

# Кометы





# Кометы

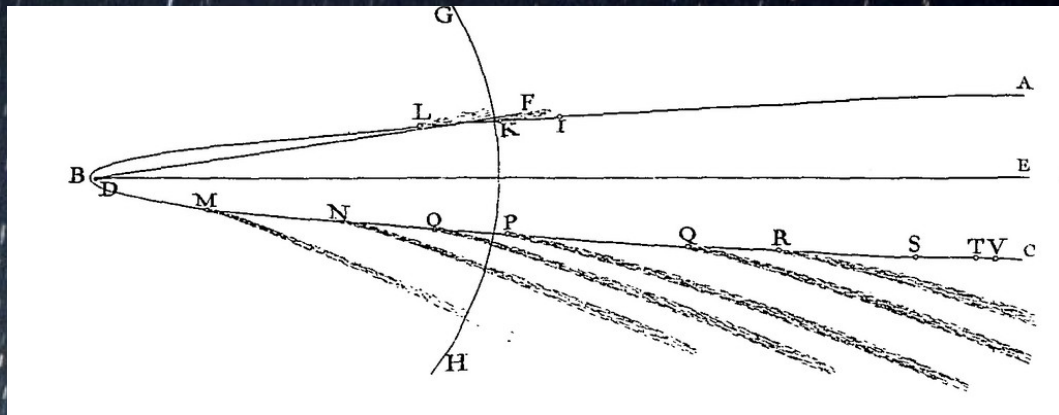
## Предыстория

- Аристотель в IV веке до н.э. так объяснял природу комет: - “Легкая, теплая, «сухая пневма» (газы Земли) поднимается к границам атмосферы, попадает в сферу небесного огня и воспламеняется – так образуются «хвостатые звезды».”
- Аристотель утверждал, что кометы вызывают сильные бури, засуху. Его представления были общепризнанными в течение двух тысячелетий.
- В средние века кометы считались предвестниками войн и эпидемий. Так вторжение норманнов в Южную Англию в 1066 году связывали с появлением в небе кометы Галлея.
- С появлением в небе кометы ассоциировалось и падение Константинополя в 1456 году.
- В XVI в астроном Апиан, наблюдая за кометой 1531г., пришел к выводу, что хвост ее всегда направлен в противоположную от Солнца сторону.



# Кометы

## Предыстория



- Изучая появление кометы в 1577 году, Тихо Браге установил, что она движется далеко за орбитой Луны.
- Наибольший вклад в изучении истинной природы комет внес в XVII-первой половине XVIII в. Эдмонд Галлей (1656-1742).
- В 1704г. Галлей опубликовал книгу “Обзор кометной астрономии” - первый каталог кометных орбит. В ней он подытожил, что все кометы движутся по вытянутым эллиптическим орбитам и периодически возвращаются к Солнцу. Он установил, что одна и та же комета появлялась на небе в 1531г., 1607г. и 1682г., нашел ее период и предсказал новое появление в 1758г.
- Точный момент следующего прохождения перигелия кометы Галлея – 13 апреля 1759г. рассчитали математики Лаланд, Клеро и Гортензия Лепот.
- Земные наблюдения многих комет и результаты исследований кометы Галлея с помощью КА “Вега” в 1986г подтвердили гипотезу, высказанную Фредом Уипплом в 1949г о том, что ядра комет представляют собой подобие “грязных снежков” нескольких километров в поперечнике.



# Кометы

## Открытие комет

- Первым фанатиком, жаждущим открытия комет, был служащий Парижской обсерватории Шарль Мессье. В историю астрономии он вошел как составитель каталога туманностей и звездных скоплений, предназначавшегося для поиска комет, чтобы не принимать далекие туманные объекты за новые кометы.
- За 39 лет наблюдений Мессье открыл 14 новых комет!
- В первой половине XIX столетия среди «ловцов» комет особенно отличился сторож Марсельской обсерватории, а позднее ее директор Жан Понс.
- За 26 лет он открыл 33 новых кометы! Астрономы прозвали его «Кометным магнитом». Рекорд, установленный Понсом, до сих пор остается непревзойденным. "финиширует" через 24 млн лет.
- В XV было открыто 11 комет, в XVI – 13, XVII – 21, XVIII – 63, XIX – 314, XX – более 800.

# Кометы

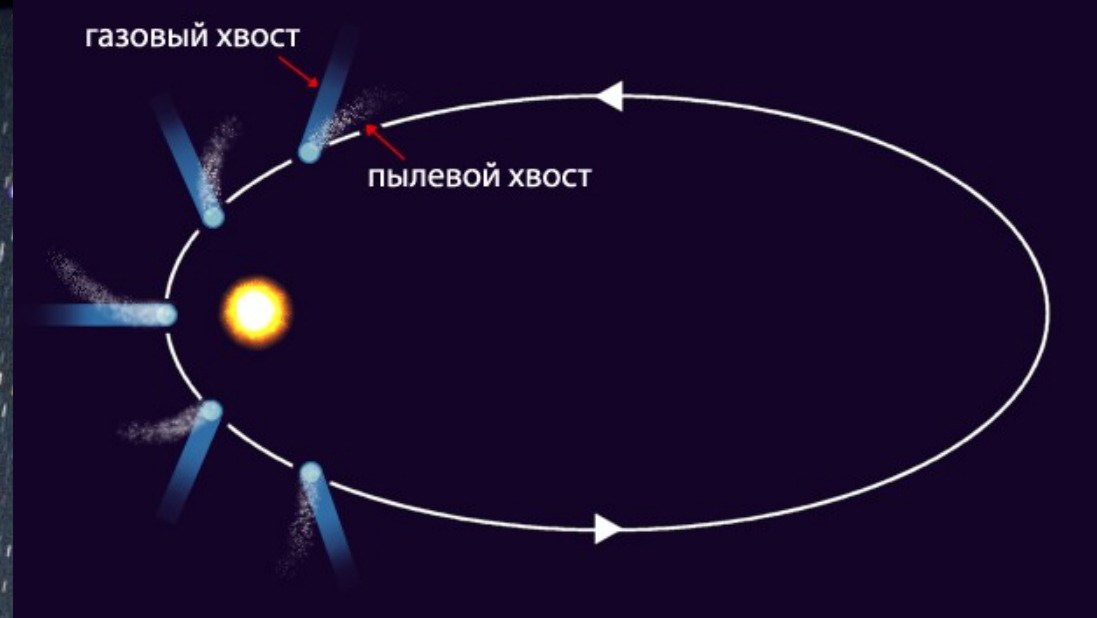
## Кометная статистика

- Каталог кометных орбит 1999г содержит 1722 орбиты для 1688 кометных появлений, относящихся к 1036 различным кометам.
- С древнейших времен до наших дней замечено и описано уже около 2000 комет.
- За 300 лет после Ньютона вычислены орбиты более 700 из них.
- Большинство комет движется по эллипсам, умеренно или сильно вытянутым. Самым коротким маршрутом ходит комета Энке - от орбиты Меркурия до Юпитера и обратно за 3,3 года.
- Самая далекая из тех, что наблюдались дважды, - комета, открытая в 1788 г. Каролиной Гершель и вернувшаяся через 154 года с расстояния 57 а.е.
- В 1914 г. на побитие рекорда дальности пошла комета Делавана. Она удалится на 170 000 а.е. и "финиширует" через 24 млн лет.
- С 1935г. наблюдалось 39 комет ярче 4m, т.е., примерно одна в два года.



# Кометы

## Общие сведения



- Комета – небольшое ледяное небесное тело, движущееся по вытянутой эллиптической орбите вокруг Солнца, которое частично испаряется при приближении к Солнцу, в результате чего возникает огромная диффузная оболочка из пыли и газа, а также один или несколько протяженных хвостов.
- Движения комет происходят как в прямом, так и в обратном направлении. Короткопериодические кометы движутся только в прямом направлении. У 35 из 40 комет, наблюдавшихся повторно, наклоны оси были менее  $45^\circ$ .
- Многие кометы в перигелии очень сильно приближаются к Солнцу, а в афелии удаляются от него на миллиарды километров.
- Все кометы принадлежат Солнечной системе, т.к. нет комет с гиперб. орбитой.
- Распадаясь, кометы образуют метеорные рои, попадая в которые на Земле наблюдаются метеорные дожди

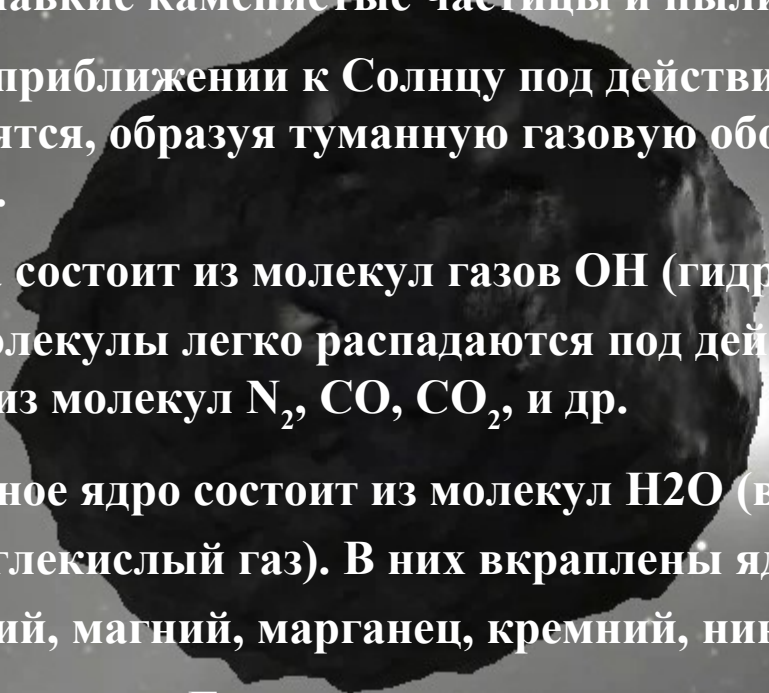


# Кометы

## Голова кометы



- Ядро кометы – тело небольших размеров (от сотен метров до десятков километров), состоящее из замороженных газов, в которые вкраплены тугоплавкие каменистые частицы и пылинки различных размеров.
- При приближении к Солнцу под действием его лучей “льды” начинают испаряться, образуя туманную газовую оболочку – кому кометы размером  $10^3$  –  $10^6$  км.
- Кома состоит из молекул газов  $\text{OH}$  (гидроксил),  $\text{NH}$ ,  $\text{CH}$ ,  $\text{CN}$ ,  $\text{CH}_2$ ,  $\text{NH}_2$ ,  $\text{C}_2$  и др. Молекулы легко распадаются под действием солнечного света, образуя хвост из молекул  $\text{N}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ , и др.
- Ледяное ядро состоит из молекул  $\text{H}_2\text{O}$  (вода),  $\text{NH}_3$  (аммиак),  $\text{CH}_4$  (метан),  $\text{CO}_2$  (углекислый газ). В них вкраплены ядра метеорного вещества (железо, кальций, магний, марганец, кремний, никель, алюминий, натрий и т.д.)
- Ядро кометы Галлея имело размеры всего  $14 \times 8 \times 7$  км и вес  $6 \cdot 10^{14}$  кг.





# Кометы

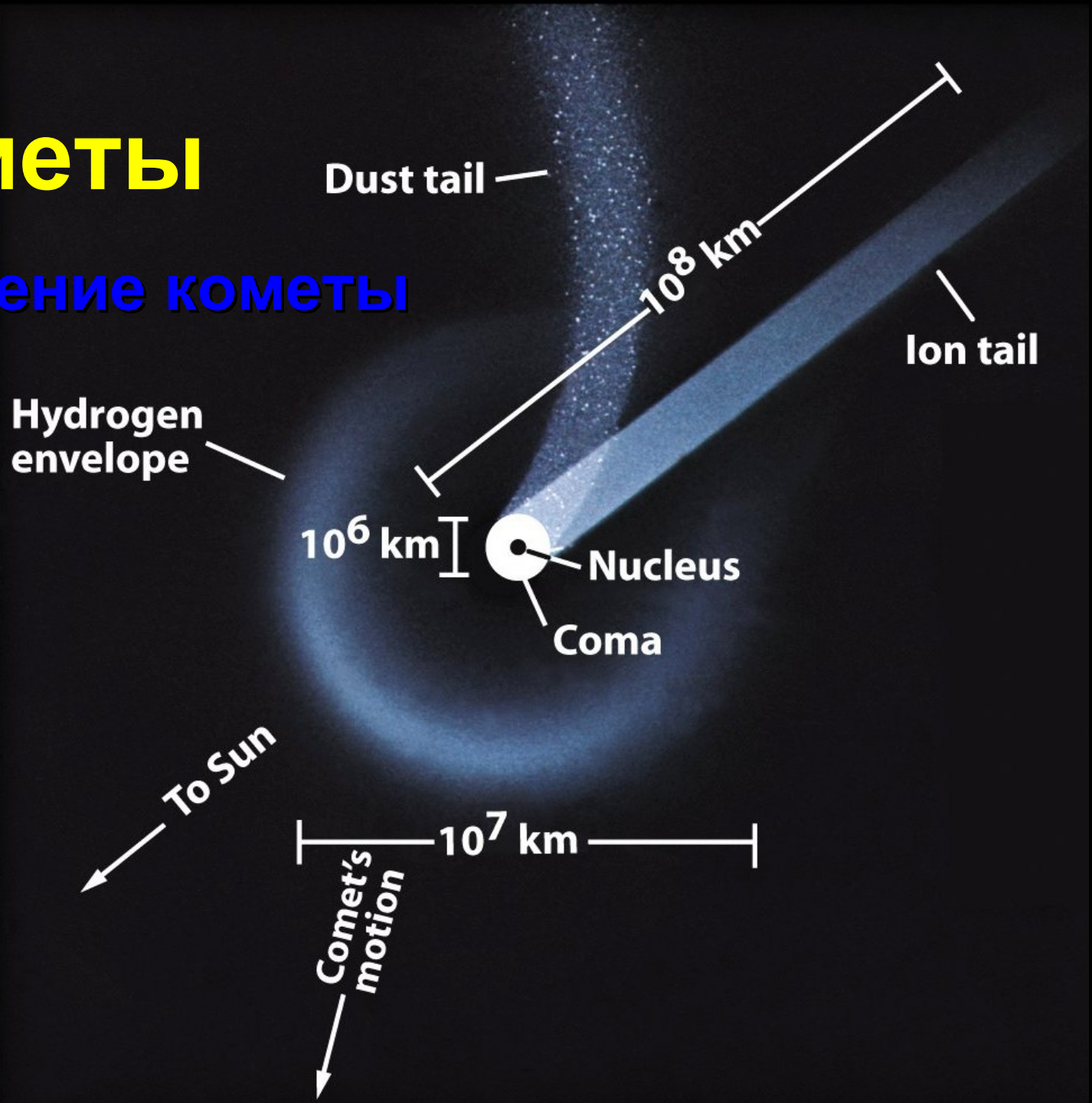
## Хвост кометы

- Для частицы размером  $10^{-5}$  см сила притяжения Солнца и сила светового отталкивания равны. Частицы меньших размеров будут отталкиваться от Солнца его излучением, потоком заряженных частиц – солнечным ветром и связанным с ним магнитным полем, образуя пылевой хвост.
- Поэтому, при приближении кометы к Солнцу в результате одновременного действия тяготения, лучевого давления и солнечного ветра происходит образование хвоста кометы.
- Хвост всегда лежит в плоскости орбиты кометы и обычно направлен от ядра в сторону, противоположную Солнцу.
- Хвосты комет простираются на десятки и сотни миллионов километров.
- Поскольку массы комет имеют порядок от  $5 \cdot 10^{13}$  до  $6 \cdot 10^{19}$  кг, плотность кометных хвостов исчезающе мала.
- Для сравнения, плотность хвоста сравнима с 1/1 000 000 частью пшеничного зерна, распыленной в помещении Большого театра.



# КОМЕТЫ

## Строение кометы





# Кометы

## Типы кометных хвостов

I

Синхроны

II

I – Прямые хвосты, всегда лежащие вдоль линии, соединяющей ядро кометы и Солнце (вдоль радиус-вектора кометы). Они состоят из ионизованных молекул  $N_2^+$  (Азота),  $CH^+$  (окиси глерола),  $CO_2^+$ ,  $CH^+$ .

II – Прямые хвосты, отклоняющиеся от радиуса-вектора в сторону, обратную движению кометы. Они состоят из нейтральных молекул тех же соединений ( $N_2$ ,  $CH$ ,  $CO_2$ ,  $CH$ ) и мелких пылинок с размерами порядка  $10^{-5}$  см и весом  $10^{-13}$  г.

III – короткие хвосты, сильно отогнутые от радиуса-вектора кометы. Состоят из пылинок размеров, больших  $10^{-5}$  см, отражающих солнечный свет.

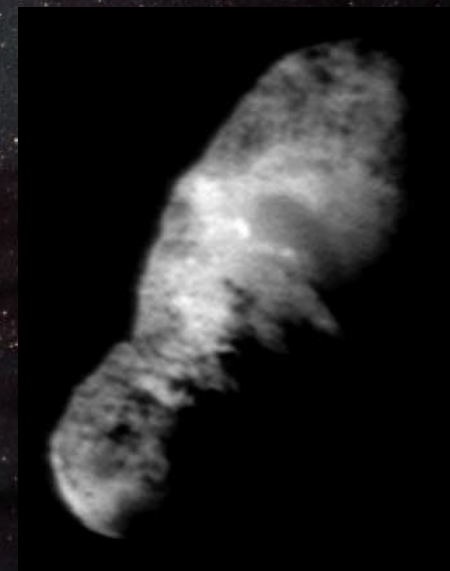


# Кометы

## Комета вблизи



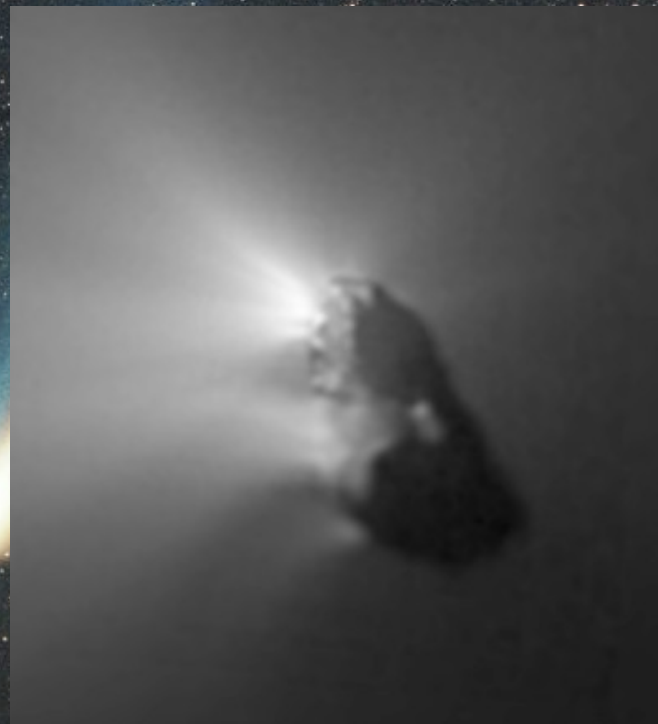
Комета Вилда-2,  
(2004, Star Dust)



Комета Борелли  
(2001, DeepSpace -1)



Комета Темпеля-1  
(2005, DeepImpact)



Комета Галлея  
(1986, Джотто)



# КОМЕТЫ

## Некоторые известные кометы

№	Номер и название	Орб. период	Дата периг.	Дист. Периг.	Радиус орбиты	Эксц-т. орб.	Накло н орб.	Абс. Вел.
1	1P Halley	76,1 л	1986-02-09	0,587 АЕ	17,94 АЕ	0,967	162,2	5,5
2	2P Encke	3,30 л	2003-12-28	0,340 АЕ	2,21 АЕ	0,847	11,8	9,8
3	6P d'Arrest	6,51 л	2008-08-01	1,346 АЕ	3,49 АЕ	0,614	19,5	8,5
4	9P Tempel 1	5,51 л	2005-07-05	1,500 АЕ	3,12 АЕ	0,519	10,5	12,0
5	19P Borrelly	6,86 л	2001-09-14	1,358 АЕ	3,61 АЕ	0,624	30,3	11,9
6	21P Giacobini-Zinner	6,52 л	1998-11-21	0,996 АЕ	3,52 АЕ	0,706	31,8	9,0
7	26P Grigg-Skjellerup	5,09 л	1992-07-22	0,989 АЕ	2,96 АЕ	0,664	21,1	12,5
8	27P Crommelin	27,89 л	1984-09-01	0,743 АЕ	9,20 АЕ	0,919	29,0	12,0
9	45P Honda-Mrkos-Paidusakova	5,29 л	1995-12-25	0,528 АЕ	3,02 АЕ	0,825	4,3	13,5
10	46P Wirtanen	5,46 л	2013-10-21	1,063 АЕ	3,12 АЕ	0,652	11,7	9,0
11	55P Tempel-Tuttle	32,92 л	1998-02-28	0,982 АЕ	10,33 АЕ	0,906	162,5	9,0
12	67P Churyumov-Gerasimenko	6,57 л	2002-08-18	1,292 АЕ	3,51 АЕ	0,632	7,1	
13	73P Schwassmann-Wachmann 3	5,36 л	2006-06-02	0,937 АЕ	3,06 АЕ	0,694	11,4	11,7
14	75P Kohoutek	6,24 л	1973-12-28	1,571 АЕ	3,4 АЕ	0,537	5,4	12,1
15	76P West-Kohoutek-Ikemura	6,46 л	2000-06-01	1,596 АЕ	3,45 АЕ	0,540	30,5	10,6
16	81P Wild 2	6,39 л	2003-09-25	1,583 АЕ	3,44 АЕ	0,540	3,2	6,5
17	95P Chiron	50,7 л	1996-02-14	8,46 АЕ	13,7 АЕ	0,383	7	
18	107P Wilson-Harrington	4,29 л	2001-03-26	1,000 АЕ	2,64 АЕ	0,623	2,8	9,0
19	Hale-Bopp	4000 л	1997-03-31	0,914 АЕ	250, АЕ	0,995	89,4	-1,0



# КОМЕТЫ

## Самые яркие кометы



C/1965 S1 (Ikeya-Seki)	-10m	C/1973 E1 (Kohoutek)	0.0m
C/2006 P1 (McNaught)	-5.5m	C/1948 V1 (Eclipse comet)	0.0m
C/1975 V1 (West)	-3.0m	C/1962 C1 (Seki-Lines)	0.0m
C/1947 X1 (Southern comet)	-3m	C/1998 J1 (SOHO)	0.5m
C/1995 O1 (Hale-Bopp)	-0.8m	C/1957 P1 (Mrkos)	1.0m
C/1956 R1 (Arend-Roland)	-0.5m	C/1970 K1 (White-Ortiz-Bolelli)	1m
C/2002 V1 (NEAT)	-0.5m	C/1983 H1 (IRAS-Araki-Alcock)	1.7m
C/1996 B2 (Hyakutake)	0.0m	C/1941 B2 (Kock-Paraskevopoulos)	2m
C/1969 Y1 (Bennett)	0.0m	C/2002 T7 (LINEAR)	2.2m



# КОМЕТЫ

## КОМЕТЫ ВЕКА



Комета Хейла-Боппа C/1995 O1

Комета Уэста C/1975 V1

Комета МакНаута  
C/2006 P1

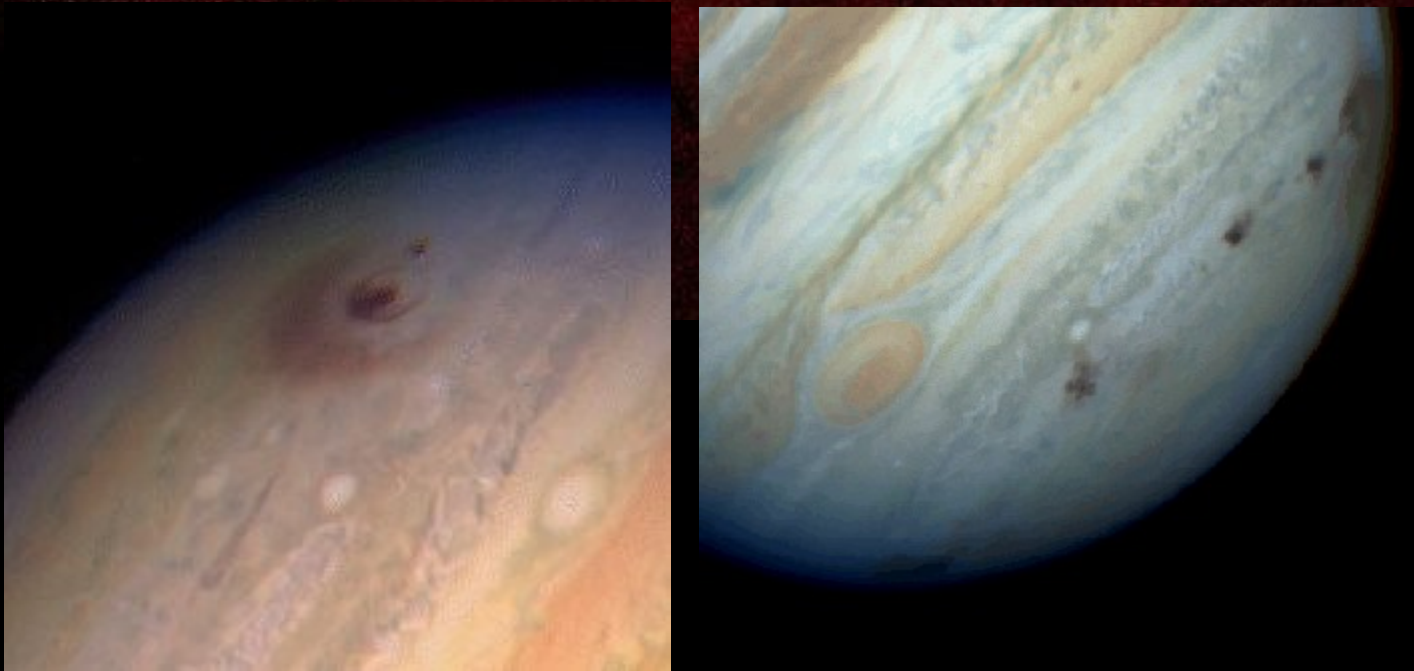


Комета Хиакутаке C/1996 B2



# Кометы

## Падение кометы Шумейкеров-Леви 9 на Юпитер



В июле 1994г. 17 кусков кометы Шумейкеров-Леви 9 упали на Юпитер.



# Кометы

## Космические миссии

Дата запуска	Название	Описание
12.08.1978	International Sun-Earth Explorer 3 (ISEE 3/IC) (США)	Вес - 390 кг. Основная цель исследований – изучение взаимодействия магнитосферы Земли и солнечного ветра. 22 декабря 1983 года аппарат вышел из системы Земля-Луна для изучения кометы Giacobini-Zinner. Был переименован в International Cometary Explorer. Цель исследований: взаимодействие солнечного ветра и атмосферы кометы. Аппарат 11 сентября 1985 года пересек плазменный хвост кометы. В марте 1986 аппарат наблюдал за кометой Галлея, вместе с другими аппаратами (Giotto, Planet-A, MS-T5, VEGA) и стал первым КА, наблюдавшим сразу две кометы. С января 1984 года осуществлял поддержку связи/телеметрии Земли и глубоким космосом. С 1991г продолжил изучение солнечного ветра и короны Солнца, были проведены ряд экспериментов с участием аппарата Ulysses. С мая 1995 года снижение работоспособности, работа в "папе" с Ulysses. Завершил миссию 5 мая 1997 года.
15.12.1984	"Bera 1" (СССР)	Вес каждого аппарата 2500 кг. Миссия состояла из двух аппаратов, запущенных с небольшой разницей во времени. Цель миссии это изучение планеты Венера и кометы Галлея. Два идентичных космических корабля. Аппараты прибыли к Венере 11-15 июня 1985 года, сбросили зонды-аэростаты в атмосферу планеты. После чего используя гравитационное поле планеты отправились на перехват кометы, достигли цели в марте 1986 года. Первый аппарат достиг кометы 6 марта. Первый аппарат совершил облет кометы на расстоянии 10 000 км, а второй - 3000 км. От кометной пыли аппараты были ограждены специальными щитами. Половина исследовательской аппаратуры на модулях была предназначена для изучения кометы, а другая половина - Венеры. Полный научный вес аппаратуры (полезного груза) - 150 кг.
21.12.1984	"Bera 2" (СССР)	



# Кометы

## Космические миссии



Дата запуска	Название	Описание
02.07.1985	"Giotto" (Европа)	Вес аппарата - 582.7 кг. Миссия была разработана для изучения кометы Галлея (вторичная цель - изучение Grigg- Skjellerup). Главные цели миссии: получение цветных фотографий ядра кометы; определение молекулярного и изотопного состава атмосферы кометы; характеристика физических и химических процессов, происходящих в атмосфере и ионосфере кометы; определение молекулярного и изотопного состава частиц пыли; определение отношения пыль-газ; изучение взаимодействия солнечного ветра и кометы, изучение хвоста кометы. Достиг цели 13 марта 1986 года, на расстоянии 0,89 а.е от Солнца и 0,98 а.е. от Земли. Аппарат приблизился к комете на расстояние 596 км. КА имел пылевой щит, который мог противостоять ударам частиц массой до 0,1 гр. Научная аппаратура состояла из 10 инструментов. КА передавал научные данные в течении 32 минут, за которые некоторые научные инструменты вышли из строя из-за бомбардировки пылевыми частицами. Определил, что комета содержит сложные органические молекулы, богатые углеродом, водородом, кислородом и азотом. Дальше КА пролетел комету Grigg-Skjellerup на расстоянии 200 км (10 июля 1992 года). Плазменный анализатор аппарата обнаружил кометные ионы в 600 000 км от ядра кометы, за 12 часов до самого близкого прохода около кометы. 1 июля 1999 года аппарат пролетел около Земли на расстоянии 219 000 км.
08.01.1985	"Sakigake MS-T5" (Япония)	Вес аппарата - 138.1 кг. Испытательный космический аппарат, подобный Suisei. Направление - комета Галлея. Пролет на расстоянии 7 миллионов километров от кометы 11 марта 1986 года. Аппарат нес три научных прибора, для изучения спектра, солнечного ветра и межпланетных магнитных полей. Аппарат 8 января 1992 года пролетел около Земли. Контакт с аппаратом потерян 15 ноября 1995 года на расстоянии от 106 млн км от Земли.



# Кометы

## Космические миссии




Дата запуска	Название	Описание
18.08.1985- 22.03.1991	"Planet-A" (Япония)	Вес аппарата - 139,5 кг. Главная цель миссии - получение изображений кометы Галлея. Параметры солнечного ветра измерялись более длительное время чем у предыдущей миссий. КА приблизился к комете на расстояние в 151 тыс. км 8 марта 1986 года. Перенес два пылевых воздействия.
24.10.1998	"Deep Space 1" (США)	Вес аппарата - 373,7 кг. 28 июля 1999 года встретился с астероидом Брайль (1992 KD). 22 сентября 2001 года встретился с кометой Борелли. Во время сближения с кометой (2200 км) проводилось измерение энергии электронов и ионов, поиск магнитного поля, получение снимков ядра кометы, получение спектров ядра в ИК.
07.02.1999	"StarDust" (США)	Вес аппарата - 300 кг. КА встретился с кометой Wild-2 в начале 2004 года и собрал образцы кометного вещества. 15 января 2006 года сбросил капсулу с образцами на Землю для последующего изучения. Ученые впервые получили реальные образцы кометного вещества. Дальнейший полет к комете Темпель-1(2010Г).



# Кометы

## Космические миссии

Дата запуска	Название	Описание
08.08.2001	 "Genesis" (США)	Вес аппарата - 494 кг. Направлен «в погоню» за солнечной материей на достаточном удалении от геомагнитного поля Земли, что позволит собрать частицы солнечного ветра до их взаимодействия с магнитным полем нашей планеты. Целых два года из запланированных трех Genesis собирал солнечную материю (собрал от 10 до 20 мкг элементов солнечного ветра - а это вес нескольких крупинок соли, - представляющих интерес для ученых). Но аппарат Genesis 14.09.2004 приземлился очень жестко (разбился при скорости 300 км/час) в пустыне Юта (не открылись парашюты), однако доставленные образцы были извлечены и изучены.
12.01.2005	"Deer Impact" (США)	Вес аппарата - 650 кг. 4 июля 2005 аппарат выстрелил по комете 372-килограммовым зондом; в результате столкновения в окружающее пространство было выброшено порядка 250000 тонн воды и углеродных соединений, и большое количество пыли. Все, происходившее до, во время и после удара, фотографировали и камера аппарата Deer Impact, и космические, и наземные телескопы.



# Кометы

## Новые миссии к кометам

03.07.2002	"Contour" (США)	Вес аппарата - 328 кг. АМС Contour (Comet Nucleus Tour) посетит и изучит, по крайней мере, три кометы. Впервые, удастся оценить, насколько разнообразны эти первоначальные строительные блоки солнечной системы. Contour также изучит, как кометы ведут себя, когда приближаются к Солнцу, и их льды начинают испаряться. Проект Contour, стоимостью 158 млн. \$ выполняет по заказу NASA Лаборатория.
02.03.2004	"Rosetta" (Европа)	Вес аппарата - 1200 кг. Rosetta - кометная миссия ESA. После длительного полета аппарат встретиться с кометой Churyumov-Gerasimenko (май 2014г) и выйдет на орбиту вокруг нее. На поверхность кометы опустится посадочный модуль, который проведет научные исследования. В течении круизной фазы, КА выполнит гравитационные маневры, один раз около Марса и два раза около Земли. По пути встретится с астероидом Lutetia (21) (10.07.2010).
19.01.2006	"New Horizons" (США)	Вес аппарата - 463 кг. Цель- облет Плутона и его спутника Харона для трансляции на Землю изображений. Далее - Пояс Койпера (полет к Поясу Койпера займет еще 5-10 лет). Первичные цели миссии - это получение глобальной геологической карты планеты и ее спутника (детали рельефа и т.д.) и характеристики атмосферы Плутона.



# КОМЕТЫ

## Визуальный поиск комет

### Требования для организации поиска комет

- Безлунные ночи (фаза луны менее 3 дней или более 26 дней)
- Место наблюдений вдали от городских огней (25-30км)
- Телескоп с диаметром объектива не менее 15 см (оптимально 25 см и больше)
- Азимутальная монтировка с возможностью плавного движения по азимуту
- Равнозрачковое увеличение телескопа ( $1,6 \times D_{\text{см}}$ )
- Хороший звездный атлас (звезды 8,5m и слабее, объекты до 11m и слабее)
- Компьютерный планетарий (звезды до 12m и слабее, объекты до 13m, свежая база комет)
- 200-300 часов наблюдений в год





# КОМЕТЫ

## Методика визуального поиска комет

- В первой половине ночи –осмотр заходящих созвездий, во второй половине ночи – осмотр восходящих созвездий
- Наблюдается 30-60 градусная зона вокруг Солнца (зона Эверхарда).
- Инструмент движется параллельно горизонту, последовательно перемещаясь вверх на половину поля зрения
- При обнаружении туманного объекта, отождествить (и зарисовать) его положение среди звезд с указанием момента наблюдений.
- Проверить при помощи звездного атласа и планетария, не является ли обнаруженный объект галактикой, туманностью или известной кометой.
- Необходимо пронаблюдать объект с большим увеличением (100-150 крат) и определить (подтвердить) его перемещение по небу через 20-30 минут.
- Координаты, примерную зв. величину, угловые размеры, смещение  $\Delta\alpha$  и  $\Delta\delta$  и ФИО наблюдателя надо выслать в Бюро астрономических телеграмм МАС (<http://cfa-www.harvard.edu/cfa/ps/cbat.html>).



# Кометы

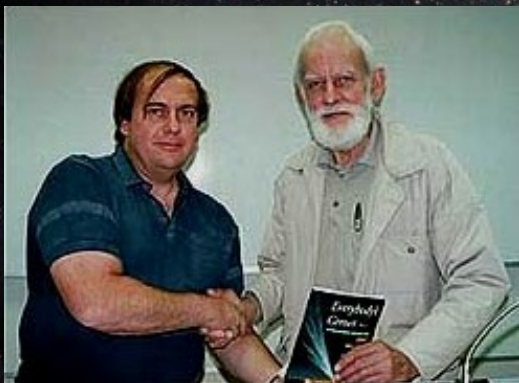
## Результативные созвездия для поиска

Месяц	Созвездия
Январь	Телец, Геркулес, Эридан
Февраль	ЛЕВ, Цефей
Март	ДЕВА, Лев Пегас, Весы
Апрель	ПЕГАС, Андромеда, Персей, Кассиопея
Май	Пегас, Рыбы
Июнь	ПЕРСЕЙ, Рыбы, Возничий, Жираф, Б. Медведица.
Июль	Жираф, Овен, Геркулес, Возничий, Кит, Телец, М.Медведица, Змееносец, Кассиопея
Август	ВОДОЛЕЙ, Б.Медведица, Жираф, Возничий, Рысь, Геркулес, Телец, Кассиопея
Сентябрь	РЫСЬ, Лев, Жираф, Змееносец, Водолей, Гидра, Б.Медведица, Близнецы
Октябрь	ЛЕВ, Дракон, Жираф, Кит, Телец, Змееносец, Водолей, Волопас
Ноябрь	ДЕВА, Секстант, Пегас, Геркулес, Эридан, Лев, Телец, Кит, Дракон
Декабрь	ДЕВА, Телец, Кит, Геркулес



# Кометы

## Известные открыватели комет



Том Бопп и У.Бредфилд



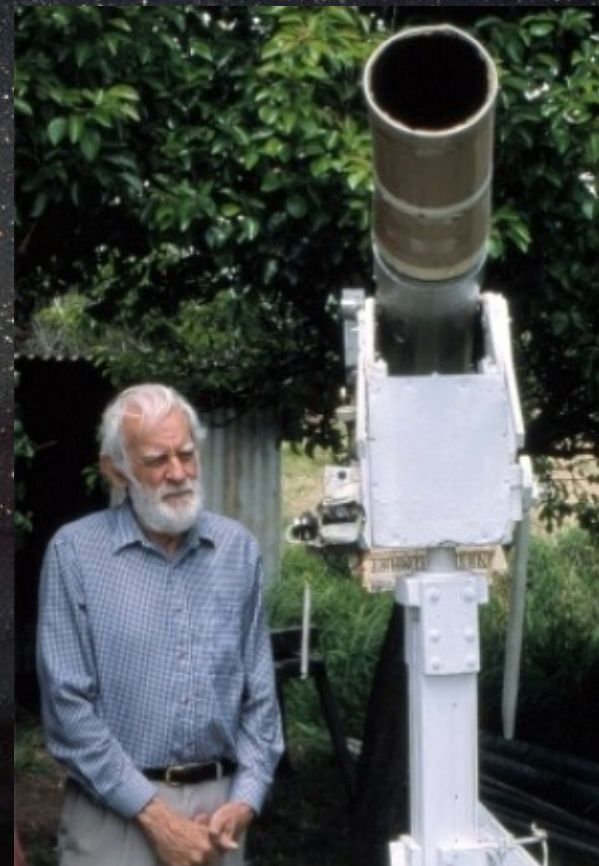
Дэвид Леви



Дон Мачхолц



Юджи Хиакутаке



Уильям Бредфилд



# Кометы

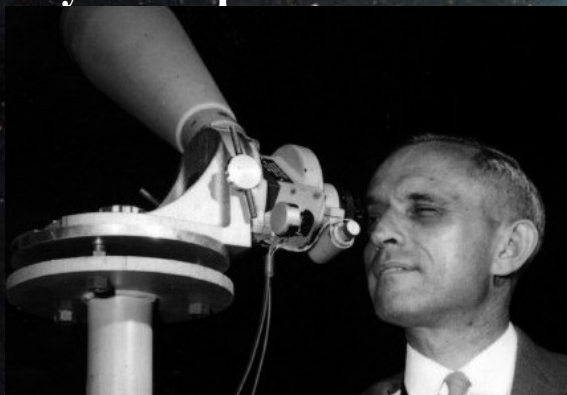
## Известные открыватели комет



Юджин и Кэролайн  
Шумейкеры



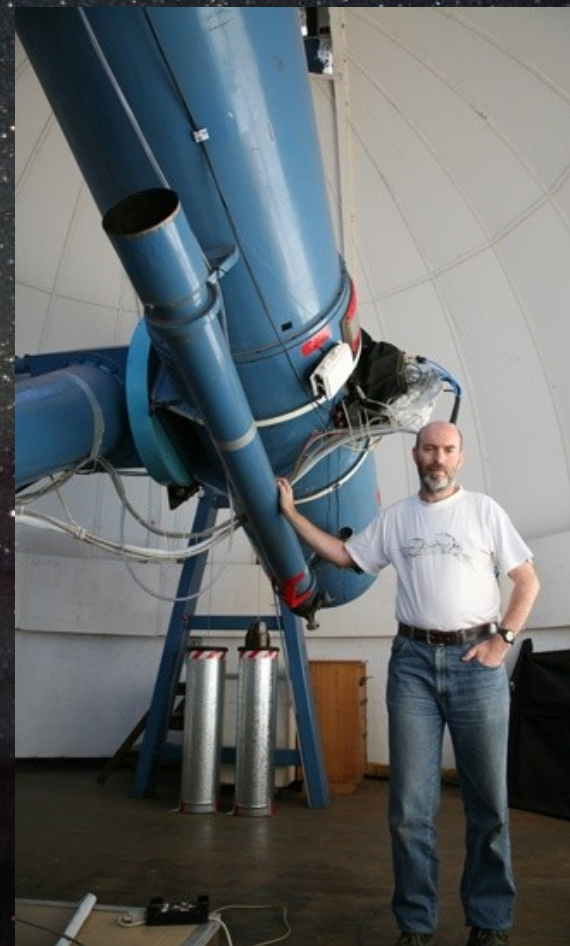
Велло Табур



Джон Беннет



Гордон Гаррад



Роб Макнаут



# Кометы

## Методы наблюдения комет

- Любительские визуальные наблюдения комет включают в себя регулярную оценку их интегральных звездных величин, углового диаметра комы, степени ее конденсации, длины хвоста и его позиционного угла.

- Существует несколько методов оценки интегрального блеска кометы.

Метод Бахаева-Бобровникова-Всехсвятского (В):

Изображение кометы и звезд сравнения выводятся из фокуса инструмента до тех пор, пока они не будут иметь примерно одинаковый диаметр. Затем, средняя яркость кометы сравнивается с яркостью внефокальных изображений звезд сравнения. Для этого выбираются две звезды сравнения: одна - немного ярче, а другая - немного слабее кометы. Мысленно разбиваем интервал яркости между звездами сравнения и кометой на несколько равных степеней (1-5). К примеру, если комета  $k$  ярче звезды  $b$  на 2 степени, но при этом, вдвое слабее звезды  $a$ , мы запишем оценку следующим образом:  $a4k2b$ . Зная разность звездных величин звезд сравнения, вычисляем величину степени, а дальше - интегральный блеск кометы. Для повышения точности оценки можно использовать несколько пар звезд сравнения.



# Кометы

## Методы наблюдения комет

- **Метод Сидгвика (S).** Сравнивается фокальное изображение кометы с внефокальными изображениями звезд сравнения, имеющими примерно равный диаметр с диаметром головы кометы. Сначала наблюдатель изучает фокальное изображение кометы и запоминает его яркость, после чего выводит окуляр из фокуса до тех пор, пока внефокальные изображения звезд не станут близкими по размеру с диаметром фокального изображения головы кометы.
- **Метод Морриса (M).** Комета расфокусируется до момента достижения однородной поверхностной яркости ее изображения. Затем, яркость и размеры внефокального изображения кометы запоминаются, а звезды сравнения расфокусируются до достижения примерно таких же размеров.
- **Метод Волохова-Бейера (BE).** Изображения кометы и нескольких звезд сравнения последовательно выводятся из фокуса до их полного исчезновения на фоне неба. Измеряя степень выдвижения окуляра, можно построить график зависимости звездной величины от степени выдвижения, по которому можно определить цену деления и легко найти звездную величину кометы.



# Кометы

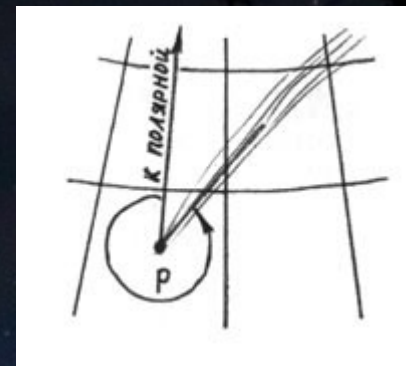
## Методы наблюдения комет

- Для определения диаметра комы (СОМА) можно использовать два общепринятых метода.
  - Первый из них (метод дрейфа) заключается в использовании суточного движения. Для этого необходимо иметь в поле зрения окуляра крест нитей, сориентированный по сторонам света. При помощи секундомера определяется промежуток времени  $t$ , за который голова кометы пересечет нить, ориентированную по направлению север-юг. Взяв склонение кометы  $d$  из эфемерид, диаметр комы можно вычислить по формуле:  $СОМА = 0.25 * t * \cos(d)$ .
  - Второй метод заключается в сравнении диаметра головы кометы с угловыми расстояниями между соседними звездами. Значения угловых расстояний между звездами можно определить в компьютерном планетарии, либо используя крупномасштабные карты звездного неба. Также угловые расстояния  $D$  между звездами можно вычислить по формуле:  
 $D = \arccos(\sin \delta * \sin \delta_1 + \cos \delta * \cos \delta_1 * \cos(\alpha - \alpha_1))$ , где пары  $(\alpha, \delta)$  и  $(\alpha_1, \delta_1)$  - экваториальные координаты звезд.
- Этими же методами можно определить и длину хвоста кометы (С).



# Кометы

## Методы наблюдения комет



- **Позиционный угол (РА), определяющий направление хвоста кометы, отсчитывается от направления на серверный полюс мира через восток. Например, если хвост направлен на север - РА=0; если хвост направлен на восток - РА=90, если хвост направлен на юг - РА=180, а при направлении хвоста на запад РА=270.**

**Подобрав звезду, проецирующуюся на ось хвоста кометы, позиционный угол можно вычислить по формуле:**

$$РА = \arctg(\sin(\alpha_1 - \alpha) / (\tg \delta_1 \cdot \cos \delta - \sin \delta \cdot \cos(\alpha_1 - \alpha))) ,$$

**где  $(\alpha, \delta)$  - экваториальные координаты ядра кометы, а  $(\alpha_1, \delta_1)$  - экваториальные координаты звезды.**

- **Степень диффузности, или конденсации ядра кометы (DC) оценивается в промежутке от 0 до 9. При DC=0 комета выглядит светящимся диском с почти не различимым изменением яркости от центра к краю. В случае равномерного убывания яркости головы кометы от центра к периферии DC=3. Если комета выглядит звездообразным объектом, DC=9.**



# Кометы

## Методы наблюдения комет

Результаты наблюдений кометы заносятся в таблицу

DATE(UT) N MM MAG RF AP T F/ PWR COMA DC TAIL PA OBS

1. DATE(UT) - дата и момент наблюдения в сотых долях суток, через пробел
2. N - символы, характеризующие условия наблюдения. & - комета наблюдается на высоте менее 15 градусов.
3. MM - метод оценки блеска (B - Бахарева-Бобровникова-Всехсвятского, S - Сидгвика, M - Морриса, BE- Бейера)
4. MAG - интегральная звездная величина кометы с точностью до одного знака после запятой
5. RF - каталог звезд сравнения (AA - A.A.V.S.O. Variable Star Atlas, GA - Guide Star Photometric Catalog, HS - Space Telescope Astrometric Catalogue, S - каталог SAO, SC - каталог атласа SkyAtlas 2000.0, SP - каталог атласа Coeli)
6. AP - диаметр объектива инструмента в см.



# Кометы

## Методы наблюдения комет

7. Т - тип инструмента (R-рефрактор, подзорная труба, В-бинокль, L-рефлектор, Е-невооруженный глаз)
8. F/ - отношение фокусного расстояния к диаметру объектива (светосила).
9. PWR -увеличение.
10. СОМА - диаметр комы в угловых минутах с точностью до одного знака после запятой.
11. DC - степень конденсации.
12. TAIL - длина хвоста в градусах.
13. PA - позиционный угол хвоста.
14. OBS - международный пятизначный код наблюдателя. Если еще не имеется, можно указать свой собственный с расшифровкой в примечании.

Примеры регистрации результатов наблюдений см. на сайте International Comet Quarterly (<http://cfa-www.harvard.edu/icq/ICQFormat.html>)

Результаты наблюдений высылайте по адресу: [icq@cfa.harvard.edu](mailto:icq@cfa.harvard.edu).



# Кометы

## Список литературы

- П.Г.Куликовский. Справочник любителя астрономии – М.УРСС, 2002
- К.И. Чурюмов. Кометы и их наблюдения – М.: “Наука”, 1980г.
- Шурпаков С.Е. Кометы и методы их наблюдений. АстроКА 2005  
URL: [http://www.astrogalaxy.ru/download/komet\\_observing.zip](http://www.astrogalaxy.ru/download/komet_observing.zip)
- Кометы URL: <http://astro.websib.ru/System/Comet/Comet.htm>
- Википедия. “Кометы” URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Кометы>