

осей общего лунного эллипсоида: $a=1737,9$ км; $b=1737,6$ км; $c=1736,9$ км. Учитывая, однако, что вклад всех пяти гармоник в формирование общих особенностей лунной фигуры примерно одинаков, а отклонения сглаженной лунной поверхности от стандартной сферы находится в пределах $\pm 2,0$ км, эллипсоидальная аппроксимация не отражает всех глобальных особенностей геометрической фигуры Луны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гаврилов И. В. — АЖ, 1968, 45, 2.
2. Волков М. С., Шобер Т. И. — Бюлл. Ин-та теоретич. астрономии АН СССР, 11, 9 (132), 1969.
3. C. L. Goudas — Icarus. 1963, 2, 5—6; 1964, 3, 2; 1965, 4, 2.
4. Хабибуллин Ш. Т., Чиканов Ю. А. — Труды Казанской гор. астр. общ., 37, 1970.
5. Атлас обратной стороны Луны, II. «Наука», М., 1967.
6. Гаврилов И. В., Яновницкая Г. Т. — Труды 18-й астрометрич. конф. СССР. «Наука», М.—Л., 1972.
7. Полная карта Луны. «Наука», М., 1969.
8. Гаврилов И. В., Кислюк В. С. — Астрономический вестник АН СССР, 2, 2, 1968.

APPROXIMATION OF THE GEOMETRICAL FIGURE OF THE MOON BY MEANS OF SPHERICAL HARMONICS

I. V. GAVRILOV and G. T. YANOVITSKAYA

Summary

To represent the figure of the Moon by means of spherical harmonics the lunar surface was divided into 398 equal areas. Absolute heights of the visible lunar surface were picked up from the hypsometrical chart of the Moon prepared at the Kiev Observatory. Absolute heights of the far side and the marginal zone of the Moon were estimated using the relations between heights of the lunar and equipotential surfaces derived from data of the lunar artificial satellites: «Luna-10» and «Orbiters-1—4».

Values of the 36 harmonic coefficients are calculated in five variants.

ОСОБЕННОСТИ БУДУЩЕЙ ЭВОЛЮЦИИ ОРБИТЫ КОМЕТЫ ЧУРЮМОВ—ГЕРАСИМЕНКО, 1969h

К. И. Чурюмов

1. Новая короткопериодическая комета Чурюмов—Герасименко, 1969h, была открыта в результате целенаправленных поисков (фотографических и визуальных) новых комет и фотографического патрулирования известных короткопериодических комет. Для этого, начиная с 1966 г. были организованы специализированные кометные экспедиции кафедры астрономии Киевского университета в высокогорные районы СССР.

Комета была обнаружена автором 22 октября 1969 г. (г. Киев) как объект $\sim 13^m$ на пластинке, снятой С. И. Герасименко 11 сентября 1969 г. с помощью 50-сантиметрового менискового ($f/2,4$) телескопа Алма-Атинской астрофизической обсерватории для кометы Комас Сола, 1968 g. Эта комета была также найдена еще на четырех пластинках, полученных С. И. Герасименко и автором во время третьей кометной экспедиции в Алма-Ате (за 9 и 21 сентября 1969 г.) [2]. Эти наблюдения дали возможность определить первые элементы орбиты и вычислить ее эфемериду [3], что позволило вновь отыскать комету через 40 суток.

Дальнейшие наблюдения показали, что новая комета движется по эллиптической орбите. Б. Марсден вывел систему элементов, основанную на наблюдениях в сентябре—ноябре 1969 г. [4], а также сделал вывод о тесном сближении кометы 1969h с Юпитером в 1959 г., что привело, по его мнению, к существенной трансформации ее первоначальной орбиты.

То, что новая комета испытала тесное сближение с Юпитером за 1,5 оборота до ее открытия, весьма примечательный факт. За последние 10 лет тесные сближения с Юпитером за 0,5—1,5 оборота перед открытием испытали еще пять новых короткопериодических комет: Кирнс—Кви (1963 VIII) — сближение в 1961 г., Тсучиншань I (1965 I) и Тсучиншань II (1965 II) — сближения в 1961 г., Коджима (1970 г) — сближение в 1962 г., Гунн (1970 p) — сближение в 1965 г.

Вероятность такого редкого события, как тесные сближения шести новых короткопериодических комет (в 1959—1965 гг.) за 0,5—1,5 оборота до открытия равна $\sim 10^{-6}$, если исходить из значения апостериорной вероятности сближений короткопериодических комет с Юпитером $\sim 0,02$ в течение одного года [5]. Вероятность же преобразования параболической орбиты в эллиптическую с периодом $P < 21$ года и перигельным расстоянием $q < 2$ а. е. равна $1,4 \cdot 10^{-4}$ [6], что для приведенного выше события даст исчезающе малую вероятность $\sim 10^{-18}$. Такие ничтожные значения вероятности, а также отсутствие обратных движений среди новых открытых комет, принадлежащих семейству Юпитера и испытавших перед открытием тесные сближения с планетой, свидетельствуют в пользу того, что появление шести новых короткопериодических комет не случайный процесс, какового следовало бы ожидать при захвате новых комет планетой из системы долгопериодических орбит. В дополнение к другим аргументам, выдвинутым С. К. Всехсвятским [7—9] для обоснования теории извержения, почти одновременный выход шести комет из системы Юпитера может служить сильным аргументом в пользу эруптивной концепции Лагранжа — Кроммелина — Всехсвятского, согласно которой необходимы мощные процессы в системах планет-гигантов в настоящую эпоху и достигавшие особенно больших масштабов в прошлом. Следует отметить, что указанные сближения с Юпитером недавно открытых комет, тесно группируются вблизи сильной вспышки активности в системе Юпитера в 1961—1965 гг. Не исключено, что момент тесного сближения кометы Чурюмов — Герасименко, 1969h, с Юпитером в 1959 г. за 1,5 оборота до ее открытия близок к эпохе ее рождения в системе этой планеты-гиганта.

В настоящей работе исследована возможная эволюция орбиты кометы Чурюмов — Герасименко, 1969h, в интервале 1969—2192 гг. начиная с момента ее первого (после открытия) прохождения через перигелий. Выполненный расчет носит модельный характер, так как: а) в качестве исходных элементов использовалась система оскулирующих элементов орбиты, вычисленная Б. Марсденом по наблюдениям в сентябре—ноябре 1969 г., б) учитывались возмущения только от двух планет — Юпитера и Сатурна (исследования эволюции орбит короткопериодических комет [10—13] показали, что влияние других планет на движение комет типа 1969h значительно меньше, в) элементы орбит Юпитера и Сатурна предполагались постоянными для всего интервала интегрирования, г) не учитывались негравитационные эффекты, заметно проявляющиеся в движении многих, особенно новых комет.

Такой расчет можно расценивать как первое приближение к предварительному исследованию эволюции орбиты кометы 1969h, типа исследований, проводимых в ИГА АН СССР Е. И. Казимирчак-Полонской и Н. А. Беляевым [10—13]. Некоторые особенности движения кометы, выводимые из такого расчета (например, частота и характер сближе-

ний с Юпитером), могут вызывать интерес к более детальному исследованию ее эволюции. Кроме того, настоящее исследование можно использовать в статистике кометных движений, если эту комету рассматривать как условную, определяемую данным набором оскулирующих элементов орбиты.

2. В качестве исходных элементов орбиты кометы Чурюмов—Герасименко, 1969h, использована система элементов, определенная Б. Марсденом [3]:

$$T = 1969 \text{ сент. } 11,029$$

$$\left. \begin{array}{l} \omega = 11^{\circ},192 \\ \Omega = 50^{\circ},353 \\ i = 7^{\circ},145 \end{array} \right\} 1950,0$$

$$e = 0,63301$$

$$a = 3,50094 \text{ а. е.}$$

$$n = 0^{\circ},150462$$

$$P = 6,55054 \text{ лет}$$

$$q = 1,28483 \text{ а. е.}$$

Средние элементы орбит Юпитера и Сатурна, вычисленные Хиллом, взяты из Астрономического ежегодника (за эпоху принято среднее время по Гринвичу — полдень 0-го января 1850 г.):

Юпитер	Сатурн
$\lambda = 159^{\circ}56'25'',05$	$\lambda = 14^{\circ}49'39'',95$
$\pi = 11^{\circ}54'26'',72$	$\pi = 90^{\circ}06'39'',53$
$\Omega = 98^{\circ}55'58'',16$	$\Omega = 112^{\circ}20'51'',38$
$i = 1^{\circ}18'41'',81$	$i = 2^{\circ}29'39'',26$
$e = 0,04825382$	$e = 0,05606075$
$n = 299'',12837656$	$n = 120'',45504214$
$a = 5,202802875 \text{ а. е.}$	$a = 9,538843210 \text{ а. е.}$

Элементы орбит Юпитера и Сатурна, предполагаемые постоянными для всего интервала интегрирования, приводились к эпохе 1950,0. Для момента $t_0 = 1969$ сент. 11,029 значения средних аномалий кометы, Юпитера и Сатурна будут соответственно:

$$M_0 = 0^{\circ}$$

$$M_{\text{Ю}} = 180^{\circ}34'31'',83$$

$$M_{\text{С}} = 307^{\circ}29'37'',21$$

3. Интегрирование уравнений движения кометы Чурюмов—Герасименко, 1969h, выполнено методом Коуэлла [20] на ЭВМ М-220 в Институте кибернетики АН УССР.

Дифференциальные уравнения движения кометы в гелиоцентрической системе координат имеют вид:

$$\left. \begin{array}{l} \frac{d^2 x}{dt^2} = -k^2 (1+m) \frac{x}{r^3} + \sum_i k^2 m_i \left(\frac{x_i - x}{\Delta_i^3} - \frac{x_i}{r_i^3} \right) \\ \frac{d^2 y}{dt^2} = -k^2 (1+m) \frac{y}{r^3} + \sum_i k^2 m_i \left(\frac{y_i - y}{\Delta_i^3} - \frac{y_i}{r_i^3} \right) \\ \frac{d^2 z}{dt^2} = -k^2 (1+m) \frac{z}{r^3} + \sum_i k^2 m_i \left(\frac{z_i - z}{\Delta_i^3} - \frac{z_i}{r_i^3} \right) \end{array} \right\}, \quad (1)$$

где x, y, z — прямоугольные координаты кометы; x_i, y_i, z_i — прямоугольные координаты возмущающих планет; r, r_i — гелиоцентрические радиусы-векторы кометы и планет; Δ_i — расстояние кометы от планет; m — масса Солнца; m_i — массы планет; k — постоянная Гаусса.

Введем замену:

$$f_x = h^2 \frac{d^2 x}{dt^2}; \quad f_y = h^2 \frac{d^2 y}{dt^2}; \quad f_z = h^2 \frac{d^2 z}{dt^2},$$

где h — шаг интегрирования.

Численное интегрирование уравнений (1) методом Коуэлла сводится к вычислениям по формулам

$$x_k = f_0^{-2} + \sum_{l=0}^{k-1} f_{l+\frac{1}{2}}^{-1} + \frac{1}{12} f_k - \frac{1}{240} f_k^2 + \frac{31}{60480} f_k^4,$$

$$f_0^{-2} = x_0 - \frac{1}{12} f_0 + \frac{1}{240} f_0^2 - \frac{31}{60480} f_0^4 + \frac{289}{3628800} f_0^6,$$

$$f_{l+\frac{1}{2}}^{-1} = h \frac{dx_0}{dt} - \frac{1}{12} f_0 + \frac{1}{12} f_0' - \frac{11}{720} f_0^3 + \frac{191}{60480} f_0^5 + \sum_{j=0}^i f_j.$$

Аналогично находим y и z . Здесь f с различными индексами представляют собой разности $f(t)$ искомой функции.

Ограничение четвертыми разностями требует знания значений функции f для пяти моментов, симметричных моменту t_k .

4. При численном интегрировании на ЭВМ были использованы ординатные формулы [14], в которых вместо разностей подставляются значения самой функции f .

Особенностью всей программы является ее реализация в виде системы матрично-векторных операций.

Оскулирующие элементы орбиты кометы определялись по специальной подпрограмме на основании компонент скоростей кометы и ее прямоугольных координат. Вывод оскулирующих элементов кометы на печать производился через каждые 100 шагов (1000 суток). При тесных сближениях кометы с Юпитером, начиная с расстояний меньших $0,8 \text{ а. е.}$, печать осуществлялась в каждом шаге, фиксируя изменение оскулирующих элементов орбиты через 10 суток. После печати вычисленные оскулирующие элементы возвращались на основную программу, а затем проводился следующий цикл интегрирования.

5. Результат суммирования ошибок округления на каждом шаге (аналогично приближенному вычислению определенного интеграла) детерминирует интервал численного интегрирования любого дифференциального уравнения. Ньюком [15], рассматривая эти ошибки как независимые случайные величины, показал, что накопление погрешности после n шагов интегрирования пропорционально $n^{3/2}$ для уравнений второго порядка и $n^{1/2}$ для уравнений первого порядка. Брауэр [16] показал, что погрешность Δ в координатах (эллиптического, параболического и гиперболического типов движений) подчиняется асимптотической формуле $\Delta \approx an^{3/2}$ со своим значением коэффициента a для каждого типа движения.

Наиболее полно проблему оценки погрешности численных методов интегрирования уравнений небесной механики разработал В. Ф. Мячин [17, 18]. А. С. Сочилина [19], пользуясь теорией В. Ф. Мячина, получила простое соотношение, в котором оценка погрешности завышена почти на порядок:

$$|\delta'_n| < \epsilon'_n \simeq 3\rho n^{3/2},$$

где $|\delta'_n|$ — истинная погрешность на n -ом шаге; ρ — максимальная ошибка округления при вычислениях. Приняв $\rho = 5 \cdot 10^{-9}$ и общую точность по всем трем координатам $|\delta'_n| \approx 10^{-2}$, получим, что допустимое число шагов в этом случае должно быть порядка 8000, что соответствует выбранному в настоящем исследовании временному интервалу ~ 220 лет.

6. Анализ результатов численного интегрирования уравнений движения кометы Чурюмов—Герасименко, 1969h, показал, что в интер-

вале 1969—2192 гг. комета испытает несколько сближений с Юпитером. Во время двух сближений комета будет проходить через сферу действия Юпитера (радиус сферы действия Юпитера равен $0,33 \text{ a. e.}$): в 2125 г. ($\Delta_{\min}=0,246 \text{ a. e.}$) и в 2161 г. ($\Delta_{\min}=0,176 \text{ a. e.}$). Два других сближения произойдут в непосредственной близости от сферы действия планеты: в 2018 г. ($\Delta_{\min}=0,371 \text{ a. e.}$) и в 2078 г. ($\Delta_{\min}=0,360 \text{ a. e.}$). Еще четыре сближения (с $\Delta_{\min} \sim 1,0 \div 2,0 \text{ a. e.}$) будут иметь место в 2007,

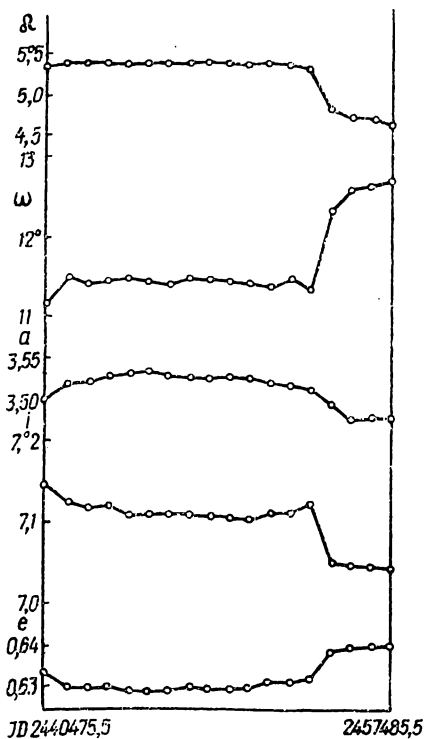


Рис. 1. Эволюция элементов a , e , i , ω и Ω в интервале JD 2440475,5—2457485,5.

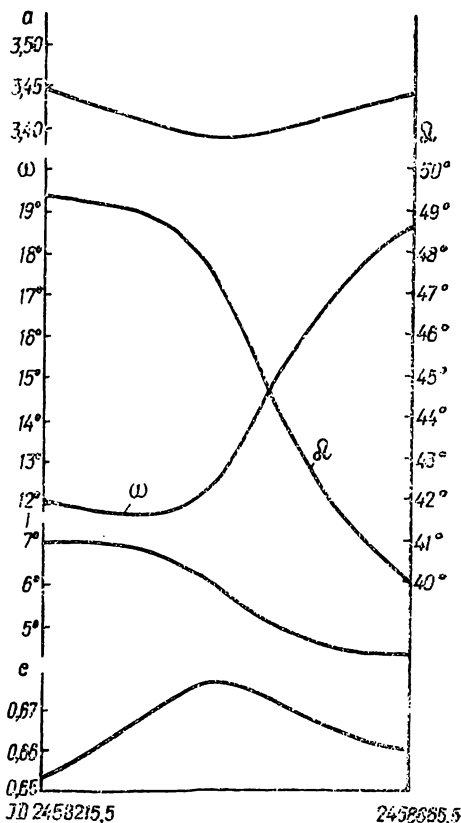


Рис. 2. Эволюция элементов a , e , i , ω и Ω в эпоху умеренного сближения кометы с Юпитером с $\Delta_{\min}=0,371 \text{ a. e.}$

2030, 2089 и 2167 гг. По классификации Е. И. Казимирчак-Полонской [12] первые два следует отнести к тесным сближениям ($\Delta_{\min} \leq 0,33 \text{ a. e.}$), вторые два — к умеренным ($0,33 < \Delta_{\min} \leq 1,0 \text{ a. e.}$), четыре последних — к незначительным сближениям ($1,0 < \Delta_{\min} \leq 2,0 \text{ a. e.}$). Наиболее существенная трансформация орбиты кометы будет иметь место вблизи этих особых точек.

Графики (рис. 1—8) отражают результаты численного интегрирования уравнений движения кометы 1969h. Темп эволюции оскулирующих элементов e , a , ω , Ω и i в интервалах между сближениями (тесными и умеренными) невысокий (рис. 1, 3, 5, 7); эпохи тесных и умеренных сближений кометы отличаются значительными вариациями оскулирующих элементов орбиты (рис. 2, 4, 6, 8).

Численные значения вариаций оскулирующих элементов орбиты кометы 1969h в интервале 1969—2192 гг. представлены в табл. 1.

Эволюция ω , Ω , i . Аргумент перигелия ω , долгота восходящего узла Ω , наклонность i характеризуют пространственную ориентацию орбиты. В исследуемом интервале ω увеличится на 146° , Ω уменьшится на 156° , т. е. восходящий узел будет перемещаться в обратном направ-

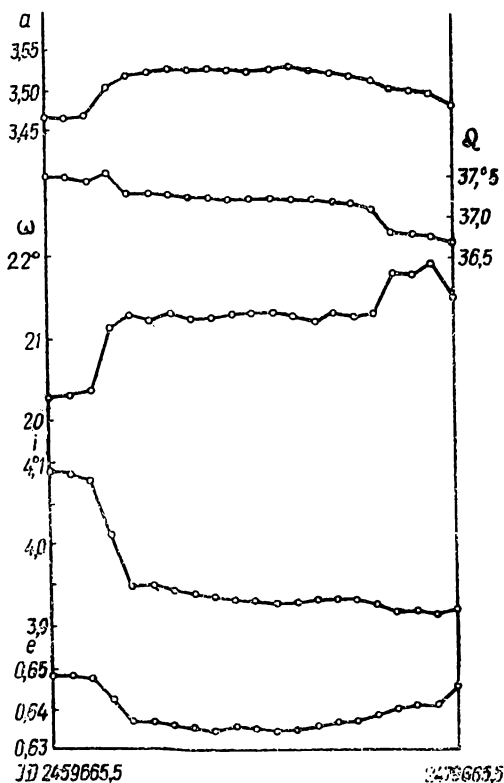


Рис. 3. Эволюция элементов a , e , i , ω и Ω в интервале JD 2459665,5—2479665,5.

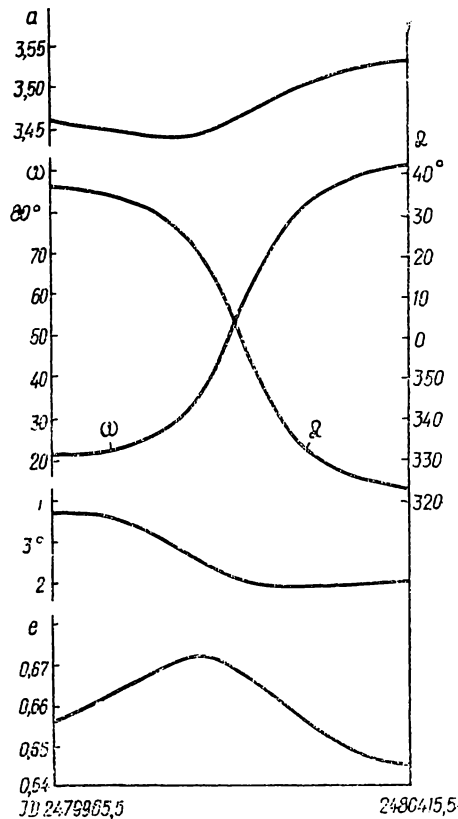


Рис. 4. Эволюция элементов a , e , i , ω и Ω в эпоху умеренного сближения кометы с Юпитером с $\Delta_{\min}=0,360$ а. е.

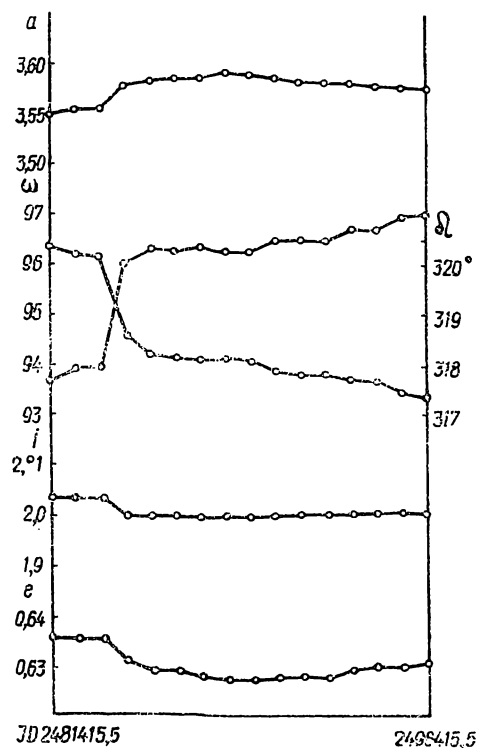


Рис. 5. Эволюция элементов a , e , i , ω и Ω в интервале JD 2481415,5—2498415,5.

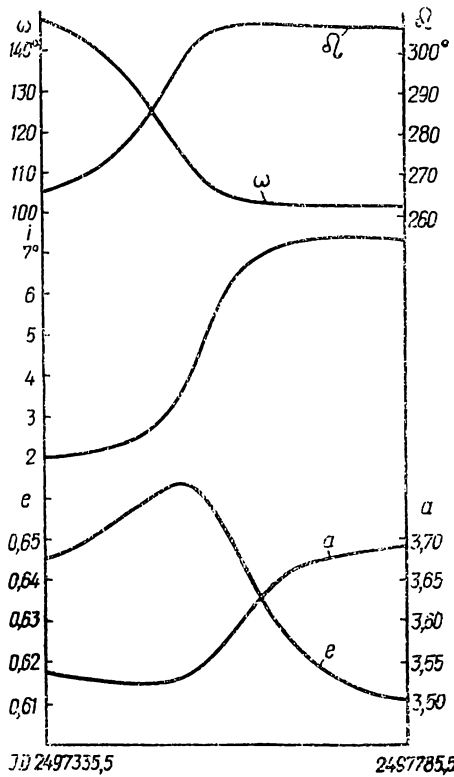


Рис. 6. Эволюция элементов a , e , i , ω и Ω в эпоху тесного сближения кометы с Юпитером с $\Delta_{\min}=0,246$ а. е.

Интервал интегрирования, в JD	Δ_{\min} a. e.	$\Delta\omega$	$\Delta\Omega$
2440475,5—2458215,5	0,753	+ 6° 901	— 0°,982
2458215,5—2458665,5	0,371	+ 6,469	— 9,437
2458665,5—2479965,5	0,748	+ 3,364	— 3,907
2479965,5—2480415,5	0,360	+ 70,139	— 73,493
2480415,5—2496415,5	0,739	+ 12,807	— 13,545
2496415,5—2497785,5	0,246	+ 41,296	— 46,086
2497785,5—2510345,5	0,743	+ 2,018	— 2,501
2510345,5—2510755,5	0,176	+ 7,959	— 5,513
2510755,5—2520755,5	0,802	+ 1,212	— 0,926
2440475,5—2520755,5	0,176	+ 146,165	— 156,390

лени. Так как ω и Ω изменяются в противофазе, а амплитуды изменений их близки, линия апсид сохранит довольно устойчивое положение — поворот ее проекции на плоскость эклиптики составит за весь период $|\Delta\pi| = 10^\circ, 4$ (рис. 9). Наиболее резкое преобразование ω и Ω произойдет в эпоху JD2479965,5—2480415,5 ($|\Delta\omega| \approx 70^\circ$, $|\Delta\Omega| \approx 73^\circ$). В эпоху сильных сближений заметным колебаниям будет подвергаться ориентация линии апсид ($|\Delta\pi| \approx 3 \div 5^\circ$), в периоды между сближениями $|\Delta\pi| \sim 0 \div 0^\circ, 7$.

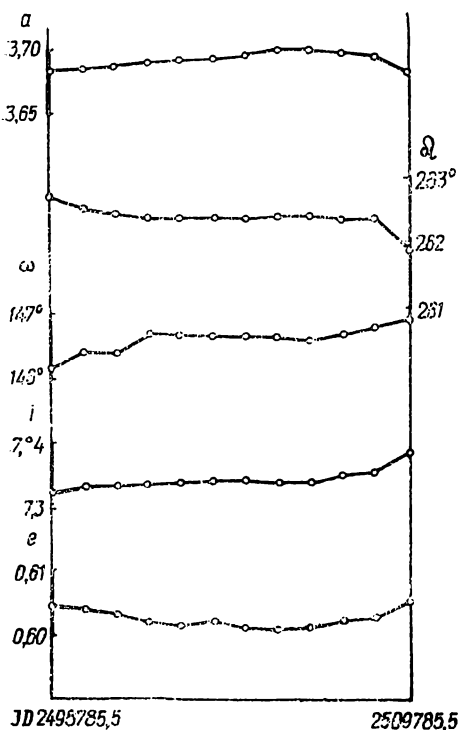


Рис. 7. Эволюция элементов a , e , i , ω и Ω в интервале JD 2498785,5—2509785,5.

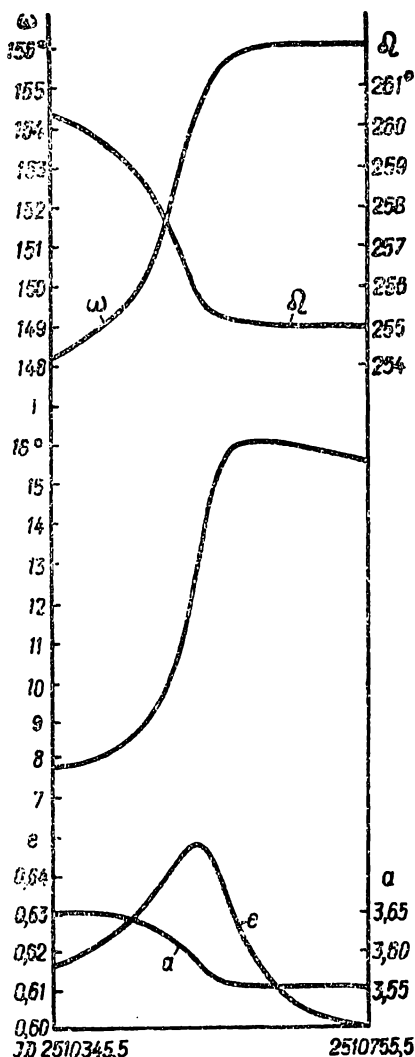


Рис. 8. Эволюция элементов a , e , i , ω и Ω в эпоху тесного сближения кометы с Юпитером с $\Delta_{\min} = 0,176$ a. e.

Чурюмов—Герасименко, 1969h в интервале 1969—2192 гг.

Δi	Δe	Δa	ΔP	Δq
-0°,033	+0,020	-0,060	-0,167	-0,091
-2,876	+0,006	-0,003	-0,009	-0,022
-0,499	-0,003	+0,027	+0,076	+0,019
-1,752	-0,012	+0,074	+0,209	+0,069
-0,076	+0,001	+0,001	-0,004	+0,002
+5,335	-0,035	+0,160	+0,428	+0,183
+0,388	+0,007	-0,032	-0,081	-0,037
+7,921	-0,017	-0,104	-0,292	+0,021
-0,112	-0,012	+0,021	+0,092	+0,041
+8,246	-0,046	+0,073	+0,189	+0,206

Наклонность орбиты i в результате двух умеренных сближений (эпохи JD2458215,5—2458665,5 и JD2479965,5—2480415,5) уменьшится до 2° ; под влиянием двух тесных сближений (эпохи JD2496415,5—2497785,5 и JD2510345,5—2510755,5) i увеличится до $15^\circ,7$.

Эволюция e . Эксцентриситет характеризует форму орбиты кометы. Из табл. 1 видно, что Δe на разных участках исследуемого интервала движения кометы 1969h будет иметь разные знаки. При $\Delta e < 0$ орбита будет расширяться при $\Delta e > 0$ — сужаться. Суммарное Δe окажется отрицательным, т. е. орбита расширится. Следовательно, эволюция e будет приводить к пульсациям эллипса, с тенденцией к его расширению.

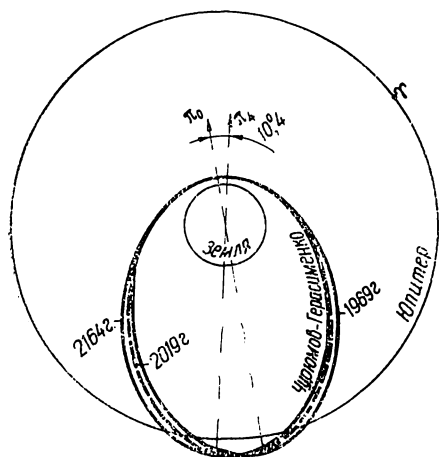


Рис. 9. Изменение ориентации линии апсид в интервале 1969—2164 гг.

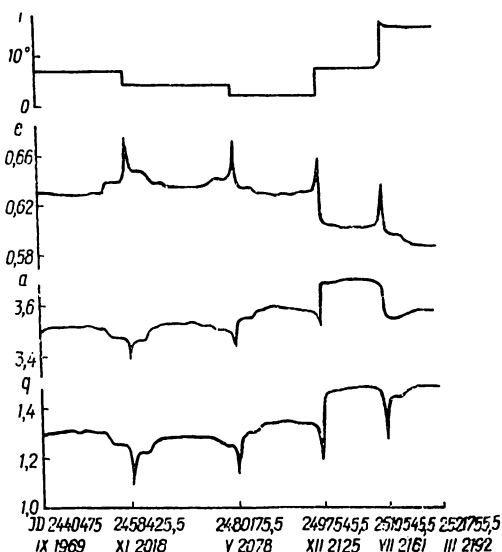


Рис. 10. Квазифлуктуации оскулирующих элементов орбиты кометы Чурюмов—Герасименко, 1969h, в интервале 1969—2192 гг. при учете возмущений от Юпитера и Сатурна.

Эволюция a , q , P . Большая полуось a , перигельное расстояние q , период P характеризуют размеры эллипса. В процессе эволюции эти элементы будут иметь знакопеременные вариации. В результате накопления возмущений, особенно в эпохи сближений, произойдет увеличение a (на $0,07 a. e.$), q (на $0,21 a. e.$) и P (на $0,19$ лет).

Рис. 10 иллюстрирует пульсации, или, по терминологии М. М. Каменского [21], квазифлуктуации оскулирующих элементов q , a , e и i ор-

биты кометы 1969h. Сильные возмущения от Юпитера в эпохи умеренных и тесных сближений с ним кометы в интервале 1969—2192 гг. приведут к нерегулярным деформациям орбиты, вызовут колебания ее плоскости и изменения пространственной ориентации линии апсид.

7. Расширение орбиты кометы 1969h, т. е. ее эволюции в направлении от эллиптической орбиты к круговой, и одновременное увеличение i , q , a и P будут способствовать уходу кометы из области больших возмущений в область динамически устойчивых орбит.

Таблица 2
Список комет с ходом эволюции элементов e , i и q
подобным эволюции элементов e , i , q кометы 1969 h

Комета	Интервал	Δe	Δi	Δq
Григг — Скъелеруп	1902—1977	-0,08	+12,5	+0,25
Темпель — Свифт	1869—1963	-0,12	+ 7,8	+0,53
Понс — Виннеке	1819—1964	-0,12	+11,6	+0,25
Тэйлор	1916—1955	-0,07	+ 5,7	+0,29
Д'Арре	1851—1963	-0,05	+ 5,2	+0,20
Финлей	1886—1967	-0,08	+ 0,6	+0,08
Аренд — Риго	1950—1964	-0,01	+ 0,6	+0,05
Вольф	1884—1967	-0,17	+ 2,1	+0,93
Борелли	1905—1967	-0,02	+ 0,6	+0,05
Свифт (2)	1895—1967	-0,01	+ 5,8	+0,03
Рейнмут (1)	1928—1965	-0,01	+ 0,2	+0,12
Неуймин (1)	1913—1966	-0,001	+ 0,2	+0,02
Де Вико—Свифт	1850—1959	-0,10	+ 0,7	+0,4

Аналогичная эволюция орбиты характерна для многих короткопериодических комет, что подтверждается не только теоретическими расчетами, но и реальными наблюдениями многократно возвращавшихся к Солнцу комет. В табл. 2 приведен список комет из каталога Хасегава [22] с такой эволюцией орбит. У всех этих комет, за исключением кометы Свифт (2), наблюдается также тенденция к возрастанию a . Увеличение q отодвигает ближайшую точку кометной орбиты от Солнца, что приведет к уменьшению воздействия фотонного и корпускулярного излучения Солнца на кометное ядро. Это в свою очередь должно снизить влияние негравитационных сил на движение кометы по такой орбите. С возрастанием наклонности i комета удаляется от плоскости эклиптики, что уменьшает вероятность тесных сближений с Юпитером, а также вероятность столкновений с астероидами и встречи с метеорными роями. Следовательно, подобная эволюция будет способствовать также большей физической стабильности кометных ядер и повышать время их жизни.

К. Шварцшильд [23], применив гидродинамическую концепцию к механизму захвата, показал, что если комета проникает в солнечную систему по параболической или гиперболической орбите и подвергается сильным возмущениям от Юпитера (или от другой большой планеты), под действием которых ее орбита трансформируется в эллиптическую, то в дальнейшем возмущения этой планеты будут действовать так, что комета либо упадет на Солнце или планету, либо ее орбита станет разомкнутой и комета будет выброшена из солнечной системы. При условии, что исключительно тесных сближений не будет, к тому же результату приведут произвольные малые вариации оскулирующих элементов их орбит. Таким образом, в эволюции орбит комет, захваченных большими планетами, будет преобладать тенденция к увеличению эксцентриситета.

В приведенном списке комет (табл. 2) наблюдается тенденция к переходу на более устойчивые орбиты (e уменьшается; i и q увеличи-

ваются). Следовательно, можно предположить, что эти кометы еще сравнительно молоды, а их происхождение нельзя объяснить захватом [24].

Автор благодарен профессору С. К. Всехсвятскому за полезные советы и замечания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чурюмов К. И. — Земля и Вселенная, 1970, 4, 36.
2. Кометный циркуляр, 1969, 90.
3. Circ. Centr. Bur. Astron. Telegrams, IAU, 1969, 2181.
4. Circ. Centr. Bur. Astron. Telegrams, IAU, 1969, 2187.
5. Всехсвятский С. К. — В кн.: Пробл. косм. физики, 6. Изд-во КГУ, 1971.
6. Everhart E. — AJ, 1969, 74, 735.
7. Всехсвятский С. К. Пробл. совр. космогонии, 1968, М., 240.
8. Всехсвятский С. К. Природа и происход. комет и метеорного вещества, 1967, М., 104.
9. Всехсвятский С. К. — АЖ, 1967, 44, 595.
10. Беляев Н. А. — Бюлл. ИТА, 10, 1966, 696.
11. Беляев Н. А. — АЖ, 1967, 44, 461.
12. Казимирчак-Полонская Е. И. — Труды ИТА, 1967, 12, 3.
13. Казимирчак-Полонская Е. И. — АЖ, 1967, 44, 439.
14. Куликов Д. К. — Бюлл. ИТА, 1960, 7, 770.
15. Newcomb S. — AN, 1898, 148, 3548.
16. Grower D. — AJ, 1937, 66, 1072.
17. Мячин В. Ф. — Бюлл. ИТА, 1959, 7, 87.
18. Мячин В. Ф. — Бюлл. ИТА, 1962, 8, 537.
19. Социлина А. С. — Бюлл. ИТА, 1959, 7, 87.
20. Чеботарев Г. А. — Аналитич. и числ. методы неб. мех., 1965, М., 284.
21. Kamiński M. — Postępy astron., 1954, 2, 137.
22. Hasegawa I. — Memoirs of the College of Science, Kyoto Univ., 1968, 32, 37.
23. Schwarzschild K. — AN, 1896, 141, 1.
24. Vsessviatski S. — AN, 1931, 243, 281.

THE PECULIARITIES OF CHURYUMOV—GERASIMENKO COMET ORBIT FUTURE EVOLUTION

K. I. CHURYUMOV

Summary

The numerical integration of Churyumov—Gerasimenko comet motion equation in interval 1969—2192 has been performed by Cowell's method on the M-220 computer taking into account perturbations from Jupiter and Saturn. In the interval studied the comet will undergo several encounters with Jupiter (two close encounters, two moderate and four insignificant ones). Minimal distance of the close encounter with Jupiter approximates $\Delta_{\min}=0,176$ a. u. The comet elliptical orbit evolution will be of pulse character. Accumulated perturbations will result in the comet stable orbit (in dynamic sense). The osculating elements of the orbit i, a, q, P will increase, e will decrease. The comet will remain in the Jupiter's family. Similar evolution course of some comets by Hasegawa's catalogue are likely to show its relative youth and are certain to disobey great planet capture mechanism.

ОБ ЭМПИРИЧЕСКОМ ОПРЕДЕЛЕНИИ ФУНКЦИИ ИСТОЧНИКА

Э. А. Гуртовенко, Г. Л. Федорченко

В проблеме солнечной фотосферы и теории образования фраунгоферовых линий одним из решающих является вопрос о характере функции источника. В частном случае вопрос сводится к выяснению степени отклонения от локального термодинамического равновесия (ЛТР) в