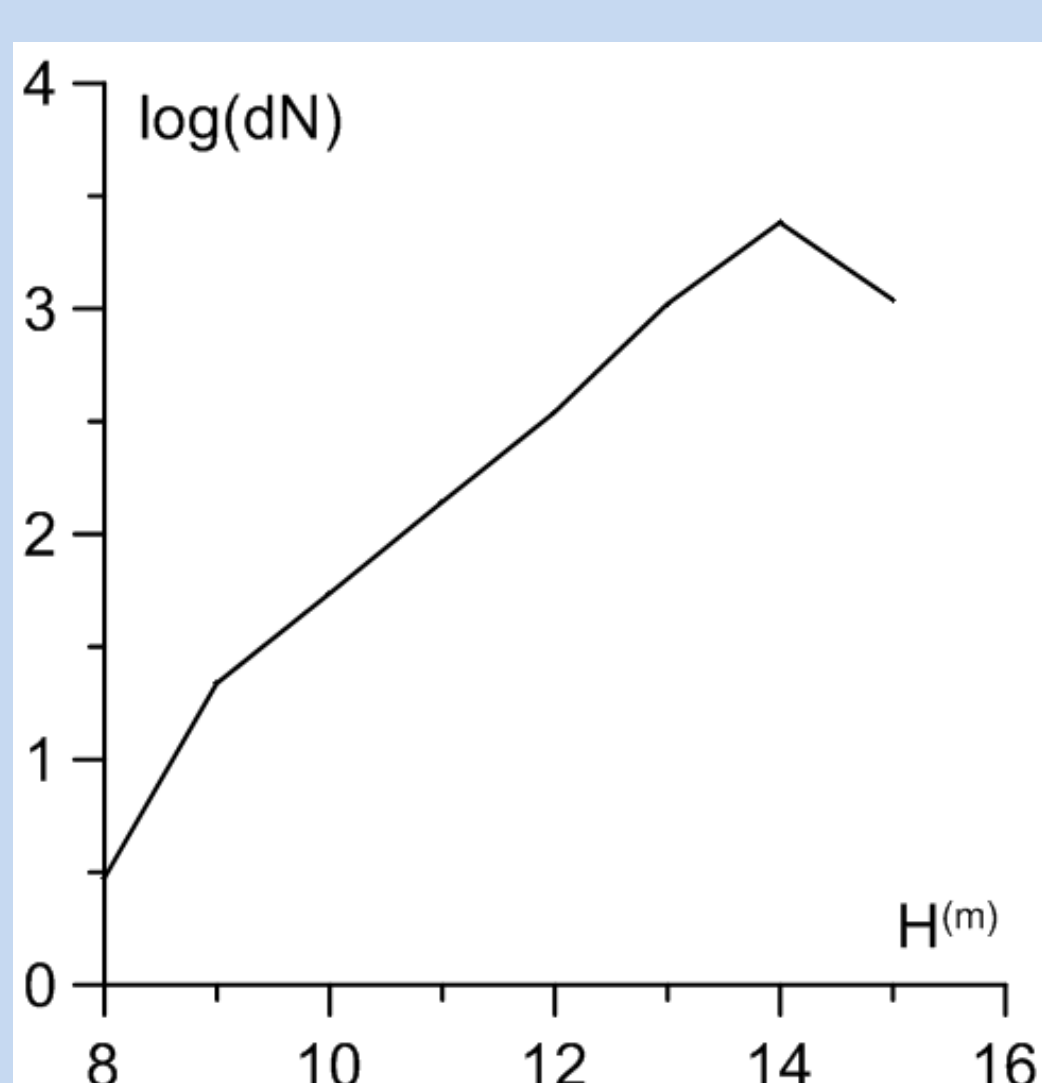


Рис.1

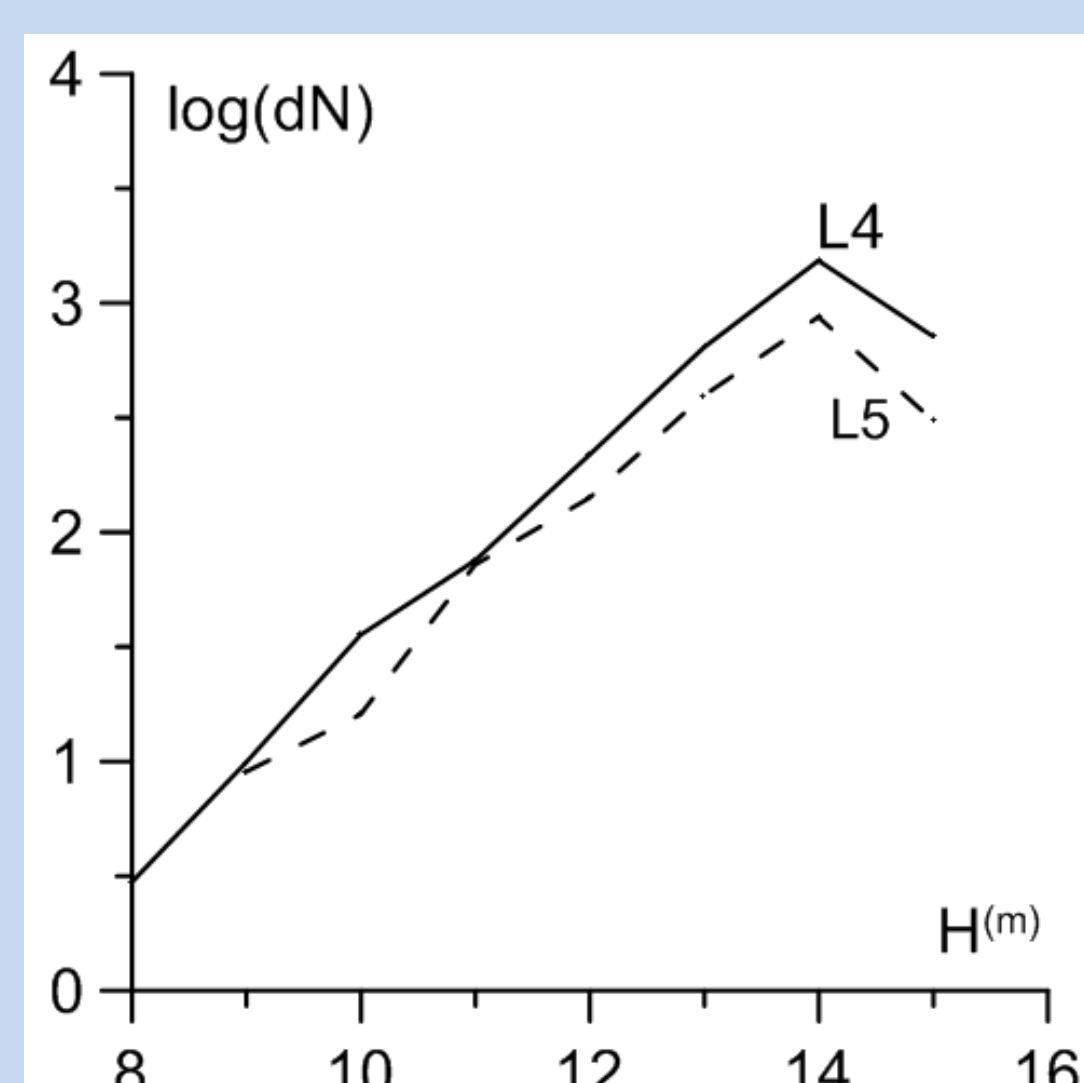


Рис.2

Количество троянцев, полученное разными авторами.

	K	N ($\times 10^5$) ($D > 2$ км)	N ($\times 10^5$) ($D > 1$ км)	Author
Троянцы L4	0.40 ± 0.05	1.6		Jewitt et al., 2000
Троянцы L4	0.38 ± 0.05	2.4	6	Yoshida, Nakamura, 2005
Все троянцы	0.44 ± 0.05	2.4 ± 0.4	10	Szabó et al., 2007
Троянцы L4		0.63 ± 0.10		Nakamura & Yoshida, 2008
Троянцы L5		0.34 ± 0.05		
Троянцы L4		0.9	3	Fernandez et al. 2009
Все троянцы	0.42 ± 0.01	1.2	6	Эта работа, 2015
Троянцы L4	0.44 ± 0.02	0.8	4	
Троянцы L5	0.39 ± 0.02	0.4	2	

Отношение количества астероидов N_{L4}/N_{L5}

В настоящее время открыто 3258 L4-троянцев и 1884 L5-троянцев с надежными орбитами. На рис.3 приведены графики возрастания интегрального количества открытых астероидов в каждой группе в зависимости от абсолютной звездной величины. Хорошо видно, что отношение N_{L4}/N_{L5} увеличивается с ростом H .

H <	11^m	12^m	13^m	14^m	15^m	19^m
N_{L4}/N_{L5}	1.3	1.4	1.5	1.7	1.8	2.0 (прогноз)

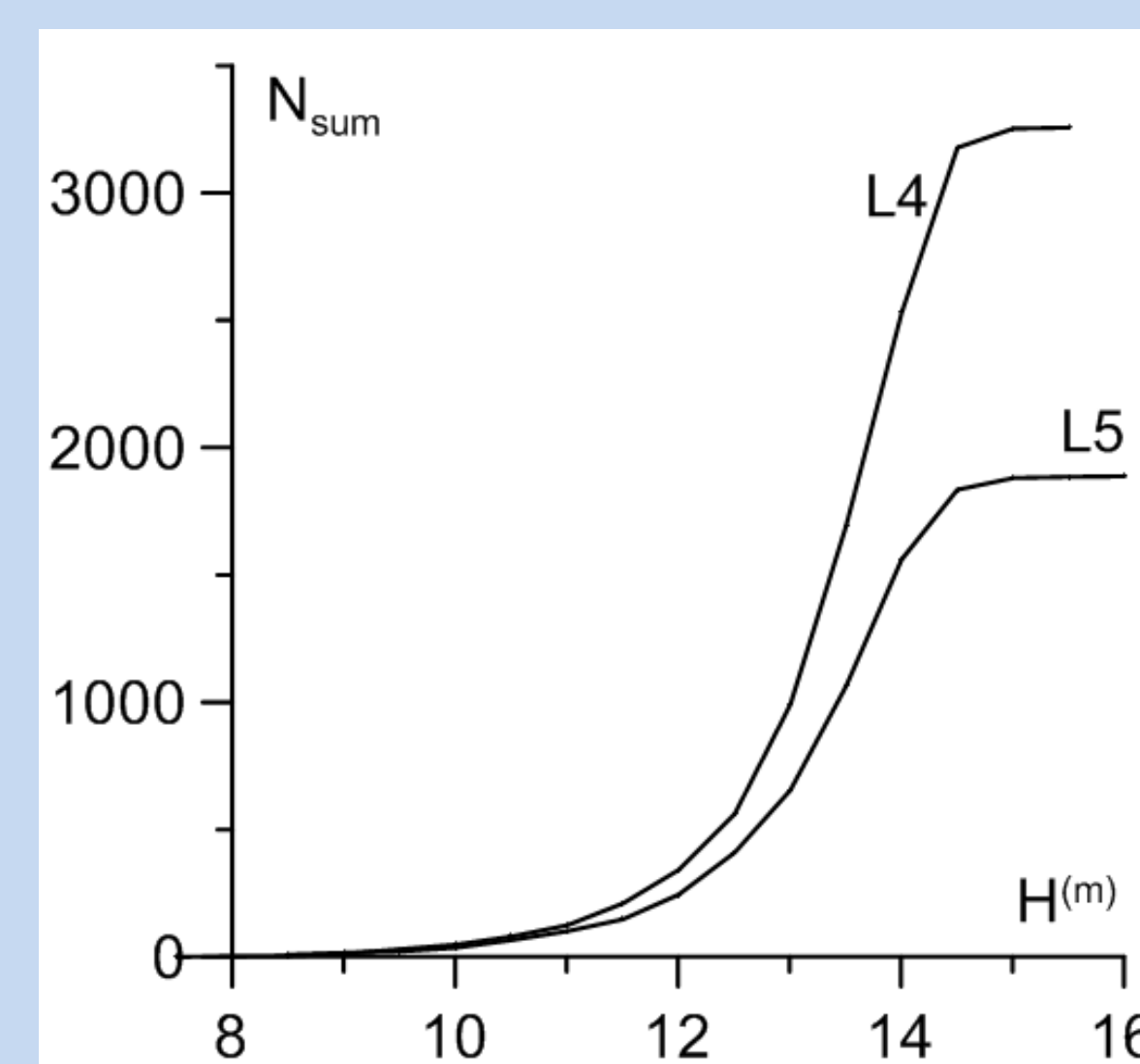


Рис.3

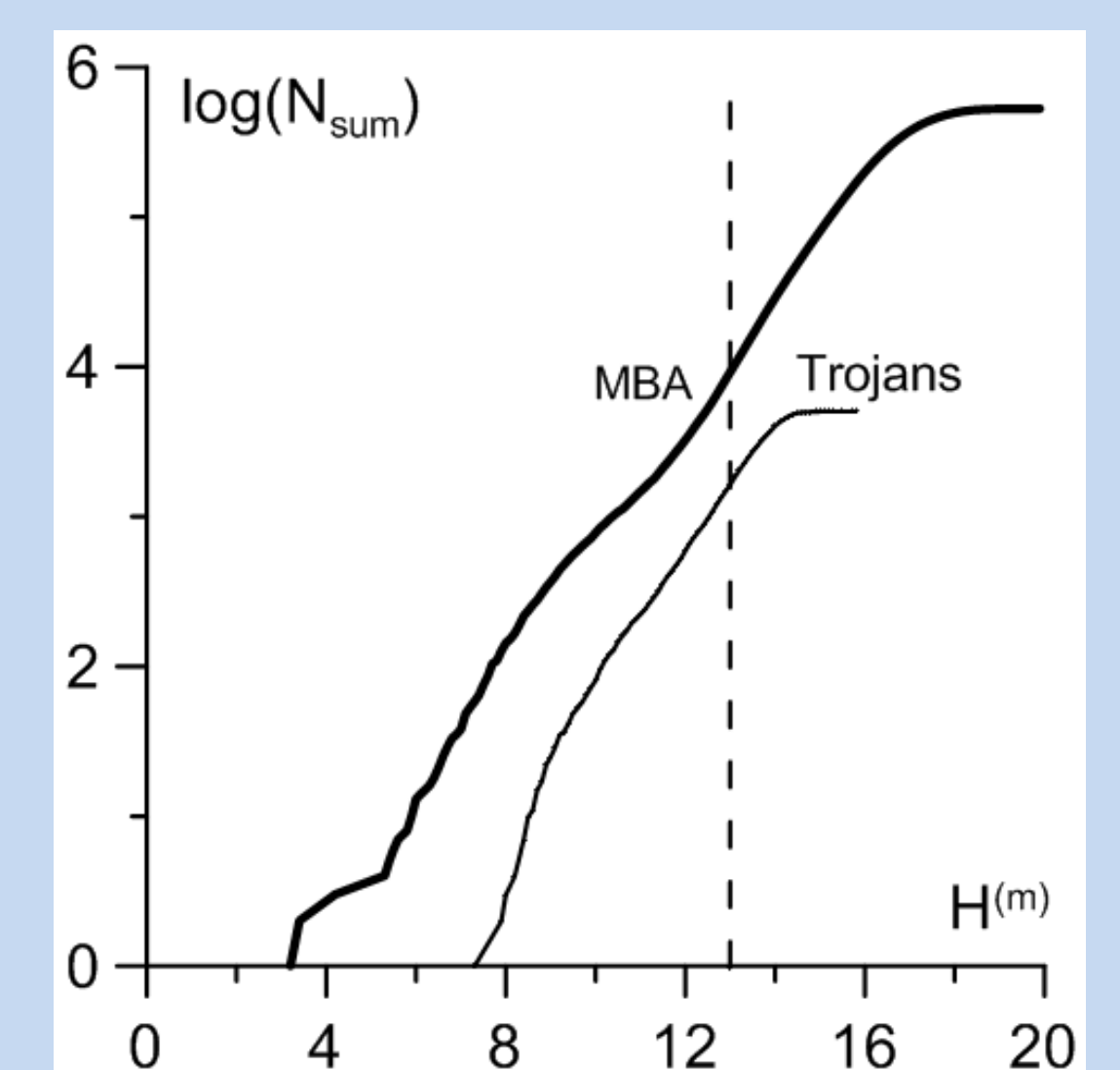


Рис.4

Количество троянцев в пять раз меньше количества астероидов главного пояса

Количество троянцев Юпитера достаточно велико. По результатам некоторых работ (Ivezic et al. 2001) может возникнуть представление, что астероидов в главном поясе меньше, чем в области троянцев. По нашим расчетам (Виноградова, 2015) в главном поясе (1.8 а.е.-3.8 а.е.) существует около 3×10^6 астероидов с $D > 1$, то есть в 5 раз больше, чем троянцев таких же размеров. На рис.4 показаны графики возрастания суммарного количества астероидов в зависимости от H для этих популяций.

Литература

1. Fernandez et al., 2009, Albedos of Small Jovian Trojans AJ, v.138, 1, pp. 240-250.
2. Ivezić et al., 2001, Solar System objects observed in the SDSS commissioning data, AJ122, 2749-2784.
3. Jewitt et al., 2000, Population and size distribution of small Jovian Trojan asteroids, AJ. 120. 1140-1147.
4. Nakamura & Yoshida, 2008, A comparative study of size distributions for small L4 and L5 Jovian Trojans PASJ, 60, 2, 297-301.
5. Szabó et al. The properties of Jovian Trojan asteroids listed in SDSS MOC3 // MNRAS. 2007. 377, 1393.
6. Yoshida, Nakamura, 2005, Size distribution of faint Jovian L4 Trojan asteroids, AJ, 130: 2900-2911.
7. Виноградова, 2015. Масса пояса астероидов и его отдельных зон, Труды ИПА, вып.33, стр.22.