

УДК 523.64

**О двух группах долгопериодических комет**

А. С. Гулиев

Шемахинская астрофизическая обсерватория им Н. Туси Академии наук Азербайджана  
373243 Азербайджан, Шемаха, пос. Ю. Мамадалиева

*Исследованы особенности двух кометных групп, выявленных автором ранее. Установлено, что для комет первой группы характерны относительно большие перигелийные расстояния, большие наклоны орбит, значимая корреляция между  $q$  и  $B'$ , концентрирование узлов и перигелиев в двух противоположных интервалах. Эти особенности не противоречат, а некоторые из них довольно хорошо согласуются с гипотезой о наличии планеты-родоначальницы данной группы. Вторая группа весьма похожа на первую, и не исключено, что она генетически связана с ней.*

*ПРО ДВІ ГРУПИ ДОВГОПЕРІОДИЧНИХ КОМЕТ, Гулієв А. С. — Досліджено особливості двох кометних груп, виявлених автором раніше. Встановлено, що для комет першої групи характерні відносно великі перигелійні відстані, великі нахили орбіт, значна кореляція між  $q$  та  $B'$ , концентрування вузлів та перигеліїв у двох протилежних інтервалах. Ці особливості не протирічать, а деякі з них досить добре узгоджуються з гіпотезою про наявність планети-родоначальниці даної групи. Друга група дуже подібна до першої, і не виключено, що вона генетично пов'язана з нею.*

*ON TWO GROUPS OF LONG-PERIOD COMETS, by Guliev A. S. — Peculiarities of two cometary groups revealed earlier are investigated. Comets of the first group are characterized by large perihelion distances, large inclinations of orbits, correlation between  $q$  and  $B'$ , concentration of nodes and perihelia in two opposite intervals. These peculiarities do not contradict the hypothesis of planet-source of this group, and some of them agree quite well with it. The second group is similar to the first one, and it is likely to be genetically related to it.*

**ВВЕДЕНИЕ**

В работе [2] из общей совокупности 724 долгопериодических комет по признаку удаленных узловых расстояний  $R$  были выделены две группы из 25 и 11 комет. По нашему предположению, они являются причиной наблюдающейся концентрации перигелиев кометных орбит вблизи плоскости с параметрами

$$\Omega = 94.2^\circ; \quad I = 87.4^\circ. \quad (1)$$

Источниками этих кометных групп, по версии автора, могут быть планетные или крупные койперовские тела в удаленных районах Солнечной

системы. Если эта гипотеза верна, то у всех комет, входящих в группу, могут обнаружиться и другие общие свойства, отличающие их от общей совокупности долгопериодических комет. В настоящей работе делается попытка обнаружения таких особенностей, которые могли бы рассматриваться как дополнительный аргумент в пользу гипотезы планеты-родоначальницы.

#### РЕЗУЛЬТАТЫ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА КОМЕТНЫХ ГРУПП

Под общей совокупностью подразумеваются 724 кометы, данные о которых заимствованы из [3] и телеграмм Международного Астрономического Союза за 1996—1999 гг. По количеству объектов первая группа более презентабельна; недавно она пополнилась еще двумя кометами и в настоящее время состоит из 27 объектов. Некоторые параметры этих комет приведены в таблице. Удаленные узлы орбит комет этой группы относительно плоскости (I) концентрируются в интервале от 250 до 401 а. е. Одна из них,

Некоторые параметры комет первой и второй группы

Комета	q	e	$\Omega'$ , град	$\omega'$ , град	$i'$ , град	$L'$ , град	$B'$ , град	R, а. е.
I группа								
C/1952 M1	1.20193	0.999739	314.31	90.30	82.78	46.68	-7.78	250.2
C/1989 Y2	1.97582	1	7.24	139.07	75.85	175.28	9.88	250.2
C/1846 B1	1.48070	0.992403	340.26	174.79	129.65	163.59	4.01	252.3
C/1980 E1	3.36395	1.057322	359.38	2.92	87.38	359.51	22.97	259.0
C/1946 K1	1.01825	1	5.12	352.82	85.06	4.50	-7.153	259.7
C/1739 K1	0.67358	1	230.93	5.72	69.40	232.94	5.35	270.7
C/1897 U1	1.35668	1	115.43	252.04	117.04	240.90	-7.15	276.5
C/1847 N1	1.76606	0.998589	81.25	8.64	68.53	84.43	8.03	277.1
C/1748 K1	0.62536	1	119.16	174.65	119.08	301.76	4.68	286.8
C/1845 L1	0.40108	1	45.79	4.23	76.03	46.81	4.11	294.0
C/1968 U1	2.60907	1	220.81	10.72	74.73	223.66	10.34	298.8
C/1698 R1	0.72865	1	4.25	354.38	104.23	5.64	-5.44	303.5
C/1998 M2	2.73343	1	337.91	57.02	27.93	31.61	-5.01	311.7
C/1850 J1	1.08143	0.998599	354.96	354.75	153.92	359.69	-2.62	317.4
C/1898 V1	2.28459	0.999507	358.13	170.47	108.27	181.14	9.04	320.3
C/1911 O1	0.48943	0.997005	165.80	44.13	54.81	194.69	-0.24	324.9
C/1963 W1	2.08740	1	359.38	189.19	90.47	179.30	-9.19	325.3
C/1998 U1	4.06998	1	200.84	347.20	83.15	199.28	-12.71	327.4
C/1890 O1	0.76409	1	117.98	263.16	99.88	242.96	5.35	339.9
C/1920 X1	1.14789	0.994081	353.71	182.16	106.98	173.07	-2.07	345.3
C/1914 S1	0.71276	0.998666	102.06	184.20	88.13	282.20	-4.20	354.7
C/1955 G1	4.49568	1.002791	46.28	13.44	59.65	53.16	11.57	365.2
C/1785 A1	1.14340	1	341.84	173.65	16.46	155.75	1.79	373.2
C/1925 F2	1.63330	0.995116	153.10	175.12	88.30	332.95	4.88	383.6
C/1998 K3	3.53934	1	11.53	10.97	77.99	13.84	10.73	387.2
C/1822 N1	1.14510	0.996316	183.83	185.46	146.73	359.27	-2.03	396.5
C/1905 W1	1.05220	1	210.64	354.13	68.60	208.49	-5.46	401.9
II группа								
C/1871 L1	1.08336	1	253.78	5.44	60.73	256.45	4.75	480.4
C/1980 V1	1.51955	0.994657	79.82	357.81	113.19	80.69	-2.02	499.2
C/1944 H1	2.41086	0.9935	164.54	175.50	93.61	344.83	4.49	502.8
C/1948 N1	2.51721	0.999352	211.02	253.44	135.96	323.50	5.28	533.2
C/1958 R1	1.62820	0.999866	122.77	107.29	54.33	240.87	-5.06	539.2
C/1855 V1	1.23098	1	6.52	225.30	102.03	174.63	-5.35	539.9
C/1972 E1	0.92721	0.998126	235.43	277.27	110.81	305.67	-2.89	556.7
C/1877 G1	0.94998	0.998701	47.61	3.71	56.07	49.69	3.08	559.9
C/1932 M1	1.64741	1.000602	287.42	136.02	27.27	66.80	2.98	564.4
C/1907 T1	0.98295	1	49.57	279.29	136.96	126.95	3.25	569.2
C/1695 U1	0.04230	1	60.16	359.02	15.49	59.22	-0.26	577.8

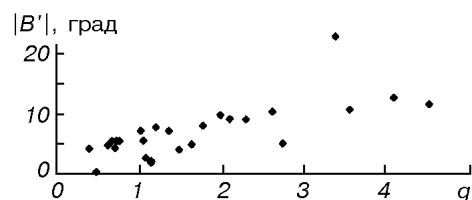


Рис. 1. Зависимость между  $|B'|$  и  $q$  для комет первой группы

C/1980 E1, имеет заметный гиперболический избыток эксцентриситета ( $e = 1.057322$ ).

В результате анализа данной группы удалось выявить следующие особенности.

1. Обнаружена значительная корреляционная зависимость (рис. 1) между перигелийными расстояниями  $q$  и абсолютными значениями широт перигелиев  $|B'|$  относительно плоскости (1). Коэффициент корреляции  $K$  для всей группы составляет 0.734; для комет с точными эксцентриситетами  $K = 0.770$ . Покажем, что это не следствие способа отбора комет. Расстояние удаленного узла вычисляется по приближенной формуле

$$R = 2q/(1 - |\cos\omega'|), \quad (2)$$

а аргумент перигелия  $\omega'$  относительно плоскости (1), в свою очередь, связан с широтой перигелия:

$$\omega' = \arcsin(\sin B' / \sin i').$$

Поскольку рассматривается ограниченный интервал  $R$ , то наличие корреляционной зависимости между указанными величинами не исключается. Расчеты показывают, что частный коэффициент корреляции между  $|B'|$  и  $q$  при фиксированном  $\cos\omega'$  составляет 0.753, а при фиксированном  $\sin\omega'$  он равняется 0.741. Стало быть, найденная корреляционная зависимость является реальной. С другой стороны, кометы с  $R < 250$  а. е. и  $R > 620$  а. е. таким свойством не обладают. Итак, можно утверждать, что найденная зависимость является отличительной особенностью выделенной группы, хотя и не подтверждает исходную гипотезу явно.

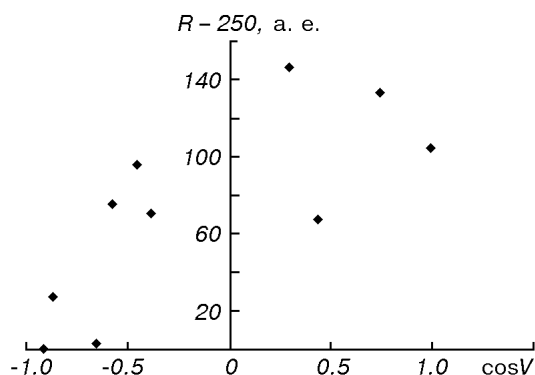
2. Обнаружен явный дефицит комет в областях  $i' < 54^\circ$  и  $i' > 130^\circ$  ( $i'$  — наклон кометной орбиты относительно плоскости (1)), чего не наблюдается для общей совокупности 724 комет. Такая особенность согласуется с гипотезой планеты-родоначальницы. Дело в том, что кометы, вышедшие из сферы влияния планеты при малых наклонах, должны получить относительно большие перигелийные расстояния. Они же могут получить гиперболические эксцентриситеты и покинуть пределы Солнечной системы. Вероятность образования комет с отрицательными наклонами относительно мала.

3. Кометы первой группы имеют относительно большие перигелийные расстояния. Среднее значение  $q = 1.688$ ; среднее квадратичное отклонение 1.123. Для общей совокупности 724 комет (не считая крейцовских)  $q = 1.270$ ; среднее квадратичное отклонение 1.163. Нормированная разность составляет

$$Z = (1.688 - 1.270) / \sqrt{1.123/30 + 1.163/724} = 2.19,$$

что значимо при доверительной вероятности 0.95. Данная особенность может быть вызвана как влиянием условия отбора, так и внешним фактором. С одной стороны, между величинами  $R$  и  $q$  есть некоторая связь (формула (2)). С другой стороны, для 55 долгопериодических комет с узловыми расстояниями  $R > 401$  а. е.,  $\bar{q} = 1.612$  а. е., что находится между

Рис. 2. Зависимость  $R(\cos V)$  для 10 комет с точными эксцентриситетами



двумя найденными значениями. Следовательно, одним только внешним фактором эффект объяснить нельзя.

4. Не удалось найти статистическую зависимость между расстояниями удаленных узлов и долготой  $V$  (такая зависимость имела бы место при справедливости исходной гипотезы и в случае эксцентриситеты орбиты планеты-родоначальницы). Однако, если рассматривать только кометы с точными эксцентриситетами орбиты и вести отчет с долготы  $V = 111^\circ$  (долготы отсчитываются от точки восходящего узла плоскости (1)), то коэффициент корреляции между  $R$  и  $\cos V$  достигает  $K = 0.751$  (рис. 2). Видимо, по мере увеличения численности комет и уточнения значений  $e$  к этому вопросу следует еще раз вернуться.

5. В распределении долгот перигелиев наблюдается явная диспропорция — 24 перигелия из 27 сконцентрированы в двух противоположных интервалах:  $155\text{—}243^\circ$  и  $332\text{—}53^\circ$ . Вероятность случайности такого распределения слишком мала. Интерпретировать эту диспропорцию сложно. Не исключено, что она является простым следствием условия видимости или открытия комет — эти интервалы соответствуют околоэклиптикальной зоне, где кометы открываются относительно часто. Но однозначно сослаться на это обстоятельство также трудно, так как центры интервалов все же отклонены от эклиптики ( $19^\circ$  и  $12^\circ$  соответственно). Следует напомнить, что для кометных семейств известных планет эффект концентрирования перигелиев известен, и в [1] этому факту дано соответствующее объяснение. По этой особенности выделенная группа очень напоминает кометные семейства известных планет.

6. Крайне неравномерно распределены и долготы удаленных узлов. В интервалах  $153\text{—}191^\circ$  лежат восемь узлов, а в интервале  $340\text{—}7^\circ$  — семь из 27. Это в три раза больше, чем при равномерном распределении долгот узлов.

Вторая группа комет (см. таблицу) малочисленна. Все же в ней, как и в первой группе, обнаружена корреляционная связь между величинами  $R$  и  $|B'|$  (коэффициент корреляции 0.659), неравномерное распределение наклонов: 9 из 11 значений параметра  $i'$  попадают в интервал  $54\text{—}137^\circ$ , что в полтора раза выше нормы. Среднее значение перигелийных расстояний составляет  $1.358 \pm 0.704$ . Интервал изменения параметра  $B'$  намного уже, чем в первой группе.

Следует отметить, что наличие кометных пар в рассматриваемых группах (они могут образоваться в результате распада отдельных кометных ядер) могло бы повлиять на распределение параметра  $R$  и привести к сгущениям в отдельных интервалах. Однако лишь две кометы (C/1980 E1 и 1998 K3) претендуют на такую роль, и вряд ли оказывают существенное влияние на результаты.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Главным итогом настоящей работы является доказательство наличия характерных особенностей рассматриваемых групп комет. Эти группы во многом отличаются от общей совокупности. Исходной гипотезе лучше всех соответствуют обнаруженные особенности 2, 3, 4. Они полностью объяснимы в рамках гипотезы планеты-родоначальницы. Особенности 1, 5, 6 также не противоречат ей. Вторая группа комет похожа на первую. Возможно, что она генетически связана с первой группой и отделилась от нее в ходе длительных динамических процессов. К сожалению, нет достаточно полных данных о физических характеристиках комет обеих групп, анализ которых мог бы быть полезным. Вполне вероятно, что дальнейшее изучение этих групп по мере увеличения популяции даст ценную информацию для понимания природы, структуры, формирования и происхождения системы долгопериодических комет.

1. Гулиев А. С. Особенности кометных семейств больших планет: Автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук. — Киев, 1982.—15 с.
2. Гулиев А. С. Результаты исследования узловых расстояний долгопериодических комет // Кинематика и физика небес. тел.—1999.—15, № 1.—С. 85—92.
3. Marsden B. G. Catalogue of cometary orbits. — Cambridge: IAU, 1996.—110 p.

Поступила в редакцию 04.10.99