



УДК 523.61; 523.64

Активные процессы в кометах как индикаторы физических условий в межпланетном пространстве

В.С. Филоненко¹, К.И. Чурюмов²¹ Астрономическая обсерватория Харьковского государственного университета, Украина² Астрономическая обсерватория Киевского Национального университета, Украина

Обобщены результаты исследований вспышечной активности комет, полученные авторами ранее. Эти результаты позволили сформулировать новые доказательства тесной связи между кривыми блеска комет и уровнем солнечной активности. Обнаруженная зависимость вспышечной активности комет от гелиоцентрического расстояния позволяет использовать кривые блеска комет в качестве своеобразных детекторов распределения межпланетного вещества во внутренних частях Солнечной системы.

АКТИВНІ ПРОЦЕСИ В КОМЕТАХ ЯК ІНДИКАТОРИ ФІЗИЧНИХ УМОВ В МІЖПЛАНЕТНОМУ ПРОСТОРИ, Філоненко В.С., Чурюмов К.І. – Узагальнено результати досліджень спалахової активності комет, отримані авторами раніше. Ці результати дозволили сформулювати нові докази тісного зв'язку між кривими блиску комет і рівнем сонячної активності. Виявлена залежність спалахової активності комет від геліоцентричної відстані дозволяє використовувати криві блиску комет як своєрідні детектори розподілу міжпланетної речовини у внутрішніх частинах Сонячної системи.

THE ACTIVE PROCESSES IN COMETS AS INDICATORS OF PHYSICAL CONDITIONS IN THE INTERPLANETARY SPACE, by Filonenko V.S. and Churyumov K.I. – The results of researches of cometary flash activity obtained by authors are generalized. On the basis of this results the new evidences of relation between comets' light curves and level of solar activity are enunciated. A relation of cometary flash activity with heliocentric distances discovered by authors is permit the light curves of comets will be used as original detectors of the distribution of interplanetary substance in the inner regions of Solar system.

ВВЕДЕНИЕ

Кометы являются крайне нестационарными малыми телами в Солнечной системе. Ядра комет представляют собой конгломерат замороженных газов и пылевой материи. Под воздействием фотонного и корпускулярного излучений Солнца происходит испарение летучих компонентов ядра и вынос пыли газовым потоком. Это приводит к образованию наблюдаемых кометных форм (голова, хвосты). По современным представлениям, кометные ядра состоят из реликтового вещества, входившего в состав протопланетного облака. Поэтому изучение физических свойств кометной материи и активных нестационарных процессов в кометных

ядрах весьма важно и актуально.

В настоящей работе исследуется одно из наиболее мощных и ярких внешних проявлений активных нестационарных процессов в кометных ядрах – вспышки блеска и их связь с солнечной активностью и особенностями крупномасштабной структуры межпланетного пространства.

Авторами проводится работа по ревизии рядов интегрального блеска комет и составлению нового каталога и атласа кривых блеска комет, уточнению фотометрических параметров комет и сопоставлению эволюции интегрального блеска комет с солнечной активностью и условиями в межпланетном пространстве. С этой целью собран обширный визуальный наблюдательный базис, значительная часть которого получена в последние три десятилетия. Основными источниками этих наблюдательных данных являются архивы International Halley Watch (IHW) и Советской программы наземных наблюдений кометы Галлея (СОПРОГ), а также архив International Comet Quarterly (ICQ).

В результате изучения наиболее полных и достоверных кривых блеска комет, построенных авторами и обработки литературных источников с описанием физических характеристик комет прошлого, составлен каталог реальных вспышек блеска комет, наблюдавшихся в 1927–1994 гг. и содержащий более 400 вспышек. Каталог представляет собой базу данных, в которой для каждой вспышки приведены моменты начала вспышки и ее максимума, амплитуда, гелиоцентрическое и геоцентрическое расстояния кометы в момент максимума вспышки, гелиоцентрические и гелиографические координаты кометы для момента максимума. Каталог может быть использован для статистических исследований вспышек блеска и их связи с солнечной активностью.

ВЛИЯНИЕ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ НА КРИВУЮ БЛЕСКА КОМЕТЫ ГАЛЛЕЯ

С.В.Орлов [3], анализируя наблюдения кометы Галлея, полученные в 1909–1910 гг., нашел отчетливо выраженную связь между яркостью фотометрического ядра кометы и числами Вольфа. Однако интегральный блеск кометы оказался независимым от этого индекса солнечной активности. Нами была построена детальная кривая блеска кометы Галлея (около 5000 оценок интегрального визуального блеска, полученные наблюдателями сетей IHW и СОПРОГ), охватывающая период с июля 1985 г. по июнь 1986 г. [5,6,10]. Была обнаружена линейная корреляция между флуктуациями интегральной яркости кометы и изменениями индексов солнечной активности с коэффициентом корреляции 0.62 ± 0.22 . Применение метода О.В.Добровольского [2] показало, что максимум суммарной площади солнечных пятен всегда влечет за собой максимум яркости кометы Галлея.

Непосредственное сравнение кривой блеска кометы Галлея в марте 1986 г. с кривой изменения скорости солнечного ветра в окрестностях кометы, измеренной с борта космического аппарата "ВЕГА-1", показало существование достоверной статистической зависимости между флуктуациями интегральной яркости кометы и изменением скорости солнечного ветра с коэффициентом корреляции 0.71 ± 0.13 [7].

Короткопериодические кометы дают уникальную возможность изучать эволюцию их блеска в разных появлениях. Изучение кривых блеска одной из таких комет – кометы Темпель 2 – в трех различных ее появлениях (1967, 1983 и 1988 гг.) позволило нам обнаружить новое явление во вспышечной активности этой кометы: максимумы вспышек блеска и минимумы кривой блеска, соответствующие моментам начала активных процессов в ядре кометы, при-

ходятся на одинаковые гелиоцентрические расстояния кометы в различных ее появлениях [8].

Изучение распределения 180 вспышек 129 комет, наблюдавшихся в 1847-1975 гг. по гелиоцентрическому расстоянию показало, что это распределение содержит узкие резкие максимумы числа вспышек на определенных гелиоцентрических расстояниях, разделенные узкими глубокими минимумами. Применение трех критериев согласия (критерия Пирсона, критерия Колмогорова и критерия фон Мизеса) ко всему распределению и локально к каждому максимуму показало, что обнаруженная структура распределения статистически значима [9].

Следовательно, можно сформулировать новую наблюдательную особенность вспышек блеска комет: вспышки блеска всех комет с большей вероятностью происходят на определенных гелиоцентрических расстояниях. Это новый факт, дополняющий совокупность наблюдательных критериев для выбора механизма вспышек блеска комет. Найденные нами значения гелиоцентрических расстояний находятся в хорошем согласии с предсказаниями теории единой закономерности в распределении малых тел в системе Солнца и планет Ю.К.Гулака [1]. Среднее значение относительных разностей между наблюдаемыми и вычисленными в соответствии с этой теорией значениями гелиоцентрических расстояний составляет $\approx 2\%$.

Таким образом, изучение вспышечной активности комет показывает, что в Солнечной системе на определенных соизмеримых расстояниях от Солнца, вероятно, существуют кольцевые устойчивые пояса сгущений межпланетного вещества и "люков" разрежения между ними. Попадая в области с повышенной концентрацией газопылевой материи, кометные атмосферы сжимаются, концентрация вещества в голове кометы увеличивается, а, следовательно, возрастает яркость свечения кометы.

НОВЫЙ ИНДЕКС ВСПЫШЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ КОМЕТ И СТРУКТУРА МЕЖПЛАНЕТНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ

До сих пор вспышечная активность комет характеризовалась лишь качественно фразами типа "комета показала высокую вспышечную активность" или "комета была малоактивна". Это затрудняет выявление сходства и различия во вспышечной активности различных комет, что весьма важно при чрезвычайном разнообразии физических свойств этих малых тел Солнечной системы.

Мы предложили количественный индекс вспышечной активности комет [4]:

$$I = \bar{A} \nu = \frac{(\sum \Delta m_i)}{T},$$

где \bar{A} – средняя амплитуда вспышек, Δm_i – амплитуда отдельных вспышек, ν – частота вспышек, T – интервал времени непрерывных наблюдений кометы. Поскольку суммарная амплитуда вспышек яркости $\sum \Delta m_i$ характеризует полную энергию, выделившуюся во время вспышек, то индекс I по существу характеризует мощность вспышечной активности.

Исследование 280 вспышек блеска 27 комет показало, что по значению индекса I кометы можно разделить на две группы. Была найдена зависимость средней амплитуды вспышек от частоты вспышек. Оказалось, что только вспышки малой амплитуды ($\Delta m \leq 1^m$) коррелируют с уровнем солнечной активности. Вспышки блеска большой амплитуды имеют, по-видимому, какой-то другой спусковой механизм. Была обнаружена периодичность во вспышечной активности комет [4]. Её средний период оказался равным $T = 6.8^d \pm 0.6^d$, т.е. он

равен $\frac{1}{4}$ среднего периода вращения Солнца, что можно рассматривать как новое доказательство влияния солнечной активности на кривые блеска комет. Возможно, вспышечная активность комет тесно связана с пересечением кометами границ устойчивой 4-х секторной структуры межпланетного магнитного поля.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, полученные нами результаты являются новыми достоверными доказательствами влияния солнечной активности на эволюцию интегрального блеска комет. Кроме того, обнаруженная дискретность распределения вспышек блеска по гелиоцентрическому расстоянию позволяет рассматривать активные вспышечные процессы в кометах как своеобразные естественные детекторы крупномасштабного распределения межпланетной газопылевой материи во внутренних частях Солнечной системы.

Авторы выражают искреннюю благодарность Д.Ф.Лупишко за просмотр рукописи и сделанные замечания, способствовавшие улучшению текста статьи.

1. Гулак Ю.К. Соизмеримости и макроквантовые явления в Солнечной системе. I. Проблемы, принципы, модель // Институт теоретической физики АН УССР. Препринт. 1986. № 91.
2. Добровольский О.В. Кометы. – М.: Наука. 1966. – 288 с.
3. Орлов С.В. О связи между яркостью комет и деятельностью на поверхности Солнца // Тр. Астрон. Обсерв. Юрьевск. ун-та. 1923. № 21. – С. 3.
4. Филоненко В.С., Чурюмов К.И. Об индексе вспышечной активности комет // Астрон. вестн.. 1997. т. 31. № 6. – С. 523–525.
5. Чурюмов К.И., Филоненко В.С. Кривая блеска кометы Галлея (1982i): I. По данным зарубежных наблюдателей // Кометный Циркуляр. 1987. № 375. – С. 2–3.
6. Чурюмов К.И., Филоненко В.С. Кривая блеска кометы Галлея (1982i): II. По данным СОПРОГ // Кометный Циркуляр. 1988. № 382. – С. 2–3.
7. Чурюмов К.И., Филоненко В.С. Влияние солнечной активности на кривые блеска комет Чурюмова–Герасименко (1982 VIII) и Галлея (1986 III) // Письма в Астрон. журнал. 1991. Т. 17. № 12. – С. 1135–1142.
8. Чурюмов К.И., Филоненко В.С. Кривая блеска коротко периодической кометы Темпель 2 и новый критерий выбора механизма вспышечной активности комет // Письма в Астрон. журнал. 1992. Т. 18. № 10. – С. 922–927.
9. Чурюмов К.И., Филоненко В.С. О неравномерном распределении вспышек яркости комет по гелиоцентрическому расстоянию // Астрон. вестн.. 1997. Т. 31. № 1. – С. 43–45.
10. Churyumov K.I., Filonenko V.S. Osobliwosci krzywej blasku komety Halleya (1986 III) // Postepy Astronomii. Tom XXXVII/XXXVIII (1989/1990). – P. 7–17.

Поступила в редакцию 11.09.99