

УДК: 523.683

Г.В. Жуков<sup>1</sup>, М.Г. Ишмухаметова<sup>1,2</sup>, Е.Д. Кондратьева<sup>1</sup>, В.С. Усанин<sup>1</sup><sup>1</sup>Казанский государственный университет, Казань<sup>2</sup>Астрономическая обсерватория им. В.П. Энгельгардта, Казань  
mig-ksu@mail.ru

## ЗАГАДКИ КОМЕТЫ ХОЛМСА: 1. ОТКРЫТИЕ

В связи с регистрацией в 2007 г. новой неожиданной вспышки яркости кометы Холмса изучена история открытия этой кометы, эволюция ее орбиты и орбиты ее возможного метеорного роя за последние сто лет.

*Ключевые слова:* комета, орбита, метеорный рой.

Неожиданная вспышка кометы Холмса в 2007 г., наблюдавшаяся практически всем астрономическим сообществом, поставила перед исследователями ряд вопросов, для разрешения которых, по-видимому, недостаточно провести анализ последнего десятого ее появления. Необходимо обратиться к истории поведения кометы в прошлом.

6 ноября 1892 года лондонский любитель астрономии Эдвин Холмс открыл новую комету, которая позднее по традиции была названа его именем. Комета находилась в созвездии Андромеды вблизи туманности с тем же названием, имела кому (голову) около 5 угловых минут и блеск 4–5 звездной величины. Затем яркость кометы стала бы-

стро падать, а диаметр комы – возрастать; 5 декабря он равнялся 42'. При расстоянии от Земли в 1,8 а.е. линейный размер головы кометы составлял 3,3 млн. км, что более чем в 2 раза превышает диаметр Солнца.

У кометы наблюдался небольшой хвост и некоторая диффузная масса. Деландр отметил 21 ноября раздвоение ядра, однако этот факт более никем не был подтвержден. Яркость кометы медленно падала до 10–11<sup>m</sup>, однако 16 января произошла вторая вспышка: за 4 часа поперечник кометы увеличился в 2 раза, яркость возросла до 5<sup>m</sup>. Таким образом, комета вновь стала видна невооруженным глазом. Далее повторилось то же, что и в ноябре: попе-

Окончание статьи В.Б. Сваловой «Комплексное использование...»

### Литература

- Антипов М.А., Бондаренко С.С., Стрепетов В.П., Каспаров С.М. *Минеральное сырье. Бром и иод*. М.: Геоинформмарк. 1999. 30.
- Бондаренко С.С. *Минеральное сырье. Воды промышленные*. М.: Геоинформмарк. 1999. 45.
- Вартанян Г.С., Комягина В.А., Плотникова Р.И., Соустова Т.Н., Шпак А.А. *Использование и перспективы освоения минеральных, термальных и промышленных вод*. М.: Геоинформмарк. 1999.
- Кононов В.И., Поляк Б.Г., Хуторской М.Д. Гидрогеотермальные ресурсы России. *Георесурсы*. 2(17). 2005. 29-33.
- Кременецкий А.А., Линде Т.П., Юшко Н.А. и др. *Минеральное сырье. Литий*. М.: Геоинформмарк. 1999. 49.
- Свалова В.Б. Использование геотермальной энергии и проблемы устойчивого развития. *Мат-лы Межд. научно-техн. семинара «Фундаментальные и прикладные проблемы мониторинга и прогноза стихийных бедствий» «Стихия-2002»*. Севастополь. 2002.
- Свалова В.Б. Геотермальные ресурсы России, проблемы экологии и устойчивого развития. *Мат-лы конф. «Возобновляемая энергетика –2003: состояние, проблемы, перспективы»*. Санкт-Петербург. 2003.
- Свалова В.Б. Учебно-научный консультационный центр по экологии и возобновляемым видам энергии. *Мат-лы. Межд. семинара «Российская программа развития возобновляемых источников энергии»*. Рыбинск. 2004.
- Свалова В.Б. Термальные воды России. Комплексное использование. *Мат-лы конф. «Извлечение минеральных компонентов из геотермальных растворов»*. Петропавловск-Камчатский. 2005.
- Свалова В.Б. Комплексное использование гидротермальных ресурсов. *Доклады VIII Межд. конф. «Новые идеи в науках о Земле»*. М. Т. 6. 2007. 384-386.
- Huttrer G.W. The status of world geothermal power generation 1995-2000. *Proceed. of the World Geothermal Congress*. Vol. 1. 2000. 23-37.
- Kononov V.I., Polyak B.G., Kozlov B.M. Geothermal development in Russia: Country update report 1995-1999. *Proceedings of the World Geothermal Congress*. Japan. Vol. 1. 2000. 201-206.
- Lund J.W., Freeston D.H. World-wide direct uses of geothermal energy 2000. *Proceed. of the World Geothermal Congress*. Vol. 1. 2000. 1-21.
- Svalova V.B. The History of Geothermal Resources Use in the Former USSR. *Proceed. of the 1998 GRC Annual Meeting*. USA. 1998.
- Svalova V.B. Geothermal legends through history in Russia and the former USSR: a bridge to the past. Stories from a Heated Earth. Our Geothermal Heritage. *GRC, IGA*. Sacramento, USA. 1999. 336-355.
- Svalova V.B. The history of geothermal resources use in Russia

and the former USSR. *Proceed. of the World Geothermal Congress*. Japan. 2000.

Svalova V. B. Geothermal energy use in Russia and environmental parks. *Proceed. of 2002 Beijing Int. Geothermal Symposium*. 2002.

Svalova V. B. Geothermal Energy Use in Russia and Sustainable Development. *Proceed. of Int. Geothermal Workshop*. New-Zealand. 2002.

Svalova V.B. Geothermal energy use in Russia and environmental problems. *Proceed. of the World Geothermal Congress*. Turkey. 2005.

Svalova V.B. Geothermal energy use in Russia: progress and future. *Proceed. of the First East African rift geothermal conference: Geothermal energy: an indigenous, environmentally benign and renewable energy resource*. Addis Abeba, Ethiopia. 2006.

Svalova V.B. Geothermal resources and thermal waters of Russia: complex use. *Proceed. of the Geothermal Resources Council 2006 Annual Meeting "Geothermal Resources Securing Our Energy Future"*. San Diego, USA. 2006.

Svalova V.B. Mineral resources of geothermal waters and brines. *Proceed. of the Int. conf. "Mineral extraction from geothermal brines"*. Tucson, USA. 2006.

### V.B. Svalova. Complex use of geothermal resources.

Geothermal resources are one of the most important sources of power systems development, rare metal and chemical industry, medical and agriculture complexes. Russia has rich hydro geothermal and petro thermal resources, that use is not enough. Great growth of energy consumption, limitation and appreciation of non-renewable fuel, strengthen of environmental problems force world economics to use widely the alternative energy resources.

*Key words:* geothermal resources, geothermal energy, hydro mineral raw material, complex use, sustainable development.

### Валентина Борисовна Свалова

к.физ.-мат. н., вед. научный сотрудник  
Института геоэкологии им. Е.М. Сергеева РАН, ученый секретарь Научного совета РАН по проблемам геотермии.



Институт геоэкологии им. Е.М. Сергеева РАН. 101000, Москва, Уланский переулок, 13, п.я. 145.  
Тел.: (495) 607-47-26

речник быстро рос, яркость уменьшалась. Обе вспышки представлены на Рис. 1. Очевидно, что вторая вспышка обусловлена выбросом вещества со значительно большей скоростью. Голечек заметил в феврале еще одну небольшую вспышку, но других наблюдений этого нет. Далее комета Холмса была видна только в крупные телескопы и наблюдалась до апреля 1893 года. Все наблюдения яркости кометы в описанный период приведены на Рис. 2.

Рис. 1. Изменение радиуса головы кометы со временем  $T$  (кружки – ноябрь 1892 г., треугольники – январь 1893 г., ноль на горизонтальной оси соответствует моменту вспышек 6 ноября и 16 января).

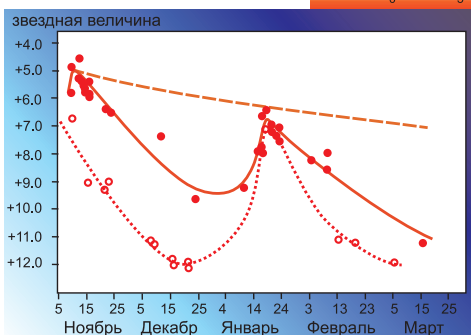
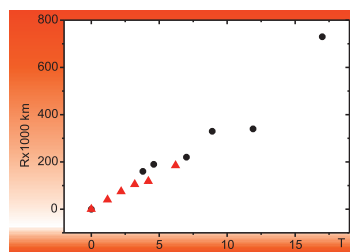


Рис. 2. Вариации яркости кометы от 6 января 1892 г. до 16 марта 1893 г. (темные кружки – полная яркость комы, открытые кружки – яркость ядра).

Необходимо отметить интересный факт: Кемпбелл и Фогель 8 – 13 ноября проводили спектральные наблюдения и не обнаружили линий – только непрерывный спектр. Очень важный, быть может наиважнейший, факт свидетельствует о том, что выброс вещества из ядра кометы состоял из твердых частиц, а не из газа. А огромная и симметричная кома при слабо выраженном хвосте свидетельствует о выбросе пылевого вещества во все стороны. Это наталкивает нас на идею обратиться к результатам изучения кометы Темпеля 1, которая, как и комета Холмса, принадлежит к группе комет Юпитера. НАСА осуществляет обширную программу по зондированию комет: это и более ранние исследования комет Галлея и Джакобини-Циннера, и эксперименты по забору вещества в окрестностях комет Вильда-2 и Темпеля-1. Полет к последней комете был назван «Deep Impact», и его программа заключалась в бомбардировке ядра, заборе обломков и их доставке на Землю. Однако разбить ядро кометы не удалось, его корка оказалась весьма твердой. Но через образовавшиеся трещины произошел выброс вещества самого ядра, что прекрасно видно на снимке (Рис. 3). Американские ученые подобрали для этого вещества точный термин – тальк: прежде всего это мельчайшие частицы твердого вещества с небольшой примесью газовой фракции, а не наоборот, как принималось для комет ранее. Именно из таких мелких частиц состоят метеорные рои.

Таким образом, мы должны предположить, что наши

№ п/п	Год сближ.	Взаимное расст., а.е.	№ п/п	Год сближ.	Взаимное расст., а.е.
1	1600	1.0	7	1719	0.6
2	1624	1.3	8	1743	0.2
3	1655	1.7	9	1766	0.9
4	1659	1.9	10	1825	0.7
5	1683	1.6	11	1861	1.3
6	1715	1.7			

Табл. Сближения кометы Холмса с Юпитером.

представления о строении кометных ядер были не совсем верны. По крайней мере, это относится к кометам семейства Юпитера. Следовательно, и модель кометного ядра, разработанная Ф. Уипплом, нуждается в коррекции. А ведь именно на нее опирается мнение о небольших – порядка десятков метров в секунду – скоростях выброса вещества из кометных ядер.

Исходя из этого, обратимся к работам, в которых собраны наблюдения кометы Холмса 1892/93 гг. Наиболее полные сведения о вспышках содержатся в работах Барнарда. Много позднее они были независимо обработаны С.В. Орловым (1940) и Н.Т. Бобровниковым (1943). Орлов приводит усредненные значения скоростей движения вещества:

- 1892, ноябрь 6 – 9 – 0,95 км/с первый галос
- 8 – 21 – 0,42 км/с второй галос
- 1893, январь 16 – 2,06 км/с первый галос
- 17 – 22 – 0,38 км/с второй галос.

Н.Т. Бобровников, по-видимому, оперировал более детальными сведениями. Приведем его результаты по вспышке 16 января 1893 года:

- От 8 час. 15 мин. до 9 час. 50 мин. – 0,45 км/с
- 9 50 – 10 30 – 3,60 км/с
- 10 30 – 10 43 – 7,16 км/с
- 10 43 – 11 14 – 0,23 км/с.

Он также указывает, что анализ наблюдений Барнарда дает на 8 ноября в интервале 8 час. – 9 час. 40 мин. значение скорости, равное 1,52 км/с.

Наблюдения Барнарда подробно анализировались и в одной из работ основоположника русской метеорной астрономии Ф.А. Бредихина (1954). Его основной вывод состоит в том, что при столкновении двух астероидов должна быть выделена большая масса газа, которая давала бы соответствующий спектр. Анализируя наблюдения, Бредихин признавал кометную природу наблюдавшегося тела.

Все это позволяет нам построить модель движения рои частиц, выброшенных из ядра кометы Холмса в ее первом появлении. Но прежде всего обратимся к орбите самой кометы. Элементы, ее характеризующие, были довольно тривиальными: аргумент перигелия  $\omega = 14^\circ$ , долгота восходящего узла  $\Omega = 333^\circ$ , наклон орбиты  $i = 21^\circ$ , большая полуось  $a = 3.62$  а.е. и эксцентриситет  $e = 0.41$ . К группе Юпитера относятся десятки ко-

мет.

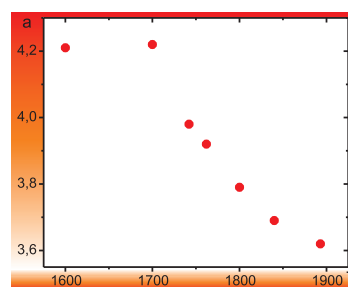


Рис. 4. Изменение большой полуоси орбиты кометы за 1600 – 1900 гг.

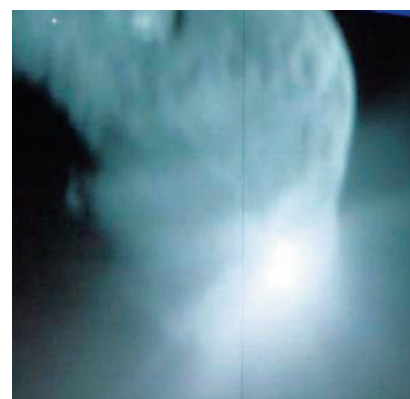


Рис. 3. Миссия «Deep Impact» к комете Темпеля-1.

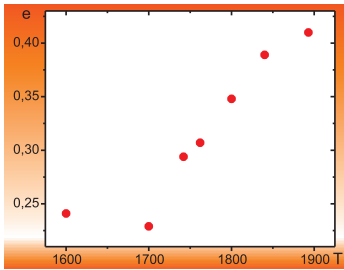


Рис. 5. Изменение эксцентриситета орбиты кометы за 1600 – 1900 гг.

уравнения движения кометы Холмса от 1893 г. на 300 лет назад – это время, когда яркие кометы или их вспышки уже наблюдались по всей Европе и неординарное событие на небосводе обязательно было бы отмечено. Учтем возмущения от всех 7 планет, хотя основное влияние надо, конечно, ожидать от Юпитера. Кроме этого, нас будут интересовать сближения кометы с Землей – ведь в 19 веке они не приближались друг к другу на расстояние, меньшее 1.5 а.е. Как показали вычисления (Табл.), в указанный интервал времени комета имела 11 сближений с Юпитером на расстоянии менее 2 а.е.

Как и следовало ожидать, изменения орбиты наиболее значительны после тесного сближения 1743 г. и умеренных сближений в 1719, 1766 и 1825 гг., хотя постоянное накопление изменений происходит и в остальных случаях. Вся эволюция орбиты направлена в сторону уменьшения большой полуоси с 4.21 до 3.62 а.е. и увеличения эксцентриситета с 0,24 до 0,41 (Рис. 4, 5). Аргумент перигелия меняется от 329° до 14°, а долгота узла с 353° до 333° при почти не изменяющемся угле наклона орбиты. Таким образом, влияние Юпитера сделало орбиту кометы более вытянутой и меньшей по размеру, значительно развернув ее при этом. Изменения орбиты имеют эволюционный, а не катастрофический характер. Таким образом, можно сделать вывод, что за период с 1600 по 1893 г. комета Холмса существовала как единое тело, и каких-либо предпосылок для вспышек мы пока не обнаружили.

Перейдем к моделированию эволюции метеорного роя. Рассмотрим движение частиц по трем направлениям: по

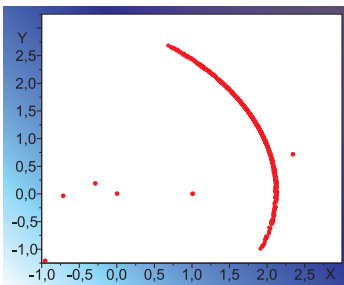


Рис. 6. Растяжение роя по орбите в проекции на плоскость эклиптики через 7 лет после выброса в 1893 г. (ось x направлена в точку весеннего равноденствия, темные кружки задают положение Солнца (0, 0) и планет Земли, Юпитера, Меркурия, Венеры).

радиусу-вектору кометы от Солнца (вектор S), по перпендикуляру к радиусу-вектору против движения кометы (вектор T) и по перпендикуляру к плоскости орбиты в направлении на северный полюс эклиптики (вектор W). Скорость выбросов рассматривалась в преде-

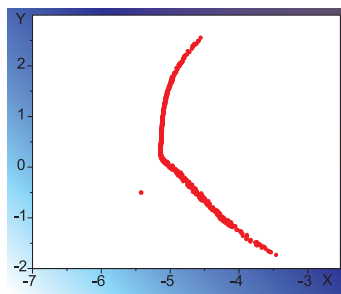


Рис. 7. Влияние Юпитера на орбиту роя.

ла от 100 м/с до 2000 м/с. Вычисления показали, что метеороиды имеют достаточно стабильные орбиты ввиду отсутствия тесных сближений с Юпитером и другими большими планетами. В основном, эволюция роя происходит за счет первоначальной дисперсии скоростей. Так, частица, отделившаяся от ядра кометы в 1893 году со скоростью 100 м/с по вектору S, отстала от кометы за 50 лет почти на месяц, за 100 лет – на два. При скорости выброса 2000 м/с отставание соответственно составит 4 месяца и 1 год. Эволюция орбит моделируемого роя наглядно представлена на Рис. 6, 7 и 8.

Таким образом, изучение истории открытия кометы Холмса не дает нам ответа на главный вопрос – какова природа вспышек 1892 – 1893 гг. Зарегистрированная вспышка кометы в 2007 г. тоже была неожиданной, но, возможно, ее дальнейшее изучение позволит разгадать ее природу и расширит наши представления о процессах дезинтеграции комет.

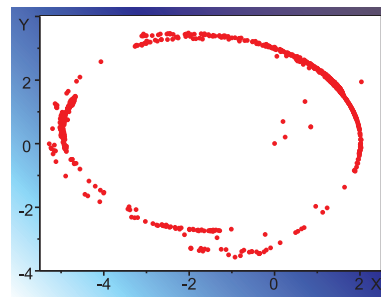


Рис. 8. Структура роя через 115 лет (1892 – 2007 гг.).

Такая структура роя наглядно представлена на Рис. 6, 7 и 8.

Таким образом, изучение истории открытия кометы Холмса не дает нам ответа на главный вопрос – какова природа вспышек 1892 – 1893 гг. Зарегистрированная вспышка кометы в 2007 г. тоже была неожиданной, но, возможно, ее дальнейшее изучение позволит разгадать ее природу и расширит наши представления о процессах дезинтеграции комет.

## Литература

- Беляев Н.А. *Каталог короткопериодических комет*. Братислава. 1968. 395.  
 Бредихин Ф.А. *Этюды о метеорах*. М. 1954. 607.  
 Всехсвятский С.К. *Физические характеристики комет*. М. 1958. 575.  
 Орлов С.В. Исключительные кометы. *Астроном. журнал*. Т. 17. Вып. 1. 1940. 8-12.  
 Bobrovnikoff N.T. The periodic comet Holmes (1892 III). *Popular astronomy*. V. 51. 1943. 542-550.

## G.V. Zukov, M.G. Ishmukhametova, E.D. Kondrat'eva, V.S. Usanin. Mystery of comet Holms (1892 III): 1. Discovery.

The comet Holms again unexpectedly in 2007. The history of the discovery of the comet, evolution of its orbit and orbit of its possible meteor stream is investigated.

*Key words:* comet, orbit, meteor stream.

### Георгий Викторович Жуков

канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры астрономии. Область научных интересов: оптические методы наблюдений в астрономии.

### Марина Геннадьевна Ишмухаметова

канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры астрономии. Область научных интересов: кометно-метеорная астрономия, исследование эволюции и структуры метеорных роев.

### Екатерина Дмитриевна Кондратьева

канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры астрономии. Область научных интересов: кометно-метеорная астрономия, моделирование образования метеорных роев.

### Владимир Сергеевич Усанин

аспирант кафедры астрономии.

Казанский государственный университет  
 420008, Россия, Казань, Кремлевская, 18.  
 Тел./Факс: (843) 292-77-97