



НЕБЕСНАЯ ТРЕВОГА

Кометы с давних времен вызывали у людей страх. Их считали предвестниками войн, эпидемий, гибели династий. В прошлом веке эти суеверия почти исчезли, однако на смену им пришли страхи научно обоснованные и потому едва ли не более сильные.



Комета Макнота в январе 2007 года было видно даже днем. Ее хвост растянулся на 35 градусов. Двигаясь по гиперболической орбите, она подошла к Солнцу вдвое ближе Меркурия, а затем навсегда покинула Солнечную систему

Александр Милицкий

Ровно 100 лет назад мир охватила паника. После очередной 76-летней отлучки к Земле приближалась знаменитая комета Галлея. Само по себе это вряд ли бы кого-то обеспокоило, но расчеты показывали, что нашей планете предстоит пройти через ее хвост. А в нем астрономы тогда еще только открытым методом спектрального анализа обнаружили присутствие ядовитого циана. Как раз незадолго до того, в 1907 году, после долгих дипломатических усилий крупнейшие державы, включая Америку, Британию, Германию, Россию, Францию, Италию и Японию, подписали конвенцию о запрете использования химического оружия. И вот теперь это оружие грозило в буквальном смысле обрушиться с неба.

По мере приближения Земли к страшному кометному хвосту газеты сообщали о резком росте числа самоубийств в Испании, о персах, заранее роющих себе могилы, об австрийцах, запасующихся кислородом, американцах, которые заклеивают щели в своих домах, и, конечно, о предприимчивых дельцах, быстро наладивших торговлю пилюлями с противоядием от кометных газов. А потом...

А потом ровным счетом ничего не случилось. Плотность опасного вещества в хвосте кометы оказалась столь низка, что даже самые точные приборы не смогли зафиксировать ни малейших изменений в составе земной атмосферы.



SPR/EAST NEWS (x2)



Ядро кометы Галлея со струями газа и пыли снято в 1986 году с расстояния всего 600 километров европейским межпланетным исследовательским аппаратом «Джотто»

ОБСТРЕЛ ИЗ КОСМОСА

И все же кометы далеко не безобидны. Просто вплоть до начала XX века опасность, которую они несут, понимали не вполне верно. А ведь всего за пару лет до описанной кометной паники зловещее предупреждение прозвучало из Сибири, и отзвуки его были слышны по всему миру. Около 7 часов утра 17 (30) июня 1908 года по небу пролетел огненный шар, ▶

СУТЬ ДЕЛА

- Источником комет принято считать гипотетическое облако Оорта. Однако его существование пока не доказано, а происхождение неясно.
- Возможно, транснептуновые объекты пояса Койпера представляют собой ближний край облака Оорта.
- Кометная угроза реальна и значительно серьезнее астероидной. Удовлетворительных идей защиты от падения кометы на Землю пока не существует.

и на высоте 7–10 километров произошел колоссальный взрыв, поваливший деревья на площади свыше 2 тысяч квадратных километров — это вдвое больше территории современной Москвы. Мощность взрыва оценивается в 10–40 мегатонн тротила, что сравнимо с самыми мощными водородными бомбами. Наиболее вероятной причиной катастрофы, известной как Тунгусское событие, считается падение на Землю небольшой кометы, скорее даже обломка кометного ядра поперечником 50–100 метров. Для сравнения: ядро кометы Галлея имеет размер 8 на 15 километров. Последствия от падения были бы сравнимы с полномасштабной ядерной войной. К счастью, орбита кометы Галлея проходит чуть в стороне от земной.



SP4/EASTNEWS

Если в первой половине августа выйти после полуночи в поле вдали от городских огней и устремить взор в небо, вы обязательно заметите, что по нему то здесь, то там пролетают яркие, как трассирующие пули, точки. Это метеоры, обычно называемые падающими звездами. Если приглядеться, то станет ясно, что многие из них как будто вылетают из одной точки — радианта, находящегося в созвездии Персея. Сходство метеоров с трассирующими пулями не случайно: в августе Земля действительно попадает под обстрел. В это время ее траектория почти пересекается с орбитой кометы Свифта — Тутля, которая возвращается к Солнцу раз в 135 лет. Выброшенные кометным ядром песчинки движутся по близким, но все же не совсем совпадающим траекториям и за многие тысячи лет постепенно распределились вдоль всей кометной орбиты, образовав вокруг нее метеорный рой. Проходя точку пересечения орбит, Земля ежегодно попадает в поток космических пылинок, налетающих на нее со скоростью 41 км/с. Абсолютное большинство из них за доли секунды сгорают в атмосфере. Камешки покрупнее иногда порождают яркие болиды. Но кто гарантирует, что однажды нам не встретится крупный обломок, способный вызвать взрыв помощнее Тунгусского?

В июле 1994 года астрономы стали свидетелями настоящего космического артобстрела. Два десятка крупных фрагментов распавшегося ядра кометы Шумейкеров — Леви 9, летевших по одной упирающейся прямо в Юпитер орбите, один за другим обрушились на планету. Удары, за которыми следили все обсерватории, сопровождалась чудовищными взрывами и колоссальными возмущениями в атмосфере планеты-гиганта, которые можно было наблюдать с Земли даже в небольшой телескоп. И это не уникальное событие. Спустя 15 лет, в июле 2009 года, австралийский любитель астрономии Энтони Уэсли (Anthony Wesley) обнаружил

Леониды — самый активный из метеорных потоков. За 8 минут камера зафиксировала десятки метеоров. Поток связан с кометой Темпеля — Тутля

на Юпитере темное пятно размером с Тихий океан — следствие незамеченного наблюдателями столкновения с небесным телом.

Как мишень Земля в 125 раз меньше Юпитера по площади и в три сотни раз уступает ему по массе, так что, к счастью, слабо притягивает летящие мимо объекты. К тому же она находится в 5 раз ближе к Солнцу, и кометы залетают сюда реже (хотя и на большей скорости). В целом, по сравнению с Юпитером,



На гобелене из Байё изображена комета Галлея 1066 года. Позднее ее считали предвестником поражения англосаксов в битве с норманнами

Ярчайшая комета появилась сразу после убийства Юлия Цезаря. Но в трагедии Шекспира «Юлий Цезарь» она лишь предвещает гибель императора. Эта ошибка закреплена на холсте Эдварда Джона Пойнтера «Мартовские иды» (1883)



THE BRIDGEMAN ART LIBRARY/PHOTOBANK.COM

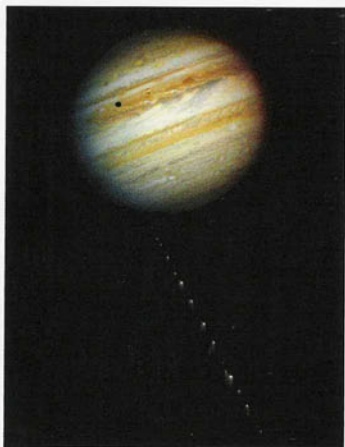
вероятность падения кометы на Землю на несколько порядков ниже, и все же она не нулевая. Согласно одной из теорий, как раз такой удар резко изменил климат Земли около 65 миллионов лет назад и привел к массовому вымиранию динозавров.

КОМЕТНОЕ ОБЛАКО

В 1950 году голландец Ян Оорт опубликовал научную статью, в которой рассматривались околопараболические кометы. Их эллиптические орбиты вытянуты так сильно, что едва отличимы от разомкнутых парабол. Период обращения таких комет вокруг Солнца измеряется многими тысячами и даже десятками тысяч лет, что гораздо больше, чем у относительно ▶



AGU/FEST NEWS



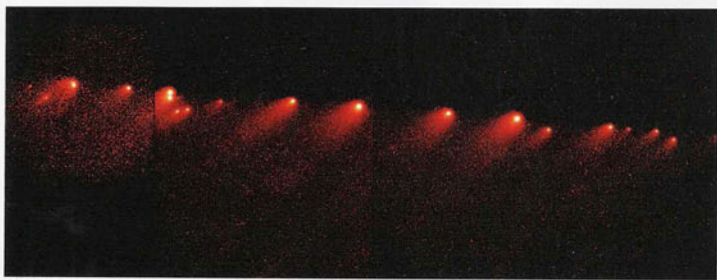
STSC, JPL, NASA

короткопериодической кометы Галлея. Согласно второму закону Кеплера, кометы, движущиеся по таким вытянутым орбитам, в окрестностях Солнца находятся мизерную долю времени, а большую часть своей жизни проводят на огромном удалении от него.

Из этого Оорт сделал вывод, что Солнечная система окружена колоссальным сферическим облаком кометных ядер. Счет объектов в нем идет на триллионы. Больше всего их должно быть на расстоянии около 20 тысяч астрономических единиц от Солнца — это в 500 раз дальше Плутона. А разреженная периферия облака простирается не меньше чем на 50, а то и 150 тысяч

астрономических единиц, что уже сравнимо с расстоянием до ближайшей звезды. Так что кометные ядра во внешней части облака Оорта слабо связаны с Солнцем, и некоторые вполне могут уходить от него к другим звездам.

Вдали от Солнца кометные ядра движутся очень медленно: в афелиях (наиболее удаленных точках орбиты) — не быстрее пешехода. Так что даже небольшие возмущения могут значительно менять их орбиты, иногда направляя то или иное ядро к центру Солнечной системы. Надо сказать, что орбита Земли из облака Оорта выглядит как мелкая монета со стометровой дистанции, и чтобы попасть в нее, прицел нужен поистине снайперский. Однако Оорт считал, что кометных ядер в облаке так много, что по чистой случайности некоторое их число ежегодно оказывается на соответствующих орбитах. Тысячи лет занимает их путь к Солнцу, пока оно не начнет нагревать кометное ядро, испаря смержшиеся в нем летучие газы. Тогда вокруг ядра образуется кома — временная атмосфера, которая постоянно рассеивается в окружающем пространстве. Чем ближе к Солнцу, тем быстрее идет испарение, потоки газа начинают выносить с собой частицы пыли, а давление излучения и солнечного ветра растягивает кому в длинный, часто изогнутый хвост. За несколько месяцев комета делает крутой вираж вокруг Солнца и исчезает из виду на десятки тысяч лет... если только притяжение, скажем Юпитера, не изменит орбиту кометы так, что она станет



STSC

На фреске «Поклонение волхвов» в Падуе в качестве Рождественской звезды итальянский живописец Джотто изобразил комету Галлея, которую видел в 1301 году, хотя в год Рождества она не появлялась

Фрагменты кометы Шумейкеров — Леви 9, разорванной приливными силами, приближаются к Юпитеру

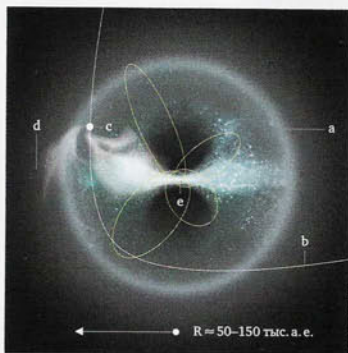
возвращаться чаще, например раз в 76 лет, как комета Галлея. Перехватывая подобным образом визитеров из облака Оорта, планеты-гиганты пополняют семейство короткопериодических комет.

Мы не знаем, что именно возмущает движение комет в облаке Оорта, ведь оно недоступно непосредственным наблюдениям и о нем практически ничего не известно достоверно. По одной из версий, на орбиты, заходящие в окрестности Земли, кометы выбрасываются приливными силами, действующими со стороны Галактики. Хотя эти силы относительно невелики, зато работают они непрерывно. Согласно другой гипотезе, определяющую роль играют возмущения со стороны звезд, время от времени проходящих в относительной близости от Солнца. Есть мнение, что наибольшее возмущение вызывают гигантские облака молекулярного водорода, с которыми Солнечная система иногда сближается в своем движении вокруг центра Галактики. И наконец, многие связывают возмущения с гипотетическим массивным транспланетным телом — некой планетой X, обращающейся на периферии Солнечной системы.

ПЛАНЕТА X

После того как Джон Адамс и Урбен Леверье по движению Урана предсказали существование Нептуна, поиск неизвестных небесных тел «на кончике пера» сделался весьма популярным занятием.

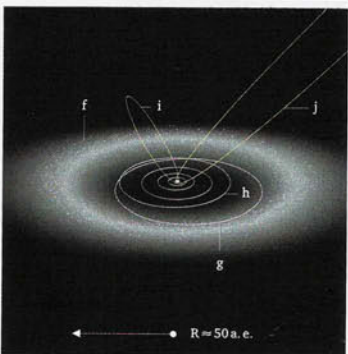
Попытки по движению кометы предвычислить положение предполагаемой транспланетной планеты X не прекращаются уже многие годы. Но пока никому не удалось даже ▶



SPUR/IST NEWS

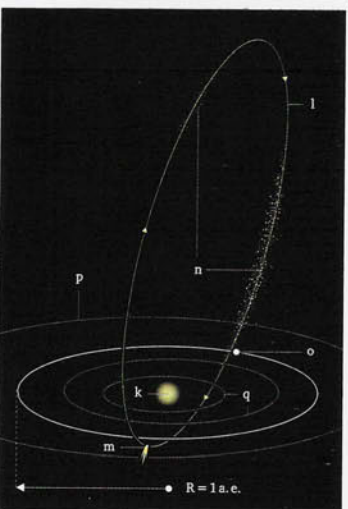
1. Гипотетическое облако Оорта:

- a) Сферическое кометное облако
- b) Гиперболическая орбита проходящей мимо звезды
- c) Проходящая мимо звезда возмущает облако
- d) Выброшенные из системы кометные ядра
- e) В центре облака пояс Койпера



2. Пояс Койпера и планетная система:

- f) Дiskoобразный пояс транснептуновых объектов
- g) Орбита карликовой планеты Плутон
- h) Орбита Нептуна
- i) Орбита кометы Галлея
- j) Орбита околопараболической кометы



3. В центре планетной системы: происхождение метеорных роев

- k) Солнце
- l) Орбита короткопериодической кометы
- m) Комета проходит перигелий
- n) Рои метеорных частиц вдоль орбиты кометы
- o) Земля встречается с метеорным роем
- p) Орбита Марса
- q) Орбиты Меркурия и Венеры

изменения за сотни и тысячи оборотов вокруг Солнца. Поэтому для анализа необходимо отбирать «динамически свежие» кометы, чьи орбиты после взаимодействия с гипотетической планетой X не успели значительно измениться. Такие кометы можно попробовать выделить по астрофизическим критериям: в среднем они должны быть ярче старых, поскольку те уже успели растратить запасы летучих газов и покрылись пылевой коркой. Но, к сожалению, физическое и динамическое старение комет протекает далеко не синхронно. Может случиться, что уже при первом сближении с Солнцем комета пройдет рядом с планетой-гигантом и сильно изменит свою орбиту, став «старой» в динамическом отношении, непригодной для расчетов. Другая же комета, совершив сотни оборотов вокруг Солнца и постарев физически, может при этом случайно избежать встреч с возмущающими телами, сохранить свою первоначальную орбиту и таким образом остаться «динамически свежей».

Но если бы и удалось выделить такую комету среди множества других и по ее траектории определить, где на небе следует искать планету X, не факт еще, что ее удалось бы обнаружить. На огромном удалении даже крупное небесное тело может оказаться слишком тусклым для современных



GETTY IMAGES/FOTOBANK.COM

телескопов, поскольку блеск объектов, светящихся отраженным светом, обратно пропорционален четвертой степени расстояния от них до Солнца: с удалением вдвое яркость падает в 16 раз. В любом случае для поисков нужны хотя бы приближенные координаты, а их пока нет. Так что вопрос о существовании планеты X, «посылающей» кометы внутрь Солнечной системы, остается пока открытым.

КОМЕТНЫЙ ДИСК

Надо, впрочем, отметить, что сегодня представление, будто облако Оорта было изначально сферическим, кажется нивным. Нет-нет, облако, несомненно, существует как мгновенный «снимок» местоположения кометных ядер. Однако ▶

убедительно продемонстрировать ее существование, не говоря уже о прямых наблюдениях этого гипотетического тела. Трудность в том, что неясно, какие кометы можно использовать для поиска, а какие нет. Кометы доступны для наблюдения, только когда оказываются во внутренних областях Солнечной системы. Но здесь они могут сближаться с планетами-гигантами, что чревато серьезными изменениями орбит. Точности наблюдений и вычислений не хватает, чтобы уверенно проследить эти

Кометариум Джона Теофила Деагюлье. Французский инженер, друг Ньютона, использовал прибор в публичных лекциях для объяснения движения комет

далеко не факт, что оно служит реликтовым резервуаром комет. На ранних стадиях формирования планетных систем вещество собирается вокруг звезды в диск. Так что сферическому облаку просто неоткуда взяться. Сгустки протопланетного вещества, планетезимали, выброшенные гравитационными возмущениями и не пошедшие на строительство больших планет, должны были образовываться на периферии Солнечной

Ажиотаж вокруг Большой кометы 1860 года (обложка французской юмористической газеты). Эта гиперболическая комета никогда не вернется к Земле



Гиперболические кометы появляются вблизи Солнца и Земли лишь однажды и потому совершенно непредсказуемы

системы кольцо, лежащее в плоскости планетных орбит. А сферическое облако возникло уже позже каким-то иным способом. В 1980 году уругвайский астроном Хулио Анхель Фернандес опубликовал статью «О существовании кометного пояса за Нептуном». В ней он доказывал, что число наблюдаемых короткопериодических комет слишком велико, чтобы его можно было связать только поступлением из далекого сферического облака Оорта. Ведь большинство пришедших оттуда комет возвращается

обратно, и лишь единицы, испытав взаимодействие с планетами, переходят на короткопериодические орбиты. По результатам компьютерного моделирования Фернандес предположил, что должен существовать еще один источник комет на расстоянии около 50 астрономических единиц от Солнца (то есть на три порядка ближе, чем облако Оорта), имеющий дисковую форму. Фактически это было прямое указание на существование пояса транснептуновых объектов (помимо известного Плутона). И уже в 1990-х годах этот пояс открыли. Правда, по иронии судьбы название он получил по имени Джерарда Койпера, астронома, выпустившего в 1951 году работу, где обосновывал, что такого пояса быть не должно.

Крупнейшие объекты пояса Койпера — карликовые планеты Хаумеа, Макемаке, Эрис и лишенный недавно «большого» планетного статуса Плутон. Они достигают в диаметре нескольких тысяч километров, большинство же известных транснептуновых объектов имеют размеры, превышающие 100 километров. Конечно, мелкие обломки там, как и везде, должны преобладать, но за орбитой Нептуна объекты поперечником меньше 50 километров современными средствами обнаружить практически невозможно. И поскольку видны нам только крупнейшие и ближайшие объекты, нельзя уверенно сказать, как далеко простирается реликтовый кометный диск, каковы его масса, толщина и плотность. Все оценки его параметров базируются лишь на тех или иных космогонических моделях и не имеют пока наблюдательных подтверждений. Можно только утверждать, что в каком-то виде он существует, поскольку мы наблюдаем его внутренний край — пояс Койпера.

Согласно модели Фернандеса, именно это дисковое облако служит основным источником всех комет. Сближаясь между собой, кометные ядра в нем могут менять свои орбиты и выбрасываться за пределы диска. Компьютерное моделирование показывает, что примерно четверть из них начинает двигаться в область больших планет, становясь короткопериодическими кометами, еще четверть навсегда покидает Солнечную систему по гиперболическим траекториям, а половина забрасывается на сильно вытянутые орбиты, пополняя сферическое облако Оорта, которое без этого давно рассеялось бы в межзвездном пространстве. Отдаленно оно напоминает кому вокруг ядра кометы: его тоже постоянно «сдувают» с Солнечной системы галактические ветры. Если принять эту модель, то получается, что облако Оорта не окружало нашу планетную систему с момента ее формирования, а образовалось позднее.

Впрочем, в последнее время астрономы вновь стали проявлять интерес к гипотезе реликтового происхождения облака Оорта. Да, вокруг одиночной звезды сферическое облако образоваться не может, но все меняется, если рождается сразу скопление из нескольких сотен звезд, а ведь именно так обычно и протекает звездообразование в нашей Галактике. В этом случае звезды в молодом скоплении часто сближаются друг с другом, что может привести к размыванию внешних частей диска и образованию сферического кометного гало — гигантского облака, окружающего звездную систему.

БЕЗОПАСНО, КАК В САМОЛЕТЕ

В отличие от многих других проблем астрономии вопрос об источнике, насылающем на нас кометы, весьма важен в практическом плане — ведь неожиданно появляющиеся единичные кометы представляют серьезную труднопрогнозируемую опасность. В 1994 году американские астрономы Кларк Чэпмен (Clark Chapman) и Дэвид Моррисон (David Morrison) считали, что для отдельного человека риск погибнуть от падения крупного космического тела сравним с риском гибели в авиакатастрофе.

Хотя обычно говорят про астероидную опасность, кометы представляют куда большую угрозу. Дело в том, что орбиты малых планет, пересекающиеся с земной, как правило, известны с высокой точностью. Их обнаружением ▶

и отслеживанием занимаются многочисленные коллективы, и моменты опасных сближений известны астрономам на десятки лет вперед. Если какой-то астероид действительно будет угрожать Земле, в запасе у человечества будет порядочно времени, чтобы принять меры. Причем способы воздействия на астероид могут быть довольно мягкими. Например, можно заранее покрасить его светоотражающей краской. В результате вырастет давление на него солнечных лучей, и за годы орбита тела изменится так, что оно пройдет мимо Земли. Есть и другие проекты вроде установки на

Солнца, да и направление не всегда предсказуемо. Например, открытая в 1862 году комета Свифта — Туттля, ответственная за метеорный поток Персеид, вернулась в 1992 году, отклонившись от «расписания» на 15 суток, то есть на 50 миллионов километров.

Новая комета, открытая за считанные месяцы или даже недели до момента опасного сближения, летящая

КОМЕТНО-АСТЕРОИДНАЯ ОПАСНОСТЬ В СРАВНЕНИИ С ДРУГИМИ

ДАННЫЕ ДЛЯ ЖИТЕЛЕЙ США, ИСТОЧНИК: NATURE, V. 367, P. 33

Дорожная авария
1/100



Пожар
1/800



Поражение током
1/5000



Авиакатастрофа
1/20 000



Столкновение Земли с астероидом или кометой (средняя оценка)
1/25 000



Наводнение
1/30 000



Ураганы, торнадо
1/60 000



Ядовитый укус
1/100 000



Несчастный случай с пиротехникой
1/1 000 000



поверхности объекта маломощного электроракетного двигателя или бомбардировки болванкой, разогнанной до высокой скорости.

С кометами же все обстоит гораздо хуже. Ежегодно открываются новые долгопериодические кометы, приближающиеся к Солнцу. Особенно много их стали фиксировать после 1996 года, когда заработала космическая обсерватория SOHO. Она непрерывно следит за ближайшими окрестностями Солнца и в 2008 году обнаружила уже более полутора тысяч околопараболических комет. Все они подобрались к Солнцу ближе Земли, Венеры и Меркурия, и никто их до этого не заметил.

Но даже для своевременно открытой кометы точно рассчитать траекторию гораздо труднее, чем для астероида. На движение комет нередко влияют так называемые негравитационные эффекты. Газопылевые струи, образующиеся при испарении вещества с поверхности кометного ядра, создают реактивную тягу, способную менять параметры орбиты. Учесть это трудно, поскольку сила тяги меняется с расстоянием от

по не вполне предсказуемой траектории, может стать настоящим кошмаром для человечества. В голливудских фильмах-катастрофах проблема обычно решается при помощи ядерного взрыва. Однако замена гигантского пушечного ядра радиоактивной шрапнелью ненадолго облегчит судьбу земных обитателей. На достаточно большом удалении от Земли можно, подорвав ядерный боеприпас рядом с кометой, создать реактивную силу за счет испаряющихся с ее

Шансы погибнуть от кометы такие же, как в авиакатастрофе. Кометы падают реже, но ущерб от них много больше

поверхности газов и тем самым скорректировать орбиту. Но нет гарантии, что человечество успеет подготовить подобную операцию. И еще надо помнить об опасности распада ядра на несколько осколков, каждый из которых может полететь по своей траектории и представлять самостоятельную угрозу. Вопрос о том, как предотвратить столкновение кометы с Землей или смягчить его последствия, если возникнет подобная опасность, до сих пор еще не проработан. А потому и вопрос о том, откуда берутся кометы и каким образом они попадают во внутренние области Солнечной системы, сохраняет особую остроту для человечества. ●

ЧТО ЕЩЕ ПОЧИТАТЬ, ПОСМОТРЕТЬ

www.cometography.com — полный каталог периодических комет, актуальные сведения о видимых кометах, элементы орбит комет, восстановленные по летописям (англ. яз.).



Беляев Н.А., Чурюмов К.И. **Комета Галлея и ее наблюдение.** — М.: Наука, 1985. Книга написана доступным языком, вышла она в канун последнего возвращения кометы Галлея в 1986 году.



www.solarviews.com/cap/index/comet.html — большая подборка фотографий и других изображений комет.