



УДК 521+523.6

Статистические распределения орбитальных элементов Кентавров

Н.С. Коваленко

Киевский планетарий Общества «Знание» Украины

В статье рассматривается распределение элементов орбит Кентавров. Рассматривались 82 известных на это время Кентавра, чьи перигелии лежат в пределах орбит планет-гигантов, а афелии не превышают 50 а.е.

СТАТИСТИЧНІ РОЗПОДІЛИ ОРБІТАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ КЕНТАВРІВ, Коваленко Н.С. — В статті розглядається розподіл елементів орбіт Кентаврів. Розглядалися 82 відомих на цей час Кентавра, чий перигелій знаходиться в межах орбіт планет-гігантів, а афелії не перевищують 50 а.о.

STATISTICAL DISTRIBUTIONS OF CENTAURS' ORBITAL ELEMENTS, by Kovalenko N.S. — In this paper the Centaurs' orbital elements distribution is considered. Centaurs under consideration are 82 currently known objects with perihelia in the domain of giant planets and aphelia below 50 AU.

Ключевые слова: орбитальные элементы Кентавров; статистические свойства.

Key words: Centaurs' orbital elements; statistical properties.

1. КЛАССИФИКАЦИЯ КЕНТАВРОВ И ОСОБЕННОСТИ ИХ ОРБИТ

Согласно общему определению, Кентавры — это малые тела, которые обращаются вокруг Солнца между орбитами Юпитера и Нептуна, и пересекают орбиты одной или более планет-гигантов. Из-за присущей им долгосрочной нестабильности орбит в этом регионе, даже такие Кентавры как 2000 GM137 и 2001 XZ255, который в настоящее время не пересекают орбиту никакой планеты, находятся на постепенно изменяющихся орбитах, которые будут испытывать возмущения до тех пор, пока они не начнут пересекать орбиты одной или более планет-гигантов [1, 2].

Тем не менее, разные учреждения имеют различные критерии для классификации пограничных объектов, на основе конкретных значений их орбитальных элементов:

- Центр Малых Планет (MPC) определяет Кентавры как объекты, имеющие перигелии за пределами орбиты Юпитера, и большую полуось меньше, чем у орбиты Нептуна.
- Лаборатория Реактивного Движения (JPL) похожим образом определяет Кентавры как класс объектов, имеющих большую полуось a между значениями больших полуосей орбит Юпитера и Нептуна ($5,5 \text{ а.е.} < a < 30,1 \text{ а.е.}$).
- В противоположность этому, Глубокое обследование эклиптики (DES) определяет Кентавров, используя схему динамической классификации. Эти классификации основаны на имитации изменений в поведении настоящих орбит, промоделированных на более 10 миллионов лет. DES определяет Кентавров как нерезонансные объекты, чьи мгновенные (оскулирующие) перигелии меньше, чем оскулирующая большая полуось Нептуна в любое время в ходе моделирования. Это определение призвано быть синонимичным с основанным на пересечении орбит планет, и предполагает сравнительно короткие сроки жизни на нынешних орбитах [3].

Сборник публикаций «Солнечная система за орбитой Нептуна» (2008) использует традиционное определение Кентавров, как объектов с большими полуосями меньше, чем у Нептуна, классифицируя объекты на неустойчивых орбитах за этими пределами в качестве объектов рассеянного диска [4]. Тем не менее, другие астрономы по-прежнему предпочитают определять Кентавры как нерезонансные объекты, с перигелиями внутри орбиты Нептуна, которые могут быть показаны как возможно пересекающие сферу Хилла газового гиганта (т.е. пространство, в котором притяжение на объект со стороны планеты-гиганта действует сильнее, чем притяжение со стороны Солнца) в течение ближайших 10 миллионов лет [5]. Таким образом, Кентавров можно рассматривать как рассеянные вовнутрь объекты, которые взаимодействуют более агрессивно и рассеиваются быстрее, чем типичные объекты рассеянного диска.

Эти различия в методах классификации создают трудности в классификации таких объектов как (44594) 1999 OX₃, который имеет большую полуось 32 а.е., но пересекает орбиты и Урана, и Нептуна. Среди внутренних Кентавров, 2005 VD, с расстоянием перигелия очень близким к Юпитеру, указан как Кентавр согласно обеих классификаций, и JPL, и DES.

В настоящее время известно 320 объектов Рассеянного Диска и Кентавров, среди которых 82 объекта имеют перигелийные расстояния в пределах орбит планет-гигантов и афелии менее 50 а.е. Для этих объектов в данной работе и были построены распределения элементов их орбит.

Орбиты Кентавров характеризуются широким диапазоном эксцентриситетов, от очень эксцентричных (вытянутых) (Фол, Асбол, Амик, Несс) до более круговых орбит (Харикло и пересекающие орбиту Сатурна объекты: Терей, Окирое).

Для иллюстрации диапазона параметров орбит, ниже приводятся несколько объектов с очень необычными орбитами:

- 1999 XS₃₅ (астероид группы Аполло) следует по крайне эксцентричной орбите ($e = 0,947$), он бывает и внутри орбиты Земли (0,94 а.е.), и за пределами орбиты Нептуна (> 34 а.е.);
- 2007 ТВ₄₃₄ следует по квази-круговой орбите ($e < 0,026$);
- 2001 ХЗ₂₅₅ имеет самое малое наклонение орбиты ($i < 3^\circ$);
- Дамокл входит в число нескольких Кентавров на орбитах с экстремальным наклонением (прямое $i > 70^\circ$, например 2007 ДА₆₁, 2004 УН₃₂, ретроградное $i < 120^\circ$, например 2005 ЈТ₅₀);
- 2004 УН₃₂ следует по столь наклоненной орбите (около 80°), что, хотя она и пролегает с расстояния главного пояса астероидов за пределы орбиты Сатурна, он даже не пересекает плоскость орбиты Юпитера.

Десяток известных Кентавров, в том числе Диоретса (слово «Астероид», написанное наоборот), следуют по ретроградным орбитам.

Поскольку Кентавры пересекают орбиты планет-гигантов и не защищены орбитальными резонансами, их орбиты неустойчивы на временных шкалах в $10^6 - 10^7$ лет [6]. Например, 55576 Амик находится на неустойчивой орбите вблизи резонанса 3:4 с Ураном [1, 2]. Динамические исследования орбит Кентавров показывают, что Кентавры, вероятно, являются промежуточным орбитальным состоянием объектов, переходящих из пояса Койпера в семейство короткопериодических комет Юпитера. Объекты могут быть выброшены из пояса Койпера вследствие возмущений, после чего они начинают пересекать орбиту Нептуна и гравитационно взаимодействовать с этой планетой. Затем они уже классифицируются как Кентавры, но их орбиты имеют хаотичный характер, и довольно быстро эволюционируют, по мере того как Кентавр совершает повторные сближения с одной или несколькими внешними планетами. Некоторые из Кентавров перейдут на орбиты, пересекающие орбиту Юпитера, после чего их перигелии могут сократиться и лежать уже во внутренних частях Солнечной системы, а сами они могут быть переклассифицированы в активные кометы семейства Юпитера, если они проявят кометную активность. Кентавры, таким образом, в конечном итоге столкнутся с Солнцем или планетой, или же они могут быть выброшены в межзвездное пространство после тесного сближения с одной из планет, особенно с Юпитером.

2. СТАТИСТИКА ОРБИТАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КЕНТАВРОВ

В настоящее время известно 82 объекта с перигелийными расстояниями в пределах орбит планет-гигантов и афелиями менее 50 а.е. Орбиты Кентавров вытянуты, как у комет, в то же время большинство этих объектов рассматриваются как астероиды, не проявляют кометной активности. Тем не менее 16 Кентавров имеют обозначения по кометной номенклатуре (табл. 1). Но только в нескольких из них была зафиксирована активность в недавнее время. 39P/Отерма в настоящее время неактивна, и проявляла активность только до того, как вследствие гравитационных возмущений в 1963 году перешла на орбиту, присущую Кентаврам. Об активности C/2000 B4 LINEAR сообщалось 2-мя группами, но поскольку с тех пор активность не была подтверждена, возможно, первые две группы могли принять за активность плохое качество изображения. Первый известный среди Кентавров, 95/P Хирон (2060), четко проявляет кометную активность.

Можно предположить, что объекты группы Кентавров являются скорее спящими кометами, которые вследствие больших удалений от Солнца в данное время не проявляют кометной активности, но, возможно, раньше проявляли себя как кометы, или в будущем вследствие эволюции орбиты могут перейти в кометы семейства Юпитера. Представляет интерес проследить распределение элементов орбит этой группы объектов, с целью выявления трендов, характерных для этой группы.

Орбитальные элементы для статистического анализа были взяты на сайте MPC CBAT [7]. Статистический анализ проведен средствами Excel. Распределение элементов орбит Кентавров приводится на рис. 1–5. На рис. 6 также приводится распределение Кентавров по их абсолютной звездной величине.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ

Анализ распределений орбитальных элементов показывает, что большинство объектов группы Кентавров имеют перигелии в пределах от 5 до 20 а.е., причем на область 5–10 а.е. приходится 33% известных объектов, на область 10–15 а.е. — 32%, и на область 15–20 а.е. — 26% Кентавров.

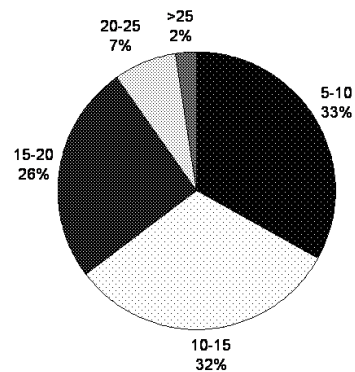
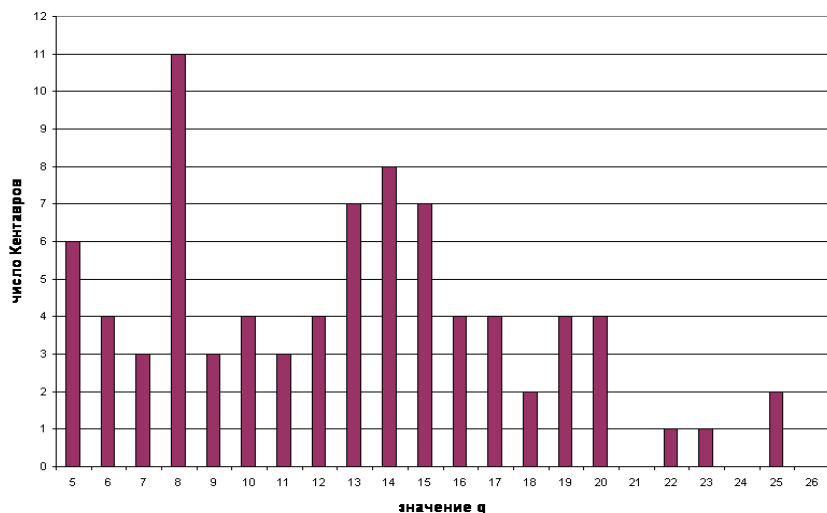


Рис. 1. Распределение 82-х Кентавров по перигелийному расстоянию q . Указаны диапазоны значений перигелийных расстояний, в а.е.

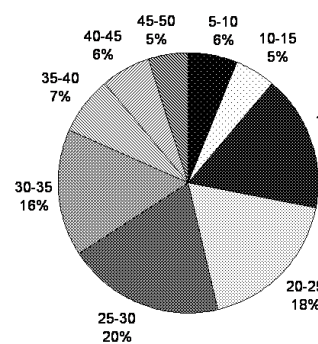
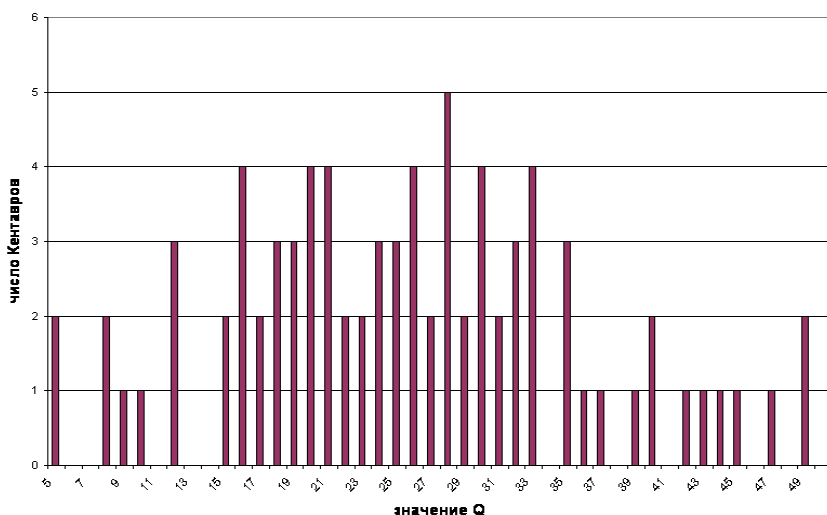


Рис. 2. Распределение 82-х Кентавров по афелийному расстоянию Q . Указаны диапазоны значений афелийных расстояний, в а.е.

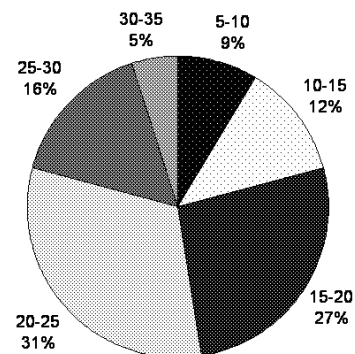
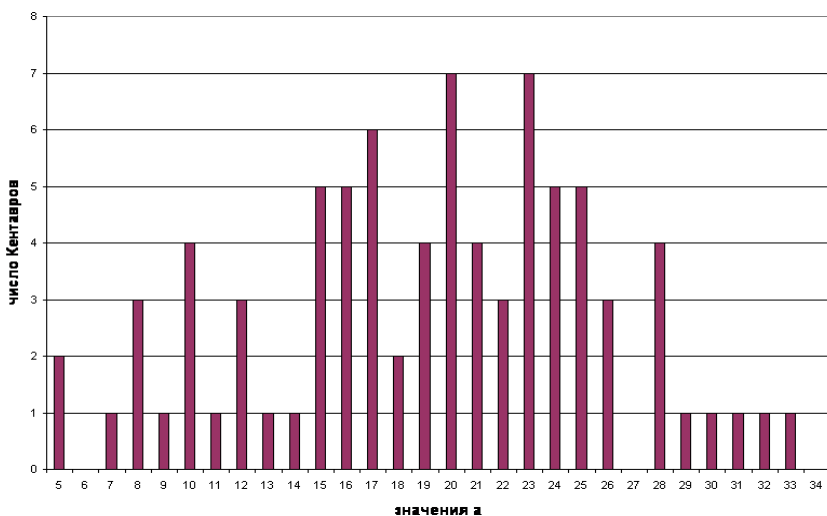


Рис. 3. Распределение 82-х Кентавров по значениям большой полуоси a . Указаны диапазоны значений больших полуосей, в а.е.

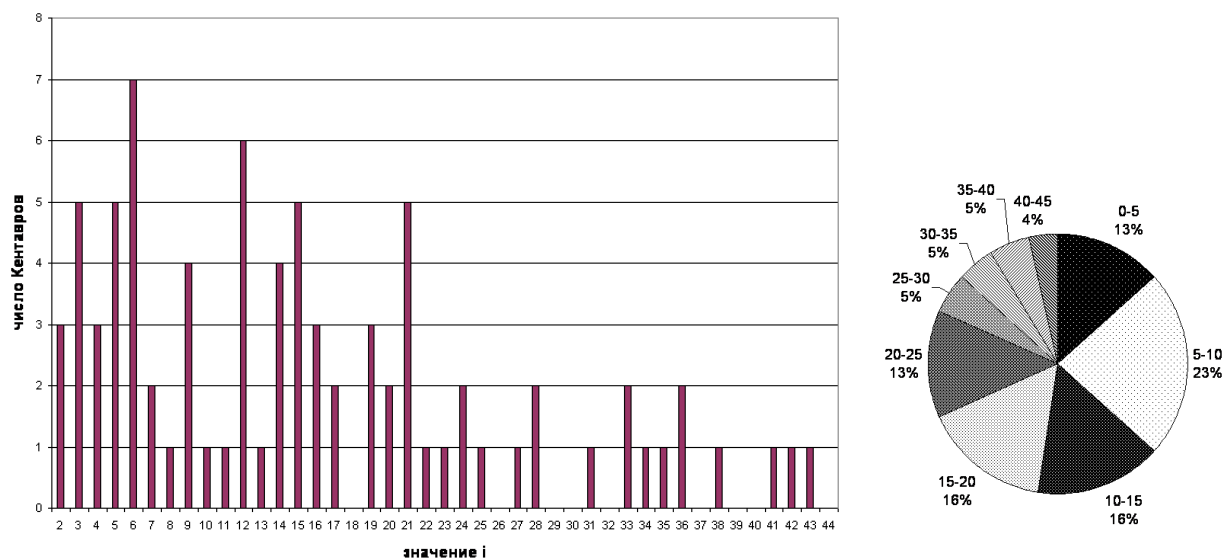


Рис. 4. Распределение 82-х Кентавров по значениям наклонения орбиты i . Указаны диапазоны значений наклонений орбит, в градусах.

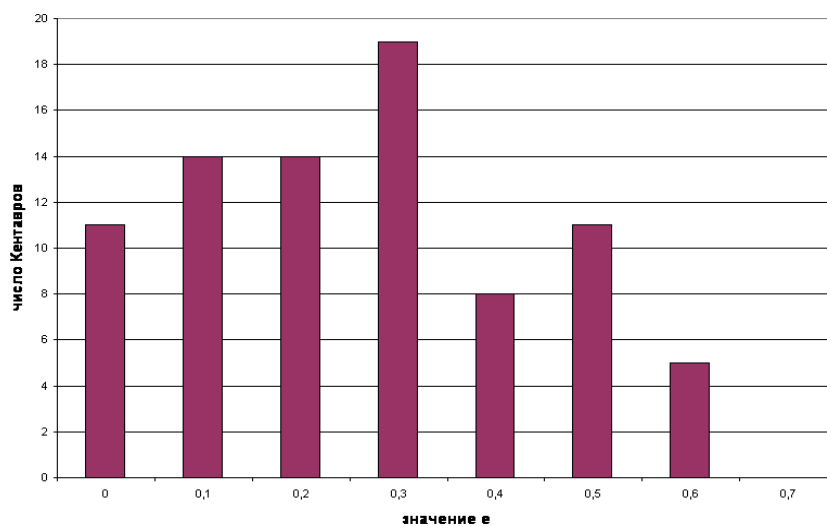


Рис. 5. Распределение 82-х Кентавров по эксцентриситетам орбит e

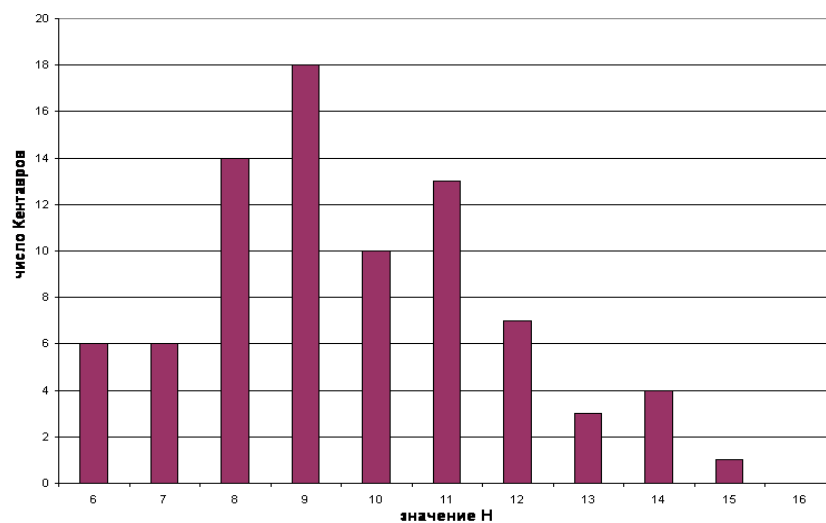


Рис. 6. Распределение 82-х Кентавров по абсолютной звездной величине H

Таблица 1. Орбитальные элементы Кентавров с кометными обозначениями

	q	e	i	P	T_j
29P/Швассманна-Вахманна 1	5,724	0,044	9,4	14,7	2,984
39P/Отерма	5,471	0,245	1,9	19,5	3,005
95P/Хирон	8,454	0,383	6,9	50,7	3,356
165P/LINEAR	6,830	0,621	15,9	76,4	3,095
166P/NEAT	8,564	0,384	15,4	51,9	3,285
167P/CINEOS	11,788	0,269	19,1	64,8	3,527
174P/Эхекл	5,826	0,457	4,3	35,1	3,032
C/2001 M10 NEAT	5,303	0,801	28,1	138	2,586
C/2004 A1 LONEOS	5,463	0,308	10,6	22,2	2,963
P/2005 S2 Скифф	6,398	0,197	3,1	22,5	3,076
P/2005 T3 Рид	6,202	0,174	6,3	20,6	3,045
C/2007 S2 Леммон	5,549	0,555	16,9	44,1	2,882
P/2008 CL94 Леммон	5,436	0,121	8,3	15,4	2,983
P/2010 C1 Скотти	5,235	0,259	9,1	18,8	2,959
P/2010 H5 Скотти	6,026	0,157	14,1	19,1	2,973
P/2011 C2 Гиббс	5,378	0,271	10,9	20,0	2,956

Примечание: q — перигелийное расстояние в а.е., e — эксцентриситет, i — наклонение, P — орбитальный период в годах, T_j — параметр Тиссерана.

Таблица 2. Орбитальные элементы известных на время исследования 82-х Кентавров

			Prov,Des,	q	Q	H	Epoch	M	Peri,	Node	Incl,	e	a
95626	(187661)	2008	FC76	10,20	19,337	9	20081130	326,7	141,3	245,6	27,1	0,309	14,77
		2008	HG67	5,01	5,406	13,9	20081130	305,3	241,8	53,8	42,5	0,038	5,21
		2008	HY21	5,41	16,57	12,1	20081130	9,9	164,4	53,3	12	0,508	10,99
		2007	TB434	8,48	8,931	14,7	20071007	359,7	1,4	12,7	9,8	0,026	8,70
		2007	VH305	8,19	40,643	11,5	20081130	355,5	248,6	165,9	6,2	0,665	24,42
		2007	RG283	15,33	24,52	8,8	20081130	303,1	149	311,8	28,8	0,231	19,93
		2007	RH283	10,52	21,378	8,2	20081130	94,5	329,7	286,4	21,4	0,34	15,95
		2007	TK422	16,77	25,637	8,7	20071007	76,1	200,3	65,2	3,1	0,209	21,20
		2007	UM126	8,51	17,304	10	20081130	50,2	104,3	184,9	41,7	0,341	12,91
		2007	RW10	20,71	40,723	7,4	20071007	47	95	187	36,2	0,326	30,72
	(145486)	2007	TJ422	9,28	29,936	11	20081130	31,5	317,2	318,6	2,9	0,527	19,61
		2007	JG43	14,28	33,963	9,3	20081130	4,9	174	62,6	33,1	0,408	24,12
		2006	AA99	25,64	28,079	11,9	20060105	360	2,3	126,8	33,4	0,045	26,86
		2006	SX368	11,96	32,537	9,5	20081130	355	70,5	280	36,3	0,462	22,25
		2005	UN524	19,67	20,996	9,1	20051017	359,9	2,8	39,5	19,3	0,033	20,33
		2005	UJ438	8,26	26,831	10,5	20081130	352,2	208,1	263	3,8	0,529	17,54
		2005	RO43	13,86	43,706	7,2	20081130	307,2	326,7	198,2	35,5	0,518	28,78
		2005	CC79	16,79	23,344	6,8	20050130	179,6	31,9	310,5	28,3	0,163	20,07
		2005	RL43	23,45	25,637	8,4	20081130	51,3	170,5	162,5	12,3	0,045	24,54
		2005	TH173	15,50	15,948	11	20051017	0,1	182,3	193,7	15,7	0,014	15,72
	(160427)	2005	VB123	17,59	17,896	10,2	20051106	0	2,8	39,5	38,9	0,009	17,74
		2004	XQ190	22,82	23,291	12	20041201	359,9	169,5	305,8	6,3	0,01	23,06
		2004	VP112	8,29	9,113	15	20041022	359,3	181	219	6,9	0,047	8,70
		2004	LR31	12,61	44,683	9,3	20081130	357,5	133,9	163,5	16,7	0,56	28,65
		2004	QQ26	19,55	26,469	9,5	20081130	26,3	356,1	197,6	21,5	0,15	23,01
		2004	CJ39	6,72	19,204	14	20040205	7,3	127,7	334,8	3,6	0,482	12,96
		2003	LH7	12,00	21,925	12,5	20030521	359,8	4,4	244,8	21,2	0,292	16,96
		2003	KQ20	8,52	12,61	13,1	20030521	359,7	357,7	252,1	5,7	0,194	10,56
		2003	WL7	14,95	25,286	8,7	20081130	350,6	70,4	4,7	11,2	0,257	20,12
		2003	QN112	16,74	33,488	12,9	20030918	341,9	220,1	148,5	7,9	0,333	25,12
	(136204)	2003	QP112	14,18	28,074	12,7	20030918	290,5	106,8	332,1	31,2	0,329	21,13
		2003	QC112	17,53	26,758	8,7	20081130	252,8	328,3	158,1	16,7	0,208	22,14
		2003	UW292	15,73	20,489	8,4	20031028	180,1	175,2	38,4	21	0,131	18,11
		2003	QD112	7,96	30,212	11	20081130	45,3	274,2	0,6	14,5	0,583	19,08
		2003	CO1	10,93	30,748	8,9	20081130	8,4	116,5	78,5	19,7	0,476	20,84
		2003	UY292	15,91	27,816	10,2	20031028	0	23,9	28,3	8,6	0,272	21,86
		2002	VG131	14,87	20,105	11,2	20021102	359,9	165,2	213,1	21,7	0,15	17,49
		2002	TK301	13,97	18,23	13,4	20020923	359,8	183	206,8	24,4	0,132	16,10
		2002	KY14	8,62	16,647	9,8	20081130	356,5	99	245,4	19,5	0,318	12,63
		2002	GZ32	18,00	28,246	6,8	20081130	325,6	155	107,4	15	0,221	23,12
		2002	PQ152	20,61	30,978	8,6	20081130	37,5	342,4	324,9	9,4	0,201	25,79
	(120061)	2002	PQ152	20,61	30,978	8,6	20081130	37,5	342,4	324,9	9,4	0,201	25,79

Таблица 2. Орбитальные элементы известных на время исследования 82-х Кентавров (*продолжение*)

			Prov,Des,	q	Q	H	Epoch	M	Peri,	Node	Incl,	e	a	
83982 55576 73480	Crantor	2002	QX47	15,96	35,198	8,9	20081130	36,5	4,1	276,2	7,3	0,376	25,58	
		2002	DH5	13,98	30,071	10,1	20081130	36,4	327,7	157	22,5	0,365	22,03	
		2002	GO9	14,07	24,939	9,1	20081130	26,9	93,5	117,5	12,8	0,279	19,50	
		2002	GB10	15,21	35,093	7,8	20081130	16,5	239,4	315,6	13,3	0,395	25,15	
	(119976)	2002	PN34	13,34	49,086	8,2	20081130	14,5	358,6	299,1	16,6	0,573	31,22	
		2002	VR130	14,72	33,081	11	20081130	10,6	218,5	181,9	3,5	0,384	23,90	
		2002	FY36	25,65	32,284	8,4	20020327	0,1	194,1	332,8	5,4	0,114	28,97	
		2002	CA249	12,74	28,681	12	20020215	0,1	182,4	313,6	6,4	0,385	20,71	
(148975)	2002	CB249	13,90	42,943	9,8	20020215	0	168,2	353,5	14	0,511	28,42		
	2001	XA255	9,34	49,738	11,2	20081130	356,5	90	106,4	12,6	0,684	29,54		
	2001	KF77	19,79	32,453	9,5	20081130	337,3	266	14,7	4,4	0,242	26,12		
	2001	XZ255	15,34	16,472	11,1	20081130	138,7	281,9	77,8	2,6	0,036	15,91		
63252	Thereus	2001	BL41	6,88	12,606	11,7	20081130	128,8	132,1	281,3	12,5	0,294	9,74	
32532		(119315)	2001	PT13	8,52	12,754	9	20081130	101,2	86,8	205,2	20,4	0,199	10,64
60558	Echeclus	2001	SQ73	14,36	20,53	9,6	20081130	78	303,9	16,2	17,4	0,177	17,44	
54598		Bienor	2000	EC98	5,84	15,691	9,5	20081130	295	162,5	173,4	4,3	0,458	10,76
	2000	QC243	13,23	19,804	7,6	20081130	257,3	152,6	337,8	20,7	0,199	16,52		
	2000	SN331	14,37	21,601	10,9	20000913	180,8	170,2	66,8	14,7	0,201	17,99		
	2000	GM137	6,96	8,86	14,3	20081130	109,6	124,9	89,7	15,8	0,12	7,91		
44594 12929	(121725)	2000	FZ53	12,43	35,178	11,4	20081130	54	291,7	202,4	34,8	0,478	23,81	
		2000	CO104	20,59	27,572	10,1	20081130	38,1	137,9	353,3	3,1	0,145	24,08	
		1999	OX3	17,65	47,17	6,8	20081130	330,5	143,9	259,1	2,6	0,456	32,41	
		1999	TZ1	5,01	5,42	9,3	20081130	294,4	128,3	200,2	43,5	0,039	5,21	
31824	Elatus	1999	JV127	10,72	22,729	10,4	19990502	179,4	0,1	3,1	25,5	0,359	16,72	
		1999	XX143	9,58	26,251	8,6	20081130	167	215,7	103,9	6,8	0,465	17,92	
		1999	UG5	7,24	16,276	10,1	20081130	92,8	281,4	87,2	5,3	0,384	11,76	
		1999	HD12	8,90	33,747	12,8	19990502	23,8	288,8	177,7	10,1	0,583	21,32	
49036	Pelion	1998	QM107	17,29	22,82	10,4	20081130	63,6	154,4	127	9,3	0,138	20,05	
33128		1998	BU48	20,47	45,855	7,2	20081130	59	282	132,8	14,3	0,383	33,16	
52975	Cyllarus	1998	TF35	16,21	36,042	9,3	20081130	51,9	300,8	52	12,6	0,38	26,12	
52872	Okyrhoe	1998	SG35	5,80	10,934	11,3	20081130	12,6	338	173,2	15,7	0,307	8,37	
10199	Chariklo	1997	CU26	13,08	18,538	6,4	20081130	27,8	242,6	300,5	23,4	0,172	15,81	
		1996	AR20	5,67	24,729	14	19960118	8,6	107,9	330,1	6,2	0,627	15,20	
		1996	RX33	19,01	28,728	9,3	19960914	0	200,5	145,4	9,4	0,204	23,87	
		1995	SN55	7,94	39,19	6	19950920	180,2	49,3	144,6	5	0,663	23,56	
10370 8405	Hylonome	1995	DW2	18,92	31,347	8	20081130	38,4	6,9	178,2	4,1	0,247	25,13	
		Asbolus	1995	GO	6,84	29,316	9	20081130	29,7	290,5	6	17,6	0,621	18,08
			1994	TA	11,65	21,822	11,5	20081130	127,2	153,9	137,6	5,4	0,304	16,74
7066	Nessus	1993	HA2	11,87	37,484	9,6	20081130	49,4	170,9	31,3	15,6	0,519	24,68	
5145	Pholus	1992	AD	8,73	31,983	7	20081130	67,5	354,9	119,4	24,7	0,571	20,36	
2060	Chiron	1977	UB	8,51	18,914	6,5	20081130	90,8	340	209,3	6,9	0,38	13,71	

В то же время афелии орбит Кентавров располагаются преимущественно в области 15–35 а.е., и распределены таким образом: 15–20 а.е. — 17%, 20–25 а.е. — 18%, 25–30 а.е. — 20%, 30–35 а.е. — 16%. Наклонения орбит Кентавров сосредоточены преимущественно в области значений от 2,6° (минимальное значение) до 25°, максимальные наклонения орбит достигают 43,5°. Орбиты Кентавров достаточно вытянуты и имеют эксцентриситеты от 0,01 до 0,68, причем наиболее часто встречающиеся значения — от 0,1 до 0,4, с максимальным количеством орбит с эксцентриситетами от 0,3 до 0,4.

Большинство орбит имеют большие полуоси в пределах от 15 до 25 а.е., причем в области 20–25 а.е. находятся полуоси 31% Кентавров, и 15–20 а.е. — 27%. В то же время существенны доли Кентавров с полуосями в пределах 25–30 а.е. (16%), 10–15 а.е. (12%), и 5–10 а.е. (9%). Наименьший процент орбит (5%) имеет большие полуоси в пределах 30–35 а.е.

Что касается распределения абсолютных звездных величин этих объектов, большинство из них имеют значения H от 8 до 12, с максимумом при 9-й звездной величине (18 Кентавров, или 22% от общего числа).

1. Horner J., Evans N.W., Bailey M.E. Simulations of the Population of Centaurs I: The Bulk Statistics // Mon. Not. of the Royal Astron. Soc. — 2004. — **354**(3). — P. 798–810.
2. Horner J., Evans N.W., Bailey M.E. Simulations of the population of Centaurs — II. Individual objects // Mon. Not. of the Royal Astron. Soc. — 2004. — **355**, Issue 2. — P. 321–329.

3. *Elliot J.L., Kern, Buie, Trilling, et al.* The Deep Ecliptic Survey: A Search for Kuiper Belt Objects and Centaurs. II. Dynamical Classification, the Kuiper Belt Plane, and the Core Population // *The Astronomical Journal*. — 2005. — **129**(2). — P. 1117–1162.
4. *Gladman B., Marsden B.G., Vanlaerhoven C.* Nomenclature in the Outer Solar System. *The Solar System Beyond Neptune* / M.A.Barucci, H.Boehnhardt, D.P.Cruikshank, and A.Morbidelli (eds.), University of Arizona Press, Tucson, 2008, 592 pp., p.43–57.
5. *Chaing E.; Buie, Grundy, Holman, et al.* A Brief History of Transneptunian Space / *Protostars and Planets V*.B.Reipurth, D.Jewitt, and K.Keil (eds.), University of Arizona Press, 2007, Tucson: 895-911.
6. *Jewitt D.C., Delsanti A.* The Solar System Beyond The Planets. *Solar System Update: Topical and Timely Reviews in Solar System Sciences*. Springer-Praxis Ed., 2006, ISBN 3-540-26056-0.
7. <http://www.minorplanetcenter.org/iau/lists/Centaurs.html>
List Of Centaurs and Scattered-Disk Objects.

Поступила в редакцию 18.11.2011