

## Тема: Кометы и метеоры

# Предвззсудки древности



**Комета** - хвостатая (волосатая, косматая – греч. кометес) звезда. При приближении к Солнцу принимает эффектный вид.

Издревле вызывала ужас, молебн, суеверие:

1) Аристотель писал - кометы вызывают сильные бури, что было признано в течении почти 2 000 лет.

2) 44 год до н.э убиство Ю. Цезаря - во всех уголках Римской Империи в течении недели была видна комета, и люди думали, что это дух убитого императора соединяется с богами на небесах.

3) 1066 год - вторжение норманнов в Южную Англию, и это несчастье совпало с появлением в небе кометы Галлея.

4) 1456 год - падение Константинополя – опять появление кометы Галлея в небе.

5) 1811 год - появляется комета 1812 года, предвестница войны. Ее голова по объёму в шесть- восемь раз превосходила Солнце.

Первым "кометоискателем" был служащий Парижской обсерватории **Шарль Мессье** – за 39 лет наблюдений он открыл 20 комет, из них 14 новых.

Однако превзошел его сторож Парижской обсерватории (затем ее директор) **Жан Понс** открывший за 26 лет 33 новых кометы (рекорд не побит).



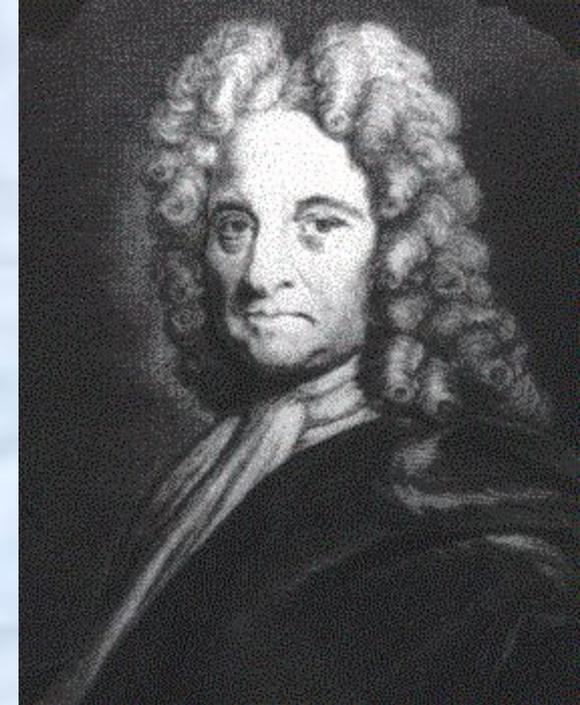
Комета Рихарда Веста, оба фото - март 1976г.

# Комета Галлея



Комета Галлея 12 марта 1986г.

Английский астроном **Э. Галлей** - проведя вычисления наблюдаемой кометы 1682 года - первым предсказал ее следующее появление в 1758 году, установив в 1705 году, что кометы *периодически возвращаются к Солнцу*.



Эдмунд Галлей (1656-1742)



Это 31-е появление в 1985-1986г. ( $T \approx 75,5$  лет,  $e = 0,967$ ,  $a = 17,94$  а.е). Хотя по китайским записям первое появление кометы Галлея было в 1057г до НЭ, а не в 239г до НЭ. С 4 по 11 марта 1986г комета исследовалась пятью КА. Следующий приход кометы будет в 2061 год.

Наклон орбиты кометы к плоскости эклиптики составляет  $162^\circ$ , а это значит, что комета движется в направлении, обратном обращению планет вокруг Солнца.

# Строение кометы



Комета Галлея, 1986г

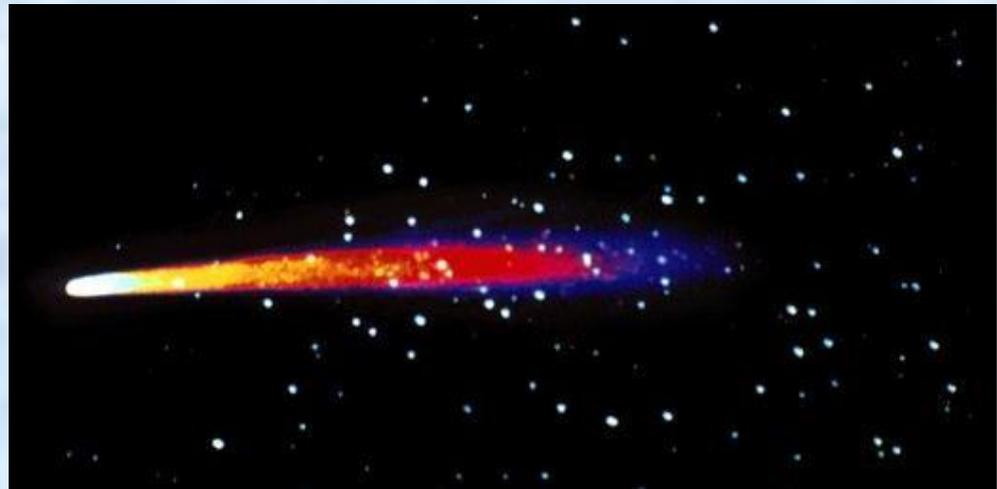
По гипотезе 1949г Фреда Уиппла (1906-2004, США) ядро кометы это «грязный снежок» - ледяной айсберг из смеси замерзшей воды и газов с вкраплениями тугоплавких каменистых и металлических частиц, метеорного вещества.

Вокруг ядра образуется обширная светящаяся газовая оболочка из водяного пара, углекислого и других нейтральных газов сублимирующих из ядра – кома. Вместе с ядром она составляет голову кометы.

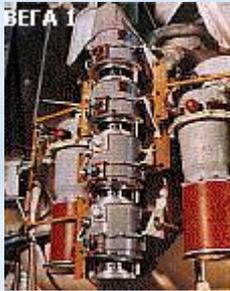
Обычно она достигает своего максимального размера (до миллиона километров в поперечнике) сразу после прохождения кометой перигелия.

Хвост - удлиненная часть кометы, которая образуется у ее головы при приближении кометы к Солнцу. Бывает ионный (плазменный - до нескольких 100 млн. км длиной, интенсивно взаимодействует с солнечным ветром) и пылевой (до 10 млн. км в длину, состоит из очень мелких частиц пыли уносимых от ядра потоком газа).

Комета Галлея в 1910г. Компьютерная обработка оригинальной черно-белой фотографии, сделанной в 1910г в Ловелловской обсерватории (Флэгстафф, штат Аризона). Условные цвета соответствуют различным уровням яркости. Над пылевым хвостом типа II виден ионный хвост типа I.



# Исследование кометы Галлея КА



С 4 по 11 марта 1986г, при нахождении в 150 млн. км от Земли, комета Галлея была впервые исследована пятью КА:

«Вега-1» (запуск 15.12.1984г), проходит 6 марта в 8912км от ядра кометы;

«Вега-2» (запуск 21.12.1984г, -скорость 34км/с), проходит 9 марта в 8036км от кометы. Масса установленной аппаратуры 130кг;

«Джотто» (ЕКА), масса 512кг, аппаратуры 57кг, прошел 14 марта в 610км от ядра;



Японские «Суиссей» (Комета, запуск 14.08.85г, масса 135кг, аппаратуры 10кг) - прошел 11 марта в 2млн.км от кометы и «Сукигаке» (Пионер, запуск 31.12.1984г) - прошел 8 марта в 125000км от кометы.

Сделано более 1500 снимков, размер ядра 14x7,5x7,5км масса  $6 \cdot 10^{14}$  кг, температура поверхности около 100°C на расстоянии 0,8 а.е. от Солнца, период вращения ядра около 53час. «Вега-1» установила, что каждую секунду комета выбрасывает до 8т пыли и 45т газа из ядра.

Отражательная способность кометы 45%. В выбрасываемом из ядра веществе обнаружены метан, аммиак,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2$ , циан и др. газы, - пылинки Na, Mg, Ca, Si, Fe, пары воды, а также присутствие органических соединений.



Скорость кометы в перигелии составила 54,5 км/с.

# Комета Хейла-Боппа



Пылевой и ионные (длина 148 млн.км) хвосты кометы Хейла-Боппа, 1.04.1997г.

Великая комета 20 века Хейла-Боппа (C/1995 O1) открыта двумя американскими любителями астрономии **Аланом Хейлом** и **Томасом Боппом** 22 июля 1995 года, почти за два года до прохождения перигелия (1.04.1997г) на рекордно далеком расстоянии – за орбитой Юпитера.

С помощью телескопа Хаббл в атмосфере кометы обнаружен гидроксил OH, образующийся в результате распада молекул воды под воздействием ультрафиолетового излучения Солнца.



Комета с большим ядром в 40км наблюдалась 185 дней. Она удаляется от Солнца на 372 а.е. и имеет период 2380 лет.

# Движение комет



Движение кометы Икея-Жанга, 2002г.

В 1992г при прохождении кометы Шумейкер-Леви 9 в 15 000 км от Юпитера, она была разорвана на несколько частей и 17-21 июля 1994г при очередном сближении с планетой все обломки врезались в атмосферу Юпитера.



вдали от Солнца, в афелии, комета находится более длительное время, так как скорость движения подходит к минимальной. С удалением от Солнца температура ядра кометы ниже, вещество перестает испаряться. Хвост и кома исчезают.

вблизи Солнца, в перигелии, комета находится недолго, скорость по орбите максимальна, температура ядра максимальна.

# Классификация кометных хвостов

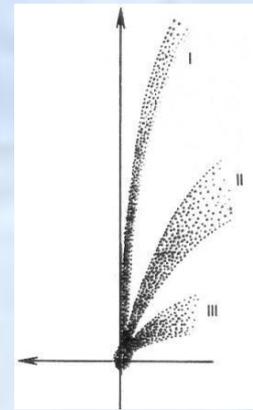


Первую классификацию дал в 1877 году Федор Александрович Бредихин (1831-1904)

I тип - прямой хвост от Солнца  $F_{\text{отт}} \gg F_{\text{прит}}$

II тип - слегка изогнут  $F_{\text{отт}} >$  в десятки  $F_{\text{прит}}$

III тип - очень изогнут, короткий  $F_{\text{отт}} \approx F_{\text{прит}}$



Современная классификация из 5 типов хвостов дана к 1958г Сергеем Владимировичем Орловым (1880-1958)

**Хвосты 1<sub>0</sub> типа** – прямоугольные,  $F_{\text{отт}} > 1000 * F_{\text{прит}}$ , состоит из легких ионизированных газов и образует главным образом под действием магнитного поля солнечного ветра.

**Хвосты 1 типа** – почти прямолинейные и слегка отклонены назад.  $F_{\text{отт}} > 10-100 * F_{\text{прит}}$ . Состоят из ионизированных и нейтральных газов, наблюдаются наиболее часто.

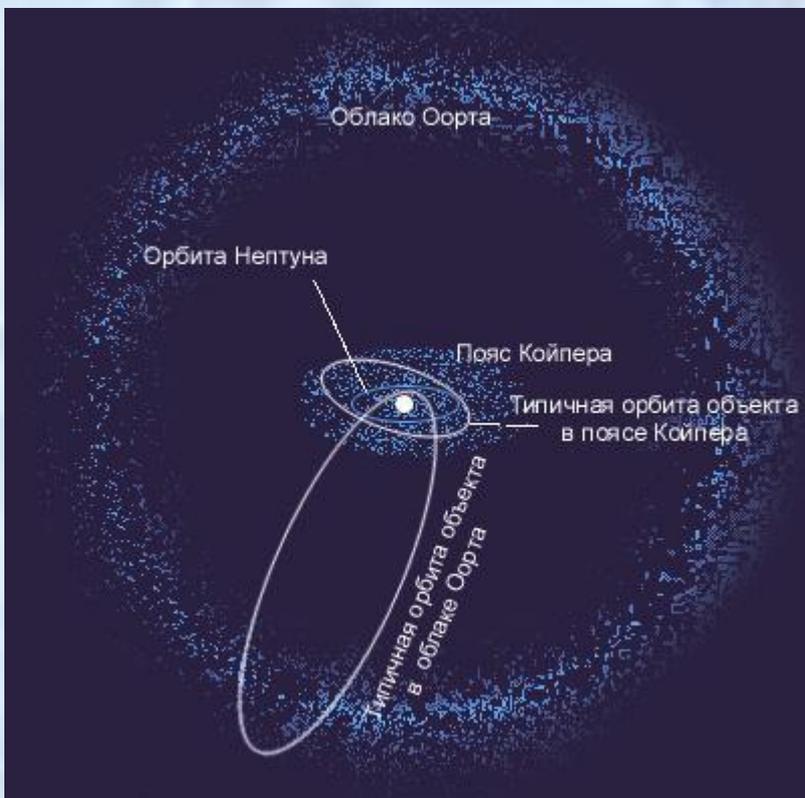
**Хвосты 2 типа** - значительно изогнут назад,  $F_{\text{отт}} > F_{\text{прит}}$  немного, состоит из мельчайшей пыли с примесью газа.

**Хвосты 2<sub>0</sub> типа** - прямой, но сильно отклонен назад  $F_{\text{отт}} \approx F_{\text{прит}}$ , образован пылевыми частицами.

**Аномальные** направлены к Солнцу и состоят из более крупных пылевых частиц.  $F_{\text{отт}} < F_{\text{прит}}$ . Так комета Аренда-Ролана (1957г) имела обычный и аномальный хвост.

Голова может превышать размер Солнца, а хвост достигать 1 а.е. (орбиты Земли). Так например комета 1888г имела хвост, длина которого превосходила расстояние от Солнца до Юпитера.

# Кометный резервуар



На существование огромного резервуара, источника комет - пояса Оорта, указал в 1950г астрофизик **Ян Хендрик ООРТ** (1900-1992, Нидерланды), развил идею выдвинутую **Эрнстом Юлиусом Эпик** (1893-1985, Эстония) в 1932г.

Предположительно на окраине нашей Солнечной системы в гигантском сферическом скоплении кометного вещества сосредоточено порядка  $10^{12} - 10^{13}$  комет. Оно обращается вокруг Солнца на расстоянии от 3000 до 160000 а.е.

В 1914г на побитие рекорда дальности пошла комета Делавана. Она удалится на 170 000 а.е. и "финиширует" через 24 млн. лет.

Еще десятилетие назад были известны орбиты 525 комет. Из них для 274 комет вычислены приближённые параболические орбиты, для 52 комет орбиты являются гиперболическими, а для 199 – эллиптическими, из которых 114 имеют период обращения свыше 200 лет, т. е. являются долгопериодическими.

Но уже в 1999 году каталог кометных орбит содержит 1722 орбиты для 1688 кометных появлений, относящихся к 1036 различным кометам.

Телескоп (коронаграф) SOHO за 10 лет непрерывной работы, находящийся в точке Лагранжа L1 (1,5 млн км от Земли на линии Солнце - Земля), открыл свыше 1000 комет (юбилейную, 1000-ю открыл 5 августа 2005г, а первая открыта 22 августа 1996г).

# Исследование других комет КА

Вес аппарата - 373,7 кг. 22 сентября 2001 года встретился с кометой Борелли, это была одна из задач КА. Во время сближения проводились исследования: измерение энергии электронов и ионов, поиск магнитного поля, получение снимков ядра кометы, получение спектров ядра в ИК диапазоне. Минимальное расстояние между аппаратом и кометой составило 2200 км.

Вес аппарата - 300 кг. КА StarDust встретился с кометой Wild-2 в начале 2004 года и собрал образцы кометного вещества, пройдя в 242 км от ядра кометы. Затем 15 января 2006 года КА сбросил капсулу с образцами на Землю для последующего изучения. Ученые впервые получили реальные образцы кометного вещества. Дальнейший полет к комете Темпель-1, которую аппарат сможет достигнуть в 2010г.



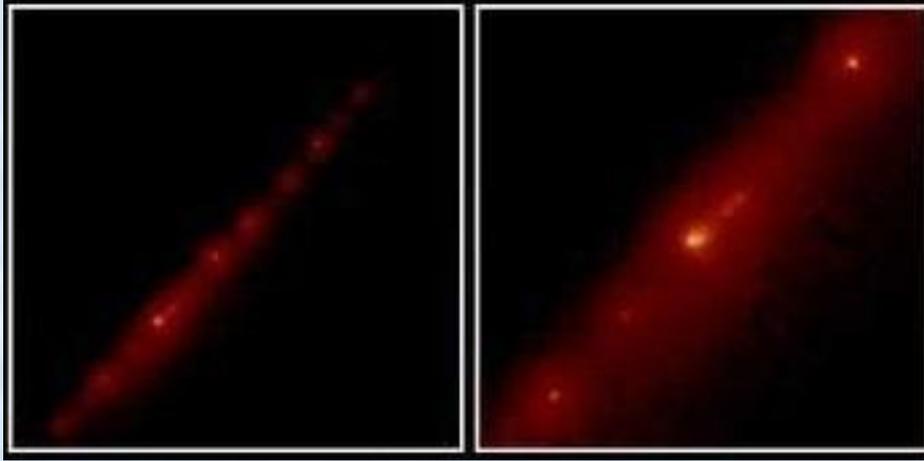
КА Deep Impact («Проникающий удар») весом 650 кг.

4 июля 2005 аппарат выстрелил по комете Темпеля-1 372-кг медным зондом; в результате столкновения в окружающее пространство было выброшено порядка 250000 тонн воды, углеродных соединений и большое количество пыли. Следующая цель аппарата – комета Боефина в декабре 2008 года.

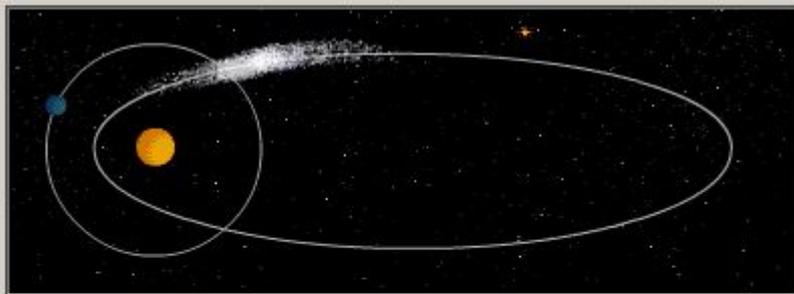


Темпеля-1, за 90 секунд до столкновения

# Распад комет



Комета Шумейкеров-Леви 9 – фото получено космическим телескопом "Хаббл" 1 июля 1993г на котором виден ряд фрагментов кометы (справа центральная часть). Так открытая в 1826 комета Биелы в 1845 на глазах у наблюдателей разделилась на две части.



При каждом сближении с Солнцем ядро теряет часть своей массы в виде газа и пыли, выбрасываемых в голову и хвост кометы.

Земля подвергается постоянной бомбардировке веществом из космоса, - объектами весом от несколько килограммов до микроскопических частиц, весящих меньше миллионной доли грамма. По оценкам специалистов, в течение года Земля захватывает больше 200 000 тонн метеорного вещества и лишь десятая часть этой массы достигает поверхности в форме метеоритов и метеоритов, а вся остальная сгорает в атмосфере, порождая метеорные следы.

Когда комета дробится, образуется метеорное облако (рой). Деление ядра обычно предвещает полный распад кометы.

При встрече облака (роя) с Землей мы наблюдаем метеорные потоки, дожди, метеоры или даже болиды.

# Болид



**Болид** - метеор, появление которого сопровождается звуком, напоминающим взрыв.

Болид над Уэльсом. 1 февраля 1994г в районе Маршалловых островов над Тихим Океаном пролетел огромный болид "ярче Солнца". Болид был порожден телом массой около 400-500 тонн. В атмосфере дважды произошло его разрушения на высотах 34 и 21 км.

25 сентября 2002г в 2 часа ночи по местному времени над золотыми приисками в Иркутской области в бассейне реки Витим наблюдался очень яркий болид. очевидцы говорили, что болид был немногим меньше Луны, и долгое время освещал ночную тайгу. После падения метеорита очевидцы услышали звук, похожий на взрыв, и почувствовали дребезжание земли.

Спутник ВВС США зафиксировал появление светящегося объекта на высоте 62 км и вел его до точки высотой 30 км над которой объект взорвался. Мощность взрыва оценена в 200 тонн тринитротолуола.



# Метеор

Полоска света на небе, наблюдаемая, когда частица пыли или осколок горной породы входит в верхние слои атмосферы Земли из космоса – от греческих слов  $\mu\epsilon\tau\alpha$  - среди и  $\alpha\iota\rho\upsilon$  -воздух, что буквально означает "парящий в воздухе". В народе метеоры часто называют «падающими звёздами». Место вылета метеора связывают с созвездием и называют **радиантом**.

- скорость влета метеора в земную атмосферу колеблется от 11км/с (догоняют Землю) до 75 км/с (движутся навстречу Земле).

- появление и исчезновение метеора происходит на высоте от 130 км до 80 км.



Метеор со вспышкой из потока Леонид.



Метеор со вспышкой из потока Персеид.



Метеор в созвездии Кассиопея.



Метеор из потока Леонид.



Леониды и полная Луна.

Метеорный ливень Леониды-2002 над Средиземным морем (северная Испания, мыс Креус). Изображение максимума метеорного потока, в 4:00 UT 19 ноября 2002 года. На этом изображении видно более 70 метеоров. Справа от радианта находится Юпитер.

