

СТРУКТУРА И СВЯЗИ В МЕЖПЛАНЕТНЫХ КОМПЛЕКСАХ АСТЕРОИДОВ, КОМЕТ И МЕТЕОРНОГО ВЕЩЕСТВА

Волощук Ю.И., Соляник О.А

Харьковский национальный университет радиоэлектроники

Украина, 61166, Харьков, пр. Ленина, 14;

тел: +(380) 57-700-22-84, факс: +(380) 57-702-10-13

E-mail:ort@kture.kharkov.ua

Subject of the present work is search of parental bodies of meteoric streams, their subsequent grouping in comet -meteoric and comet -asteroid -meteor complexes. As criterion of an accessory(a belonging) of that or other object to a complex the criterion $D_{AB} \leq D_{\Pi}$ is accepted. Here D_{AB} – phase distance between orbits of objects A and B; D_{Π} – threshold value of phase distance. As a result of the lead researches it is revealed more such 500 complexes. It is revealed, that meteoric streams and small bodies of Solar system are closely connected between themselves and in most cases it is impossible to explain these communications only their origin, more probable, that they are consequence of evolution of their orbits. The analysis has shown, that in overwhelming majority of cases structure of a complex is not the tree of related communications, and columns.

В анализе использовались данные об элементах орбит комет, болидов, астероидов, а также каталоги средних орбит метеорных потоков, полученные в разные годы исследователями разных стран.

В основную выборку орбит комет были включены орбиты комет, сближающихся с орбитой Земли (NEC). В качестве дополнительной выборки использованы орбиты некоторых известных короткопериодических комет, открытых в предыдущие столетия.

Орбиты болидов Европейской сети использовались как вспомогательные объекты при выявлении свойств кометно-астеротдно-метеорных комплексов (КАМК). Из астероидов в выборку были включены те орбиты которых сближаются с орбитой Земли (NEA)

Кроме метеорных потоков базы данных ХНУРЭ, в анализе использованы потоки, выявленные в разные годы разными исследователями. Каталоги орбит метеорных потоков обозначены так: KLL – [1], V.LEBEDINETS – [2], L – [3], T – [4]. S – [5]. Потоки из банка ХНУРЭ обозначаются номерами. Из всех перечисленных каталогов все, кроме каталога А.К.Терентьевой, получены обработкой результатов радиолокационных наблюдений. Каталог [4] построен по результатам обработки фотографических наблюдений.

В качестве критерия близости орбит объектов использовался D -критерий [6]. Величина порогового значения D_{Π} зависит от объема выборки объектов, среди которых проведен поиск родственных связей. Известна [7] эмпирическая формула для оценки порогового значения D_{Π} при выделении метеорных потоков индивидуальных метеоров из спорадического фона:

$$D_{\Pi} = 0.8 N^{-1/4}, \quad (1)$$

где N – объем выборки.

Таблица 1

Объекты	NEC	NEA	Болиды	KLL	L	S	T	ХНУРЭ
N	41	2679	42	195	849	276	103	5160

В нашем случае выборка включает кометы, астероиды, болиды и потоки. В табл. 1 приведены значения N для всех объектов, среди которых проведен поиск. Суммарный объем выборки составляет 9345 объектов. На самом деле объем выборки несколько меньше из-за того, что некоторые из известных метеорных потоков присутствуют в не-

скольких каталогах. В соответствии с (1) $D_{\Pi} \approx 0.1$. Выражение (1) получено, во-первых, для идентификации орбит метеоров, принадлежащих метеорным потокам, и, во-вторых, при обработке орбит метеоров, зарегистрированных фотографическим методом, который по точности оценок элементов орбит превосходит радиолокационный. Кроме того, при выявлении КАМК нужно определять родственные связи не метеороидов одного потока, а в частности, средних орбит разных потоков. При этом очевидно, значение D_{Π} нужно увеличить, по сравнению с тем, которое получено по (1). Мы в расчетах рассмотрели несколько случаев: $D_{\Pi} = 0.1, 0.15, 0.2, 0.25$. С ростом D_{Π} количество гипотетических родственных связей лавинообразно растет. Так при $D_{\Pi} = 0.1$ число таких связей равно 1697, при $D_{\Pi} = 0.15$ – 12363, а при $D_{\Pi} = 0.2$ уже 30690. В данной работе рассмотрен случай $D_{\Pi} = 0.15$.

В результате обработки исходного массива орбит выявлено 542 комплекса. В табл. 2 приведены количества комплексов орбит, родственных по выбранному критерию орбитам комет, астероидов групп Атона – АТЕ и АТЕ*; Аполлона – АРО и АРО*; Амура – АМО и АМО*. Звездочкой помечены NEA, принадлежащие группе PHAs-астероидов (Potentially Hazardous Asteroids).

Таблица 2

Объект	CMT	ATE	ATE*	АРО	АРО*	АМО	АМО*
К-во комплексов	16	20	12	219	249	23	3

Очевидно, что объем полученной в ходе выполнения работы информации таков, что отобразить ее в приемлемом по объему докладе не представляется возможным. По этой причине из всех комплексов рассмотрим только часть комплексы, гипотетическими родительскими телами которых являются ядра комет.

1. КАМК кометы 103P/Hartley 2

На рис. 1 приведена схема взаимных связей между орбитами объектов КАМК кометы 103P/Hartley 2. Для каждой из трех ветвей на рисунке приведено значение ее “длины” – фазового расстояния D .

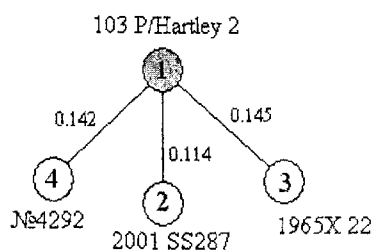


Рис. 1

2. КАМК кометы 109P/Swift-Tuttle

Этот комплекс, включающий 7 объектов, интересен тем, что среди 5160 потоков базы данных ХНУРЭ не нашлось ни одного, орбита которого была бы родственной орбите кометы 109P/Swift-Tuttle, но родственной с достаточно малым фазовым расстоянием является орбита потока S: PERSEIDS, выявленного по результатам радиолокационных наблюдений.

Отличительной особенностью этого КАМК том, что, во-первых, за исключением одного объекта – болида 1967VIII10, фазовые расстояния остальных объектов, в том числе и метеорного потока S: PERSEIDS, существенно меньше 0.15 и, во-вторых, в комплекс вошли сразу 5 болидов причем все эти болиды наблюдались в разные годы, но в каждом

случае на интервале времени чуть больше одного месяца августа. Кстати, кульминация потока S:PERSEIDS также приходится на август месяц. Ясно, что такое совпадение не может быть случайным. В литературе уже давно связывают комету 109P/Swift-Tuttle с метеорным потоком Персеиды.

3. КМК кометы 1766 П P/Helfenzrieder

В качестве основного родительского тела здесь выступает комета из дополнительного списка. Родственными орбите кометы в комплексе оказались малые потоки, выявленные при обработке данных фотографических наблюдений.

На рис. 2 приведена схема взаимных связей между орбитами объектов КМК кометы 1766 П P/Helfenzrieder. Можно видеть, как объекты выстроились в цепочку, в каждом звене которой по одному объекту. Родственные связи существуют только между соседними звеньями цепочки.

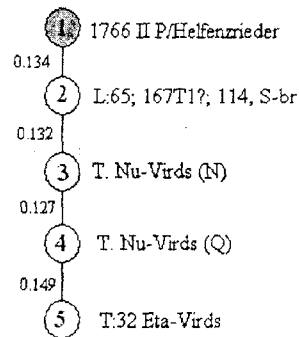


Рис. 2.

4. КАМК кометы 1743 I GRISCHOW

Структура КАМК существенно сложнее тех КАМК, которые рассмотрены выше. В данный комплекс вошло 43 объекта, сгруппированных в 7 кластеров, каждый из которых можно рассматривать, как отдельный комплекс.

На рис. 3 приведена укрупненная схема взаимных связей между кластерами. Кластер I непосредственно связан с кластерами II, III и IV тогда, как с кластерами V, VI и VII – через кластер II. Кроме того, в структуре рассматриваемого КАМК 1743 I GRISCHOW, проявились петли. Далее рассмотрим некоторые из этих 7 кластеров в отдельности.

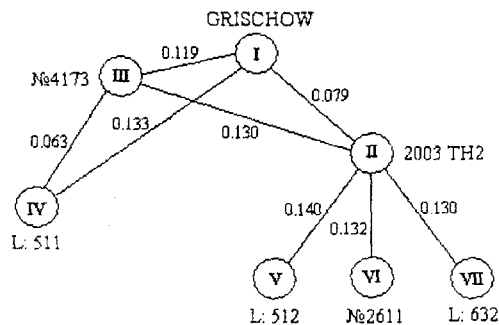


Рис. 3.

4.1 Кластер GRISCHOW

На рис. 4 приведена схема родственных связей этого кластера. Отметим, что орбите кометы 1743 I GRISCHOW родственными являются орбиты трех болидов, причем все они были зарегистрированы в разные годы, но на промежутке времени в один месяц. Вероятность того, что это событие является случайным, приблизительно равна

$$P_3 \approx (30/364)^3 \approx 0.0006.$$

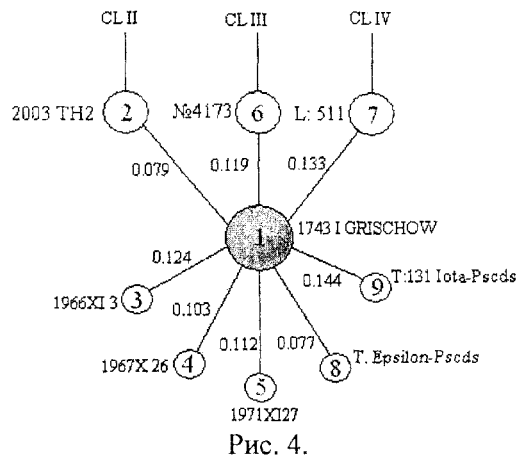


Рис. 4.

Орбита кометы 1743 I GRISCHOW родственна орбитам четырех метеорных потоков, из которых 2 получен по результатам радиолокационных и 2 – фотографических наблюдений. При этом потоки, полученные по радиолокационным данным, породили соответствующие кластеры.

Из анализа элементов орбит и квазипостоянных параметров можно сделать вывод, что все объекты кластера I имеют родственные орбиты.

4.2 Кластер (комплекс) астероида группы Аполлона 2003 TH2

На рис. 5 приведена схема родственных связей кластера – АМК 2003TH2. Отметим, что в кластер вошли 7 потоков и 2 болида.

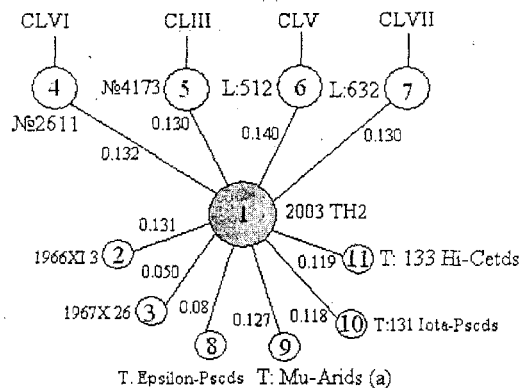


Рис.5.

4.3 Кластер потока №2611 из базы ХНУРЭ

Из анализа рис. 6 можно сделать вывод, что этот кластер можно в свою очередь разбить на подкластеры. Отметим, что в кластер потока №2611 вошли потоки, которые не встречаются в других кластерах КАМК кометы 1743 I GRISCHOW.

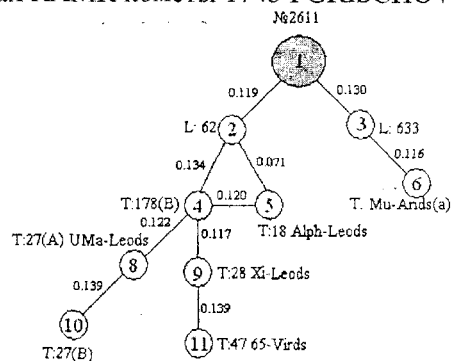


Рис. 6.

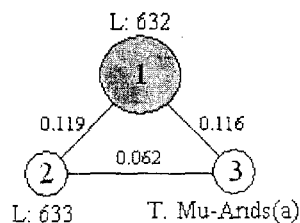


Рис. 7.

5. КМК кометы 1770 I P/Lexell

На рис. 8 приведена схема родственных связей КМК кометы 1770 I P/Lexell. В рассматриваемый комплекс вошел кластер потока KLL:1 SIGMA LEONIDS из каталога [1]. Если орбита кометы 1770 I P/Lexell является родственной орбитам трех метеорных потоков, то по цепочке 1770 I P/Lexell → KLL:1 SIGMA LEONIDS к ним добавляется еще 8 потоков.

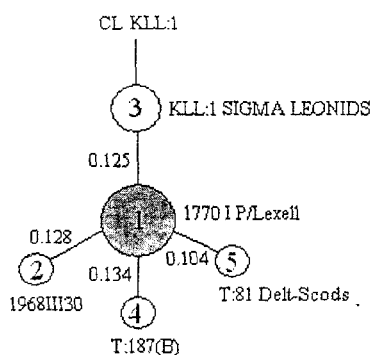


Рис. 8.

6. КМК кометы 1806 I P/Biela

На рис. 9 приведена схема родственных связей объектов КМК кометы 1806 I P/Biela. Отметим, что орбита кометы 1806 I P/Biela связана тесной родственной связью с орбитой метеорного потока L: 194.

На рис 9 не отражена еще одна важная связь. Это родственная связь орбиты кометы 1806 I P/Biela с орбитой кометы 73P/Schwassmann-Wachmann 3-C. Фазовое расстояние орбит этих двух объектов равно 0.103.

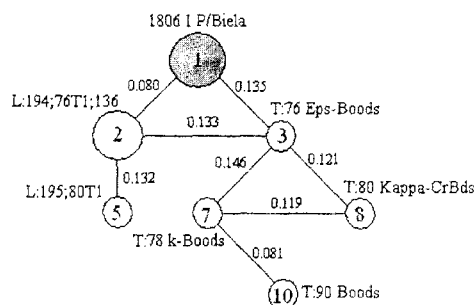


Рис. 9.

7. КМК кометы 73P/Schwassmann-Wachmann 3-C

На рис. 10 показана схема родственных связей этой кометы. Комплекс включает, кроме собственно кластера кометы 73P/S-W 3-C, еще три кластера: два из них астероидные, третий включает только метеорные потоки. Кластеры астероидов 2002 EL6 APO* и 2003 LW1 AMO являются одновременно и АМК. Отметим, что в эти АМК попали два болида, зарегистрированные в разные годы, но на интервале времени в 19 суток. С точки зрения теории вероятности, вероятность того, что это произошло случайно, мала.

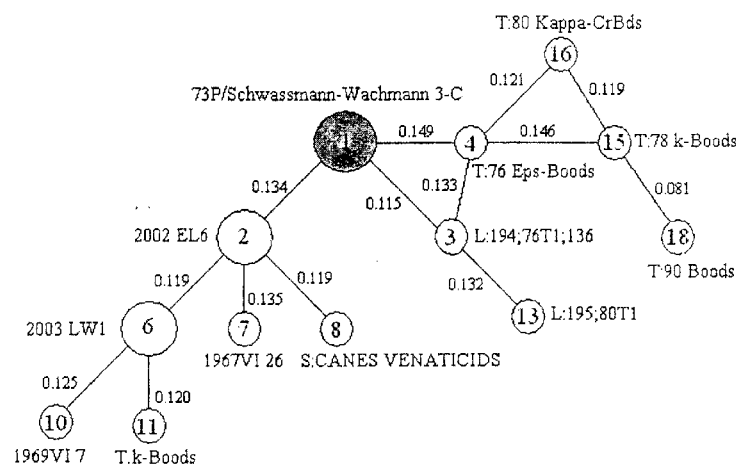


Рис. 10.

8. КМК кометы 1P/Halley

Неожиданным явилось то, что из более 6 тысяч метеорных потоков, использованных в анализе, родственные связи установлены только с одним S. HALLEYIDS, хотя уже давно и, казалось бы, безоговорочно принято, что два ежегодных метеорных потока – η Аквариды и Ориониды – порождены именно этой кометой.

Литература

1. Кашеев Б.Л., Лебединец В.Н., Лагутин М.Ф. Метеорные явления в атмосфере Земли. М.: Наука. 1967. 260 с.
2. Лебединец В.Н. Аэрозоль в верхней атмосфере и космическая пыль. Л.: Гидрометеиздат, 1981. 272 с.
3. Лебединец В.Н., Корпусов В.Н., Соснова А.К. Потоки радиометеоров // Тр. ИЭМ. 1972. Вып. 1(34). С. 88–171.
4. Терентьева А.К. АЦ №№ 249, 264, 415, 423.
5. Sekanina Z/ Statistical model of meteor streams. IV. A study of radio streams from the synoptic year // Icarus. 1976. V. 27. P. 265–321.
6. Southworth R.D., Hawkins G.S. Statistics of Neteor Streams // Smithson. Contribs. Astrophys. 1963, №7. P.261-285.
7. Lindblad B.A. Two Computerized Stream Searches among Orbits: 1. Among 865 Precise Photographic Orbits; Among 2401 Photographic Orbits // Smithson. Contribs. Astrophys. 1971, №12. P.1-24.