

УДК 523.64

О. В. Калиничева, В. П. Томанов

Вологодский государственный педагогический университет
160035 Россия, Вологда, ул. Сергея Орлова 6

О гипотезе генетической связи комет с Плутоном и с транснептуновым объектом 2003 UB 313

Анализируется гипотеза Гулиева о транснептуновых объектах как источниках комет. Выполнено численное интегрирование уравнений движения 137 почти параболических комет на временном интервале 5000 лет. Не выявлено взаимодействий 78 комет с транснептуновым объектом 2003 UB 313: кометы не приближались к нему на расстояние менее 3 а.е. Показано, что 59 комет-кандидатов в семейство Плутона приближались к нему на расстояние более 0.7 а. е. Сделан окончательный вывод о несостоятельности гипотезы Гулиева о транснептуновых объектах как источниках комет.

ПРО ГІПОТЕЗУ ГЕНЕТИЧНОГО ЗВ'ЯЗКУ КОМЕТ З ПЛУТОНОМ ТА ТРАНСНЕПТУНОВИМ ОБ'ЄКТОМ 2003 UB 313, Калінічева О. В., Томанов В. П. — Аналізується гіпотеза Гулієва про транснептунові об'єкти як джерела комет. Виконано числове інтегрування рівнянь руху 137 майже параболических комет на часовому інтервалі 5000 р. Не виявлено взаємодії 78 комет із транснептуновим об'єктом 2003 UB 313: комети не наближувались до нього на відстань менше ніж 3 а. о. Показано, що 59 комет-кандидатів у сімейство Плутона наближались до нього на відстань понад 0.7 а. о. Зроблено остаточний висновок про необґрунтованість гіпотези Гулієва про транснептунові об'єкти як джерела комет.

A CONSIDERATION OF THE HYPOTHESIS ON GENETIC CONNECTION BETWEEN COMETS AND PLUTO AND THE TRANSNEPTUNIAN OBJECT 2003 UB 313, by Kalinicheva O. V., Tomanov V. P. — The Guliev hypothesis on transneptunian objects as sources of comets is analyzed. We performed a numerical integration of the equations of motion for 137 near-parabolic comets over a time interval of 5000 years. No interactions of 78 comets with the transneptunian object 2003 UB 313 are revealed: the comets did not near it for a distance less than 3 AU. It is shown that 59

comets which are candidates to Pluto's family approached Pluto for a distance more than 0.7AU. The following conclusion can be reached: the Guliev hypothesis on transneptunian objects as sources of comets broke down.

В работах [2—4] А. С. Гулиев и Ш. А. Набиев излагают гипотезу о происхождении комет в системе Плутона. Космогонические построения ведутся по следующей схеме.

1. Подсчитано число узлов кометных орбит на плоскости движения Плутона

$$i = 17.1 ; \quad = 110^\circ \quad (1)$$

в интервале гелиоцентрических расстояний

$$q = 29.5 \text{ а. е.} < R < 49.5 \text{ а. е.} = Q, \quad (2)$$

где q и Q — перигелийное и афелийное расстояния орбиты Плутона.

Оказалось, что на интервале (2) расположено 59 узлов из общего числа дальних узлов 724 почти параболических комет (период больше 1000 лет). 59 комет (табл. 1) считаются кандидатами в «семейство» Плутона. Четыре из них по данным [5] не имеют узлов в интервале (2): C/1490 Y1, C/1999 J2, C/1999 S3, C/2001 G1.

2. Вторую задачу А. С. Гулиев и Ш. А. Набиев формулируют следующим образом: «Выявить степень различия отобранных комет от общей совокупности». Для решения этой задачи применяются методы математической статистики и теории вероятностей. В конечном итоге авторы заключают, что предположение о взаимосвязи комет с Плутоном касается лишь 2-3 % общей совокупности известных комет. Конкретные кометы, динамически связанные с Плутоном, не называются.

3. Качественно обсуждаются физические механизмы, которые могли бы обеспечить «производство» комет Плутоном: механизм захвата, эруптивный и столкновительный механизмы.

Для выявления связи комет с Плутоном принят единственный критерий: близость кометных орбит к орбите Плутона. Близкими к орбите Плутона принимаются орбиты, узел которых лежит в интервале гелиоцентрических расстояний (2). Однако близость кометных орбит к орбите планеты более точно может характеризовать величина межорбитального расстояния r_{\min} . Минимальное расстояние r_{\min} между орбитами двух тел можно представить как минимальное расстояние между телами, движущимися по кеплеровым орбитам. Положение тела на орбите с известными элементами зависит от истинной аномалии θ . Таким образом, расстояние r_{\min} между двумя телами определяется как функция $r_{\min} = r_{\min}(\theta_1, \theta_2)$. Задачу нахождения минимума функции $r_{\min}(\theta_1, \theta_2)$ можно решить численно, используя методы минимизации функции двух переменных.

Мы вычислили минимальное расстояние r_{\min} кометных орбит от орбиты Плутона (вторая графа табл. 1). Видно, что для 27 комет $r_{\min} > 1 \text{ а. е.}$ Вряд ли эти кометы могли быть динамически связаны с Плуто-

Таблица 1. Минимальные расстояния r_{\min} между Плутоном и кометами

| Комета | r_{\min} , а. е. | r_{\min} , а. е. | Комета | r_{\min} , а. е. | r_{\min} , а. е. |
|------------------|--------------------|--------------------|------------------|--------------------|--------------------|
| C/1018 P1 | 0.93 | 17.26 | C/1974 V2 | 1.01 | 24.87 |
| C/1110 K1 | 0.63 | 47.02 | C/1975 V1-A | 0.34 | 30.08 |
| C/1345 O1 | 0.13 | 47.24 | C/1980 E1 | 0.48 | 25.51 |
| C/1362 E1 | 0.07 | 47.22 | C/1980 L1 | 0.02 | 29.67 |
| C/1490 Y1 | 15.08 | 26.83 | C/1986 E1 | 0.12 | 1.5 |
| C/1743 C1 | 0.17 | 5.12 | C/1986 N1 | 0.87 | 20.91 |
| C/1781 M1 | 0.98 | 35.53 | C/1988 B1 | 2.36 | 28.65 |
| C/1785 A1 | 1.62 | 24.27 | C/1988 C1 | 1.27 | 28.82 |
| C/1796 F1 | 1.89 | 17.46 | C/1989 A1 | 1.55 | 25.85 |
| C/1798 X1 | 0.98 | 39.46 | C/1991 T2 | 3.64 | 28.82 |
| C/1825 P1 | 0.08 | 45.17 | C/1997 A1 | 1.80 | 22.87 |
| C/1844 Y1 | 0.08 | 46.92 | C/1998 M2 | 0.61 | 27.01 |
| C/1846 B1 | 0.22 | 12.4 | C/1999 J2 | 5.43 | 26.49 |
| C/1853 W1 | 1.65 | 46.71 | C/1999 K3 | 2.53 | 14.5 |
| C/1860 U1 | 0.69 | 48.45 | C/1999 K8 | 2.93 | 2.87 |
| C/1864 N1 | 0.17 | 4.2 | C/1999 L3 | 0.10 | 0.4 |
| C/1874 X1 | 1.10 | 19.66 | C/1999 N2 | 0.04 | 29.40 |
| C/1879 M1 | 0.45 | 48.00 | C/1999 S2 | 7.52 | 19.01 |
| C/1887 B2 | 0.05 | 1.39 | C/1999 S3 | 18.04 | 18.3 |
| C/1887 B3 | 2.18 | 5.57 | C/1999 S4 | 1.87 | 33.12 |
| C/1888 D1 | 0.92 | 1.3 | C/2001 RX14 | 1.46 | 36.29 |
| C/1903 H1 | 1.14 | 46.05 | C/2001 G1 | 5.29 | 32.38 |
| C/1904 Y1 | 1.25 | 35.68 | C/2002 A3 | 0.42 | 35.79 |
| C/1906 V1 | 0.37 | 0.1 | C/2002 C2 | 2.06 | 6.35 |
| C/1917 H1 | 0.96 | 10.25 | C/2002 L9 | 1.42 | 19.54 |
| C/1947 F2 | 0.13 | 36.07 | C/2002 Q5 | 0.33 | 39.31 |
| C/1963 W1 | 0.23 | 20.29 | C/2002 T7 | 0.34 | 43.58 |
| C/1964 P1 | 0.93 | 29.05 | C/2003 H2 | 0.01 | 0.7 |
| C/1972 L1 | 5.36 | 27.95 | C/2003 U1 | 1.14 | 0.8 |
| C/1974 V1 | 4.05 | 31.57 | | | |

ном, радиус сферы действия которого $= 0.026$ а. е. С другой стороны, для семи комет $r_{\min} < 0.1$ а. е., среди них комета C/2003 H2, орбита которой отстоит от орбиты Плутона на расстояние $r_{\min} = 0.01$ а. е. $< .$ Однако факт близости кометных орбит к орбите Плутона отнюдь не достаточен для доказательства связи комет с планетой. Если даже орбиты пересекаются, то это не значит, что в точке пересечения одновременно окажутся и комета, и планета. Ниже покажем, что минимальные расстояния от комет до планеты составляют десятки астрономических единиц.

Если Плутон порождает кометы в результате извержения или столкновения, то кометная орбита должна начинаться на поверхности планеты. Если в основе происхождения комет лежит механизм захвата, то комета должна была пройти через сферу действия планеты. Это означает, что минимальное расстояние кометы от планеты должно быть меньше радиуса сферы действия Плутона ($r_{\min} < = 0.026$ а. е.).

Для вычисления мы провели численное интегрирование уравнений движения комет на временном интервале 5000 лет от 2000 г. до –3000 г. Интегрирование уравнений движений проводилось на основе интегратора Эверхарта и планетной эфемериды Стэндиша DE406 на 6000 лет, шаг интегрирования 3 сут, формальная точность интегрирования 10^{-13} а. е. Учитывались возмущения от всех больших планет, Плутона и некоторых астероидов главного пояса. Учет негравитационных возмущений не производился, поскольку для почти параболических комет в среднем они меньше, чем для короткопериодических, и находятся в пределах ошибки вычислений.

Список из 59 комет-кандидатов в «семейство» Плутона (табл. 1) разделим на две группы: 1) кометы с периодом $P > 5000$ лет, которые на интервале 5000 лет проходили через зону планет только один раз. Всего таких комет 48; 2) кометы с $P < 5000$ лет, которые на исследуемом интервале времени проходили через перигелий два и более раз. Таких комет всего 11, в табл. 1 они выделены жирным шрифтом.

Для комет первой группы наибольшее сближение Плутона и кометы может быть достигнуто не более чем через 100 лет от момента прохождения через перигелий. На таком коротком интервале ошибки вычисления r_{\min} , вызванные неточностью в определении элементов орбит, много меньше точности представленных результатов (табл. 1). Проиллюстрируем это утверждение на следующем примере. Значения для максимальной погрешности определения элементов орбит почти параболических комет (табл. 2) получены из сравнения каталогов [5] и JPL [<http://ssd.jpl.nasa.gov/>]. Далее проведено интегрирование уравнений движения пучка комет с элементами орбит, равномерно распределенными в пределах погрешности. Полученное минимальное расстояние r_{\min} между кометами и Плутоном для кометы C/1999 N2 ($e = 1$) приведено в табл. 3. Минимальное расстояние r_{\min} от Плутона для этой кометы достигается около перигелия и практически не изменяется для любых элементов орбит, используемых в исследовании. Таким образом, погрешность вычисления r_{\min} , вызванная неточностью в определении начальных элементов орбит, для комет за 5000 лет, однократно проходящих через планетную систему, оказывается меньше результирующей погрешности 0.01 а. е., представленной в табл. 1.

Таблица 2. Максимальные значения возможной погрешности в определении начальных элементов орбит почти параболических комет

| Погрешность | Значение для современных комет | Значение для «древних» комет |
|-------------|--------------------------------|------------------------------|
| q , а. е. | 0.0001 | 0.02 |
| e | 0.00005 | 0.005 |
| | 0.001° | 0.5 |
| | 0.005° | 1 |
| i | 0.001° | 0.5 |
| T_0 , сут | 0.1 | 1 |

Таблица 3. Возможные минимальные расстояния между Плутоном и пучком комет с элементами орбит, равномерно распределенными в пределах погрешности

| C/1999 N2 | | C/1490 Y1 | |
|--------------------|-----------|--------------------|------------|
| r_{\min} , а. е. | Дата | r_{\min} , а. е. | Дата |
| 29.423787 | 4.08.1999 | 26.898095 | 13.12.1495 |
| 29.423754 | 4.08.1999 | 26.926326 | 01.12.1495 |
| 29.423778 | 4.08.1999 | 26.899778 | 04.11.1495 |
| 29.423789 | 4.08.1999 | 26.879940 | 10.11.1495 |
| 29.423821 | 4.08.1999 | 26.798052 | 01.12.1495 |
| 29.423836 | 4.08.1999 | 26.908361 | 14.10.1495 |
| 29.423860 | 4.08.1999 | 26.855836 | 18.01.1496 |
| 29.423784 | 4.08.1999 | 26.848643 | 14.02.1496 |
| 29.423749 | 4.08.1999 | 26.920537 | 04.15.1495 |

Заметим, что в первой группе комет есть пять комет, для которых погрешность в определении элементов орбит оказывается гораздо больше — это кометы, наблюдавшиеся в XI—XV веках. В третьей графе табл. 2 приведено значение максимальной погрешности для этих пяти комет. Минимальные расстояния r_{\min} между Плутоном и кометой C/1490 Y1, найденные аналогичным методом, приведены в табл. 3. Погрешность определения r_{\min} для «древних комет» становится гораздо больше, чем в предыдущем случае и составляет 0.05 а. е. Тем не менее, поскольку r_{\min} для этих комет составляет десятки астрономических единиц (табл. 1), то полученная погрешность (< 0.5 %) на результат и выводы этой работы абсолютно не повлияют.

Исследование минимальных расстояний между орбитами Плутона и комет из второй группы (с периодом обращения $P < 5000$ лет)

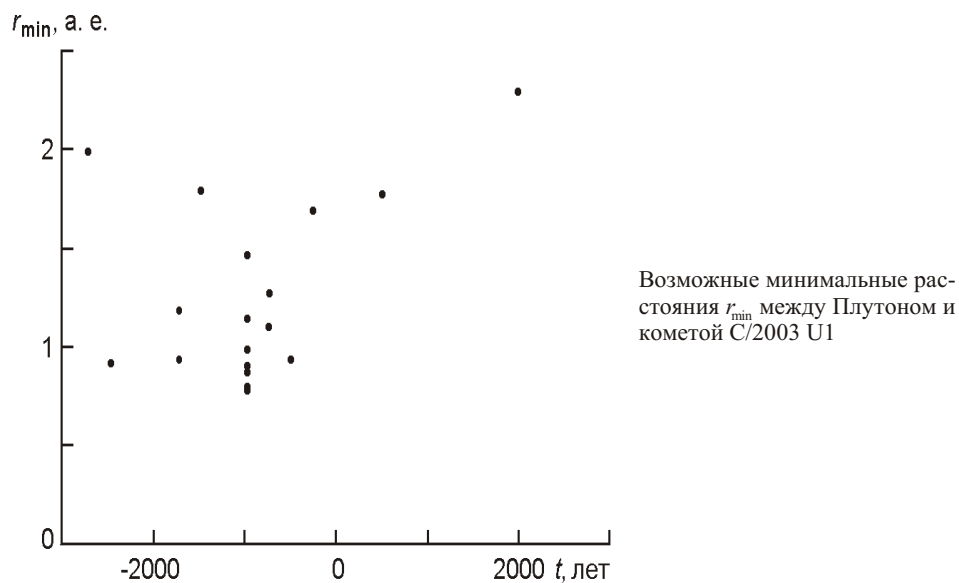


Таблица 4. Минимальные расстояния r_{\min} между кометами и Эридой

| Комета | r_{\min} , а. е. | r_{\min} , а. е. | Комета | r_{\min} , а. е. | r_{\min} , а. е. |
|-------------|--------------------|--------------------|-------------|--------------------|--------------------|
| C/2001 W1 | 2.97 | 99.34 | C/2002 R3 | 3.41 | 97.48 |
| C/1991 Q1 | 2.52 | 96.23 | C/1892 W1 | 0.25 | 59.40 |
| C/1943 W1 | 0.50 | 95.97 | C/1930 E1 | 2.94 | 31.81 |
| C/2002 P1 | 9.13 | 100.28 | C/1790 A1 | 0.37 | 30.18 |
| C/2002 F1 | 2.42 | 97.13 | C/1948 R1 | 4.84 | 91.23 |
| C/1997 G2 | 3.77 | 91.52 | C/1997 BA6 | 3.16 | 96.58 |
| C/1304 Y1 | 2.55 | 44.40 | C/2003 L2 | 1.60 | 36.57 |
| C/2003 K1 | 0.81 | 9.08 | C/1989 X1 | 0.04 | 69.56 |
| C/1968 L1 | 5.59 | 80.77 | C/1999 K3 | 1.26 | 13.47 |
| C/1925 F2 | 2.38 | 15.54 | C/2003 G1 | 2.73 | 90.19 |
| C/1973 N1 | 13.33 | 15.71 | C/1968 Q2 | 0.95 | 96.14 |
| C/1999 T3 | 0.22 | 92.08 | C/2005 L2 | 0.22 | 62.57 |
| C/1997 J1 | 6.75 | 51.31 | C/2004 X2 | 0.17 | 92.62 |
| C/1900 B1 | 0.71 | 91.18 | C/2001 A2 | 0.06 | 92.40 |
| C/2004 K1 | 14.95 | 27.90 | C/1881 W1 | 0.82 | 59.63 |
| C/1853 G1 | 8.18 | 16.34 | C/1999 K8 | 5.94 | 94.37 |
| C/1860 U1 | 0.19 | 84.01 | C/2000 CT54 | 1.13 | 102.53 |
| C/1973 D1 | 3.06 | 85.81 | C/1997 A1 | 2.66 | 91.72 |
| C/1538 A1 | 0.10 | 53.99 | C/1618 V1 | 1.96 | 60.35 |
| C/2001 O2 | 1.66 | 94.92 | C/1884 A1 | 0.17 | 44.68 |
| C/1999 J4 | 3.94 | 69.55 | C/1940 O1 | 4.03 | 7.43 |
| C/1810 Q1 | 1.63 | 3.03 | C/1888 P1 | 0.35 | 32.18 |
| C/1857 D1 | 3.17 | 4.01 | C/1892 F1 | 2.78 | 44.14 |
| C/2003 G2 | 7.42 | 40.77 | C/1968 U1 | 0.02 | 10.39 |
| C/1857 O1 | 1.81 | 6.41 | C/2004 B1 | 2.68 | 44.80 |
| C/1723 T1 | 1.50 | 3.03 | C/2004 L2 | 4.57 | 53.62 |
| C/1980 E1 | 6.39 | 62.36 | C/1989 Q1 | 1.48 | 14.14 |
| C/2004 DZ61 | 20.38 | 19.79 | C/1582 J1 | 0.29 | 12.92 |
| C/1903 M1 | 1.07 | 41.53 | C/2001 A1 | 1.30 | 10.48 |
| C/1861 J1 | 0.10 | 11.33 | C/2003 V1 | 1.38 | 73.06 |
| C/2003 S4 | 3.60 | 8.19 | C/2003 J1 | 7.54 | 15.86 |
| C/2004 U1 | 1.19 | 103.39 | C/1952 Q1 | 4.97 | 52.51 |
| C/1989 A5 | 4.61 | 59.11 | C/1896 C1 | 0.11 | 82.50 |
| C/1822 K1 | 1.84 | 74.03 | C/1796 F1 | 1.76 | 63.77 |
| C/1992 U1 | 0.55 | 85.70 | C/2002 V2 | 9.40 | 77.00 |
| C/1986 E1 | 13.15 | 15.31 | C/1990 E1 | 1.42 | 15.86 |
| C/1987 Q1 | 1.65 | 67.53 | C/1981 H1 | 0.23 | 82.45 |
| C/1813 G1 | 3.70 | 71.08 | C/1956 F1-A | 1.52 | 19.88 |
| C/1880 G1 | 1.02 | 65.10 | C/2000 OF8 | 2.98 | 73.67 |

представляется более сложной задачей. В данном случае вычисленное значение минимального расстояния r_{\min} может быть получено в любой момент на исследуемом интервале, и погрешность в определении r_{\min} может быть существенна. На рисунке приведены значения r_{\min} между Плутоном и пучком комет с элементами орбит, равномерно распределенными в пределах погрешности (табл. 2) около орбиты кометы C/2003 U1. В этом случае можно определить наиболее вероятную дату сближения и нижнюю границу значения r_{\min} . Так, для семи из 19 орбит наибольшее сближение с Плутоном происходило в -976 ± 1 году, при этом $r_{\min} = 0.8$ а. е. Отметим, что выбор равномерного распределения для пучка рассматриваемых комет, видимо, накладывает более строгое ограничение на значение максимальной вероятности характеристик наибольшего сближения между кометами и планетой. Если распределение элементов орбит не равномерное, а нормальное, то вероятность будет еще больше. В табл. 1 приведено нижнее значение r_{\min} для 11 комет второй группы. Для двух комет этой группы (C/1906 V1, C/1999 L3) r_{\min} может быть меньше 0.5 а. е., но не меньше радиуса сферы действия Плутона. Таким образом, 48 комет с периодом обращения $P > 5000$ лет на интервале от -3000 г. до 2000 г. рядом с Плутоном не проходили. Минимальное расстояние между ними и Плутоном $r_{\min} \gg$ (в среднем 20—40 а. е.), поэтому на исследуемом интервале ни генетически, ни динамически они с Плутоном связаны быть не могли. Для комет с периодом $P < 5000$ лет расстояние r_{\min} от Плутона в среднем меньше, чем для предыдущих, но через его сферу действия на исследуемом интервале они не проходили.

Эрида — транснептуновый объект 136199 Eris, предварительное обозначение 2003 UB 313. Данный транснептуновый объект движется в плоскости

$$= 35.879, \quad i = 44.169 \quad (3)$$

по довольно вытянутой орбите: эксцентриситет $e = 0.4405$, перигелийное расстояние 37.89 а. е., афелийное расстояние 97.54 а. е. По результатам измерения с помощью телескопа им. Хаббла (<http://arxiv.org/abs/astro-ph/0604245>) диаметр Эриды равен 2400 ± 100 км. Масса Эриды, определенная с помощью ее спутника, равна $m = 1.66 \cdot 10^{22}$ кг. Таким образом, по размерам и массе Эрида несколько больше Плутона. Радиус сферы действия Эриды в афелии составляет $= Q(m/m_{\odot})^{0.4} = 0.057$ а. е.

Благодаря относительно большой массе Эрида могла бы оказывать возмущающее действие на движение комет. Очевидно, что динамическую связь с планетой могли бы иметь лишь те кометы, орбиты которых располагаются вблизи с орбитой Эриды. Таковыми могут быть кометные орбиты, узел которых лежит около орбиты планеты. Для статистики используем почти параболические кометы (период $P > 200$ лет) с перигелийным расстоянием $q > 0.1$ а. е. по каталогу [5].

Эклиптические элементы кометных орбит этого каталога пересчитаны в систему координат, где в качестве основной плоскости принята плоскость (3). Из каталога выбраны орбиты, узел которых лежит на гелиоцентрических расстояниях R в интервале

$$q = 37 \text{ а. е.} < R < 97.5 \text{ а. е.} = Q, \quad (4)$$

где q и Q — перигелийное и афелийное расстояние орбиты Эриды. Всего комет, удовлетворяющих условию (4), 78 (табл. 4). Заметим, что такая селекция орбит по величине R дает весьма приближенное представление о взаимном геометрическом соотношении кометных и планетной орбиты. Более информативна величина минимального расстояния r_{\min} кометной и планетной орбиты. Значение r_{\min} для 78 комет приведено во второй графе табл. 4. Наименьшее $r_{\min} = 0.02 \text{ а. е.}$ имеет комета C/1968 U1. Для 56 комет из 78 $r_{\min} > 1 \text{ а. е.}$

Малые значения r_{\min} свидетельствуют лишь о геометрической близости кометных орбит к орбите Эриды. Космогоническая гипотеза, основанная на физическом взаимодействии комет с планетой, должна содержать доказательства о реальном малом расстоянии между взаимодействующими объектами. В данном случае минимальное расстояние r_{\min} кометы от планеты не должно быть больше радиуса сферы действия Эриды. Такие сближения комет с планетами называют тесными. С целью выявить тесные сближения комет с Эридой мы провели численное интегрирование уравнений движения комет на временном интервале 5000 лет от 2000 г. до –3000 г. Для вычислений применена программная система ЭПОС, созданная в ГАО РАН. При вычислениях не учитывались негравитационные эффекты, поскольку их трансверсальный и радиальный компонент в каталоге Марсдена и Уильямса приведен лишь для двух комет: C/1989 Q1 и C/2001 A2.

В третьей графе табл. 4 приведены минимальные расстояния r_{\min} от комет до Эриды. Как видим, ни одна комета не прошла через сферу действия Эриды. Ближе всего к Эриде прошла комета C/1810 Q1, наименьшее расстояние $r_{\min} = 3.027 \text{ а. е.}$ Для семи комет $r_{\min} < 10 \text{ а. е.}$ Для остальных комет величина r_{\min} выражается десятками астрономических единиц. Таким образом, бессмысленно говорить об Эриде как источнике комет.

Некоторые исследователи [1] ошибочно полагают тождественность величины минимального расстояния r_{\min} между орбитой планеты и орбитой кометы и реального расстояния r_{\min} планета — комета. Ошибочность этого тезиса нетрудно видеть из сравнения второй и третьей граф табл. 4. К примеру, межорбитальное расстояние кометы C/1968 U1 и планеты равно 0.02 а. е. , а расстояние Эрида — комета $r_{\min} = 10.39 \text{ а. е.}$ Минимальное расстояние между орбитами кометы и планеты r_{\min} — геометрический критерий близости орбит. Минимальное расстояние между кометой и планетой r_{\min} — космогонический критерий. Для 78 комет величина r_{\min} лежит в интервале $3 \text{ а. е.} < r_{\min} < 104 \text{ а. е.}$, среднее значение $\bar{r}_{\min} = 55.8 \text{ а. е.}$

Таким образом, почти параболические кометы прошли на весьма значительных расстояниях ($r_{\min} \gg$) от Эриды, и следовательно, генетическая связь комет с Эридой исключена.

Авторы благодарны В. Н. Львову за программный пакет ЭПОС.

1. Гулиев А. С. Транснептуновый объект 2003 UB 313 как источник комет // Астрон. вестн.—2007.—**41**, № 1.—С. 51—60.
2. Гулиев А. С., Набиев Ш. А. Плутон и кометы. 1. Существует ли группа комет, связанная с Плутоном // Кинематика и физика небес. тел.—2001.—**18**, № 6.—С. 525—531.
3. Гулиев А. С., Набиев Ш. А. Плутон и кометы. 2. Особенности кометной группы, имеющей возможную связь с Плутоном // Кинематика и физика небес. тел.—2004.—**20**, № 3.—С. 283—288.
4. Гулиев А. С., Набиев Ш. А. Плутон и кометы. 3. Возможные механизмы взаимосвязи комет с Плутоном // Кинематика и физика небес. тел.—2005.—**21**, № 1.—С. 53—59.
5. Marsden B. G., Williams G. V. Catalogue of cometary orbits. — 16th ed. — Cambridge, SAO. Solar, Stellar Planetary Science Division, 2005.—207 p.

Поступила в редакцию 02.02.08