



# Космология

изучает строение,  
происхождение, эволюцию и  
будущую судьбу Вселенной в  
целом.



- **Космология** – изучает строение, происхождение, эволюцию и будущую судьбу Вселенной в целом.
- Основу этой дисциплины составляют астрономия, физика и математика.
- **Космос** (мегамир) – весь мир, окружающий планету Земля.
- Весь космос мы наблюдать не можем по ряду причин (техническим: разбегание галактик → свет не успевает долететь).
- **Вселенная** – часть космоса, доступная наблюдению.
- **Астрономия** (буквально – наука о поведении звезд)
  - более узкая отрасль космологии (наиболее важная!)
  - наука о строении и развитии всех космических тел

# МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ В АСТРОНОМИИ

## 1. Оптическая астрономия

- В астрономии непосредственно можно наблюдать только объекты, испускающие электромагнитное излучение, в том числе свет.
- Основную информацию получают при использовании оптических приборов.
- 1. Оптическая астрономия – изучает видимые (т.е. светящиеся) объекты.
- Наблюдаемая, или светящаяся, материя либо сама испускает видимый свет в результате идущих внутри нее процессов (звезды), либо отражает падающие лучи (планеты Солнечной системы, туманности).
- В 1608 г. **Г. Галилей** направил на небо свою простую **подзорную трубу**, совершив тем самым революцию в области астрономических наблюдений. Сейчас астрономические наблюдения проводят с помощью **телескопов**.

Оптические телескопы бывают 2-х типов:  
*рефракторные* и *рефлекторные*

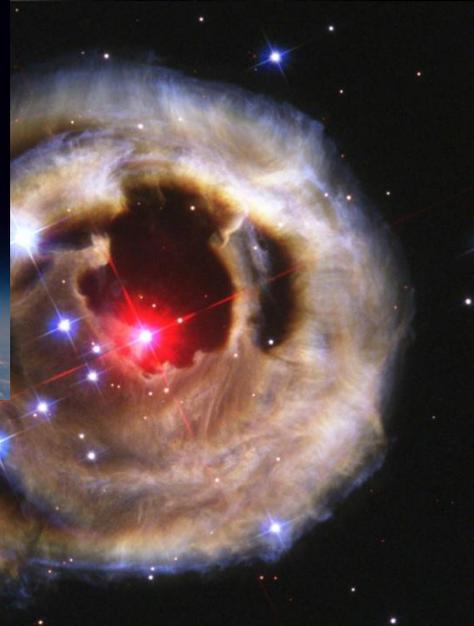
1. *рефракторные* (свет собирает **линза** → необходимы большие линзы, которые могут гнуться под собственным весом → искажение изображения) и
2. *рефлекторные* (свет собирает **зеркало**, таких проблем нет → большинство профессиональных телескопов - рефлекторы).

В современных телескопах человеческий глаз заменен **фотопластинками или цифровыми камерами**, которые в состоянии аккумулировать световой поток на протяжении больших временных промежутков, что позволяет обнаруживать еще более мелкие объекты.

- Телескопы устанавливаются на высоких горных вершинах, где в наименьшей степени сказывается влияние атмосферы и света больших городов на изображение. Поэтому сегодня большая часть профессиональных телескопов сконцентрирована в обсерваториях, которых не так много: **в Андах, на Канарских о-вах, на гавайских вулканах** (4205 м над ур. моря, на потухшем вулкане – самая высокая обсерватория в мире) и в некоторых **особо изолированных местах Соединенных Штатов и Австралии.**
- Благодаря международным соглашениям, страны, в которых нет подходящих для установки телескопов мест, могут установить свою аппаратуру в местах с такими условиями.
- **Самый крупный телескоп** – в Чили Южно-Европейской обсерваторией (включает систему из 4 телескопов диаметром 8,2 м каждый).

В 1990 г. на орбиту выведен **оптический телескоп «Хаббл»** (США) ( $h = 560$  км). Его длина – 13,3 м, ширина – 12 м, зеркало диаметром 2,4 м, общая масса – 11 т,

- стоимость ~ 250 млн. \$
- Благодаря ему получено глубокое, никогда ранее недостижимое изображение звездного неба, наблюдались планетарные системы в стадии формирования, получены данные о существовании огромных черных дыр в центрах разных галактик. Телескоп должен закончить работу к 2005 г; сейчас запущен другой более современный



# Самая старая форма астрономии, оптическая

или видимого света астрономия простирается примерно от 400 до 700 нм.

Позиционирование оптического телескопа в космосе означает, что телескоп не видит атмосферных помех, обеспечивая получение более высокого разрешения.

Оптические телескопы используются для наблюдения

звезд звезд, галактик звезд, галактик, планетарных туманностей и протопланетных дисков.

Hubble



Kepler

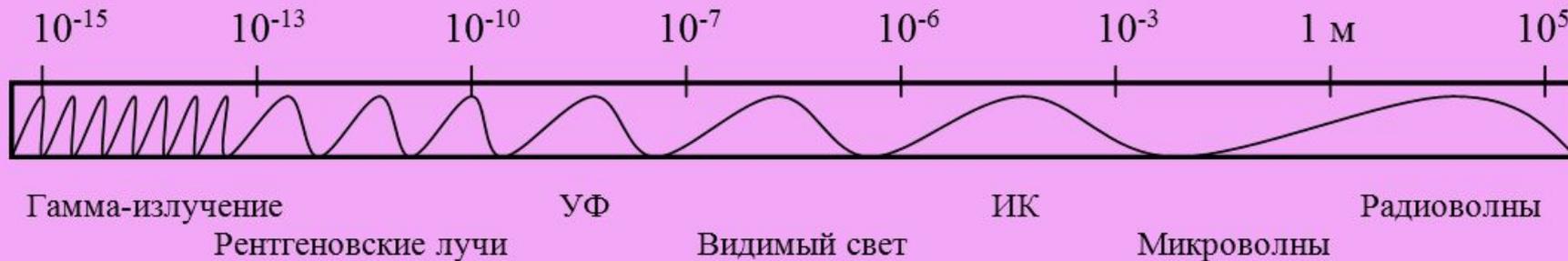


SIM Lite  
Astrometric  
Observatory



2. Неоптическая астрономия - изучает объекты, испускающие ЭМ-излучение за рамками видимого света.

- **Электромагнитное излучение** – форма электрической и магнитной энергии, которая распространяется в космосе со скоростью света. Единица измерения – длина волны (м).
- ЭМ-спектр условно разделен на полосы, характеризующиеся определенным интервалом длин волн. Четкие границы между диапазонами определить нельзя, т.к. они часто перекрывают друг друга.
- Такая аппаратура используется с 1930-х гг. **Первый искусственный спутник Земли с астрономической аппаратурой** был запущен в 1957 г. СССР. Помимо астрономических, спутники выполняют военные, экологические, телекоммуникационные и др. задачи.



Гамма-излучение,

Рентгеновское излучение,

Ультрафиолетовое  
излучение,

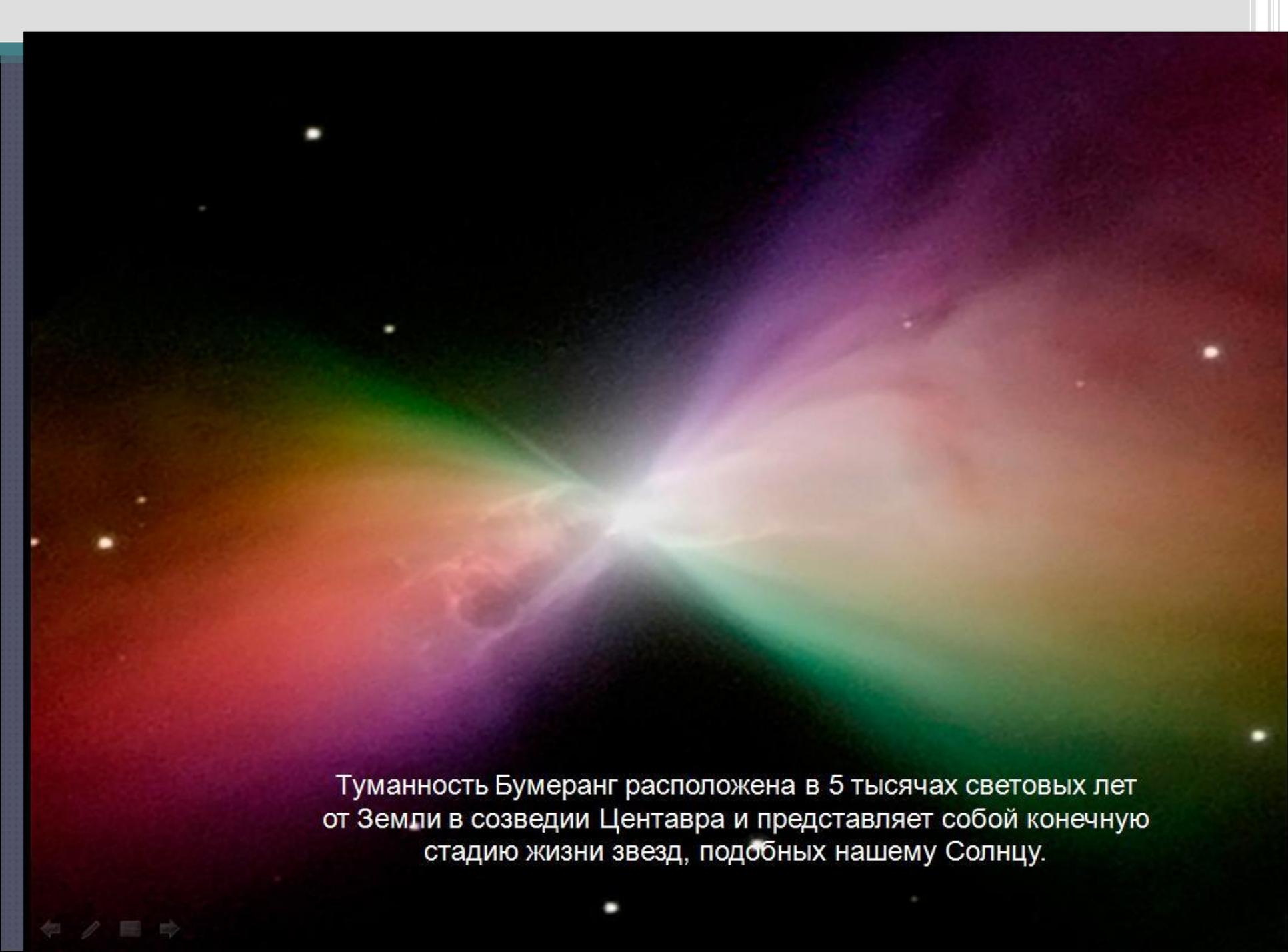
Видимое излучение

Инфракрасное излучение

Микроволновое излучение

Радиоизлучение

Список космических телескопов



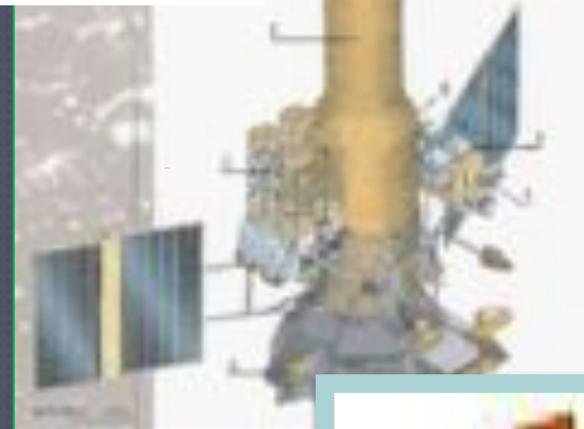
Туманность Бумеранг расположена в 5 тысячах световых лет от Земли в созвездии Центавра и представляет собой конечную стадию жизни звезд, подобных нашему Солнцу.

# Гамма-телескопы

собирают и измеряют высокоэнергетическое гамма-излучение от астрофизических источников.

Гамма-лучи излучаются сверхновыми, нейтронными звездами, пульсарами и черными дырами.

Granat



[Compton Gamma Ray Observatory](#)



[Fermi Gamma-ray Space Telescope](#)



# 7 ШИРОКОПОЛЬНЫХ ОПТИЧЕСКИХ ТЕЛЕСКОПОВ

- САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА ПОЛУЧЕННОЙ ИНФОРМАЦИИ



- УЧАСТИЕ ЧЕЛОВЕКА НЕ ТРЕБУЕТСЯ

www.mercator.ru

КАТЕРИНБУРГ  
ВЬЕ  
ОДСК  
РЕСП. БУРЯТИЯ  
БЛАГОВЕЩЕНСК

АРГЕНТИНА

ЮАР

www.mercator.ru

МАСТЕР – ЭТО МОБИЛЬНАЯ АСТРОНОМИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ТЕЛЕСКОПОВ-РОБОТОВ

- ПЕРВАЯ В РОССИИ



- СОЗДАНА НА БАЗЕ МГУ, УРАЛЬСКОГО, ИРКУТСКОГО И БЛАГОВЕЩЕНСКОГО ПЕДАГОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТОВ

www.mercator.ru

## НАБЛЮДЕНИЕ ЗА ГАММА-ВСПЛЕСКАМИ



- МАСТЕР НАБЛЮДАЕТ ГАММА-ВСПЛЕСКИ ПЕРВЫМ В МИРЕ

- ПЕРЕДАЁТ ДАННЫЕ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ МИРОВЫМ ТЕЛЕСКОПАМ

- 20-30% МИРОВЫХ ОТКРЫТИЙ СДЕЛАНО ОБСЕРВАТОРИЕЙ МАСТЕР



www.mercator.ru

## ПОЛЕ ЗРЕНИЯ



ОБЫЧНЫЙ ТЕЛЕСКОП ВИДИТ 1-2 ЗВЕЗДЫ



ТЕЛЕСКОПЫ МАСТЕР – ВСЮ ГАЛАКТИКУ

## БОРЬБА С АСТЕРОИДНОЙ ОПАСНОСТЬЮ ДИАМЕТР ЗЕРКАЛА



МАСТЕР МОЖЕТ ПРЕДУПРЕДИТЬ О СТОЛКНОВЕНИИ ЗА 2 ДНЯ

www.mercator.ru



# Ультрафиолетовые телескопы

- изучают небо в ультрафиолетовом диапазоне длин волн, то есть примерно между 10 и 320 нм.
- Свет на этих длинах волн поглощается атмосферой Земли, поэтому наблюдения на этих длинах волн могут быть выполнены из верхних слоев атмосферы или из космоса:
- Объекты излучающие ультрафиолетовое излучения включают Солнце, другие звезды и галактики.



Far Far Far  
Ultraviolet  
Spectroscopic  
Explorer



GALEX



Copernicus  
Observatory

# Инфракрасное излучение

Инфракрасный свет имеет меньшую энергию, чем видимый свет, следовательно, испускают его более холодные объекты.

Таким образом, можно рассматривать в инфракрасном свете: холодные звезды (в том числе коричневые карлики Таким образом, можно рассматривать в инфракрасном свете: холодные звезды (в том числе коричневые карлики), туманности, далекие галактики

Herschel

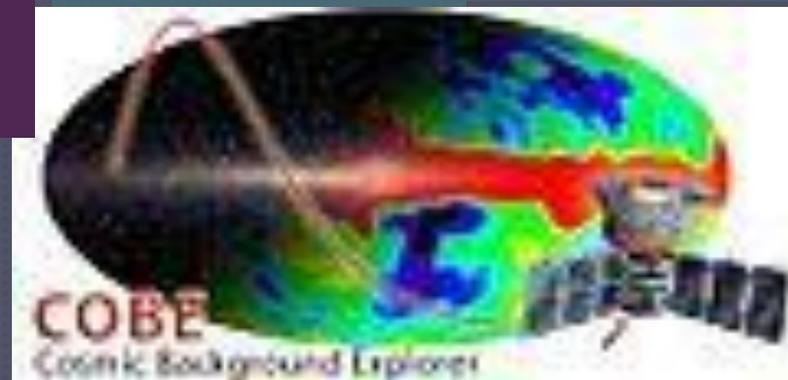


James Webb

# Микроволновое излучение

На сверхвысоких частотах, фотонов достаточно, но они имеют очень низкую энергию, поэтому они должны быть сильно сконцентрированы.

На этих частотах может быть измерен космический микроволновый фон, Сюнчева-Зельдовича эффект, а также синхротронное излучение а также синхротронное излучение и Тормозное от наших собственной галактики.



Cosmic Background Explorer (COBE)



WMAP

# Радиоизлучение

Так как атмосфера прозрачна для радиоволн, радиотелескопы в космосе наиболее полезными для интерферометрия со сверхдлинной базой;

делать одновременные наблюдения источника с обеих спутниковых и наземных телескопов и путем сопоставления их сигналов для имитации радиотелескопа размером с расстояние между двумя телескопами.

Наблюдают остатки сверхновой Наблюдают остатки сверхновой, мазеры Наблюдают о статки сверхновой, мазеры, гравитационное линзирование Наблюдают остатки сверхновой, мазеры,

# Детекторы частиц

Космические аппараты и космические модули, для регистрации частиц. Наблюдают за космическими лучами Космические аппараты и космические модули, для регистрации частиц. Наблюдают за космическими лучами и электронами Космические аппараты и космические модули, для регистрации частиц. Наблюдают за космическими лучами и электронами, испускаемые Солнцем (Солнечные космические лучи (Солнечные космические

# Гравитационные ВОЛНЫ

- Предлагается что новый тип телескопа обнаружит
- гравитационные волны — рябь в пространстве-времени, порождённую сталкивающимися
- нейтронными звёздами нейтронными звёздами и чёрными дырами.



Laser Interferometer  
Space Antenna

При помощи наземного телескопа получена фотография самой холодной области во Вселенной. С температурой в  $-272^{\circ}\text{C}$  — почти абсолютный ноль — туманность Бумеранг является самым холодным известным местом во Вселенной: единственной областью холоднее реликтового излучения от Большого Взрыва. Туманность Бумеранг образована газом, который стремительно отдаляется от её центра и при этом быстро расширяется. Такое расширение газа и приводит к падению температуры до одного Кельвина ( $-272^{\circ}\text{C}$ ).



Используя телескоп *ALMA*, астрономы рассмотрели этот таинственный объект, который, как оказалось, имеет необычную «призрачную» форму.

До этого туманность наблюдали с помощью обычных земных телескопов, после этого она получила свое название — Бумеранг.



**Позже новые данные добавил космический телескоп «Хаббл», показав, что туманность скорее похожа на галстук-бабочку или песочные часы. И теперь, с помощью проекта *ALMA* ученые наконец смогли увидеть всю картину и узнать, как же выглядит самое холодное место в мире.**

# МЕГАМИР, ЕГО СОСТАВ И СТРОЕНИЕ

- *Жесткой границы между микро-, макро- и мегамирами не существует:*
- Земля – макромир, но как объект Солнечной системы является элементом мегамира.

# Материя во Вселенной

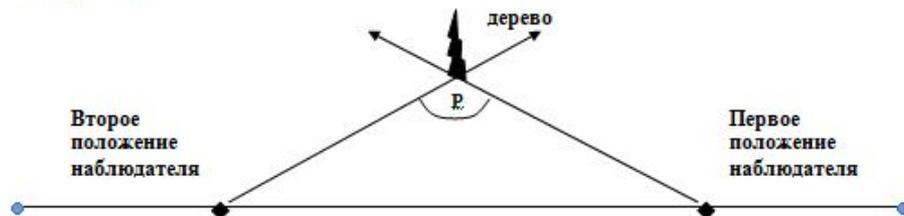
## Космические тела:

- кометы
- астероиды
- планеты + спутники
- планетные системы
- звезды
- звездные системы (галактики)
- системы галактик

## Диффузная материя:

- газо-пылевые туманности
- (~ 1% межзвездной материи состоит из пыли;
- основной газ –  $H_2$ )
- излучение
- (оптическое, радио- и др.)
-

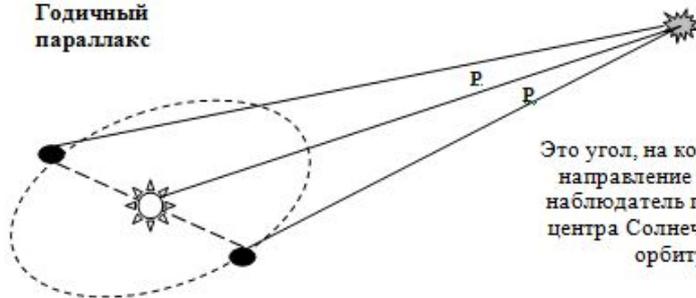
**Параллакс** – видимое изменение положения небесного светила вследствие перемещения наблюдателя.



Различают:

- параллакс, обусловленный вращением Земли вокруг своей оси (**суточный параллакс**);
- вращением Земли вокруг Солнца (**годовой параллакс**);
- движением Солнечной системы в Галактике (**вековой параллакс**).

**Годичный параллакс**



Это угол, на который изменится направление до звезды, если наблюдатель переместится из центра Солнечной системы на орбиту Земли

Единицы измерения в астрономии:

**1 а.е.** (астрономическая единица) – расстояние от Земли до Солнца (**149,6 млн. км**).

**1 св. год** – расстояние, которое луч света проходит за год

**≈ 63 300 а.е. ≈ 9 400 млрд. км.**

**1 пк (пс)** (парсек – сокращ. от «параллакс» и «секунда») – расстояние на котором параллакс равен 1 угловой секунде (1").

**= 206 265 а.е. = 3,26 св. г. = 30 000 млрд. км.**

# КОМПОНЕНТЫ МЕГАМИРА

## ПЛАНЕТНЫЕ СИСТЕМЫ

- **Солнечная система** включает:
- **центральное тело – Солнце;**
- **9 планет;**
- **их спутники;**
- **множество комет и астероидов.**
- Движение всех объектов СС определяется тяготением Солнца ( $m_{\text{Солнца}}$  в 750 раз  $>$   $m_{\text{планет}}$ )  $\rightarrow$  притяжение.
- Протяженность Солнечной системы  $\sim$  100 а.е. (только планеты; с кометами – 2-3 св. года).
- **Земля** находится на расстоянии 8,6 св. минут от Солнца;
- **Луна** – 1,25 св. сек. от Земли;
- Ближайшая к Земле звезда –  **$\alpha$ Центавра** – 4,2 св. года, следующая – **Сириус** ( $>$  8 св. лет);
- **Полярная звезда** – 680 св. лет.



## Большой Ковш

комета  
Каталина

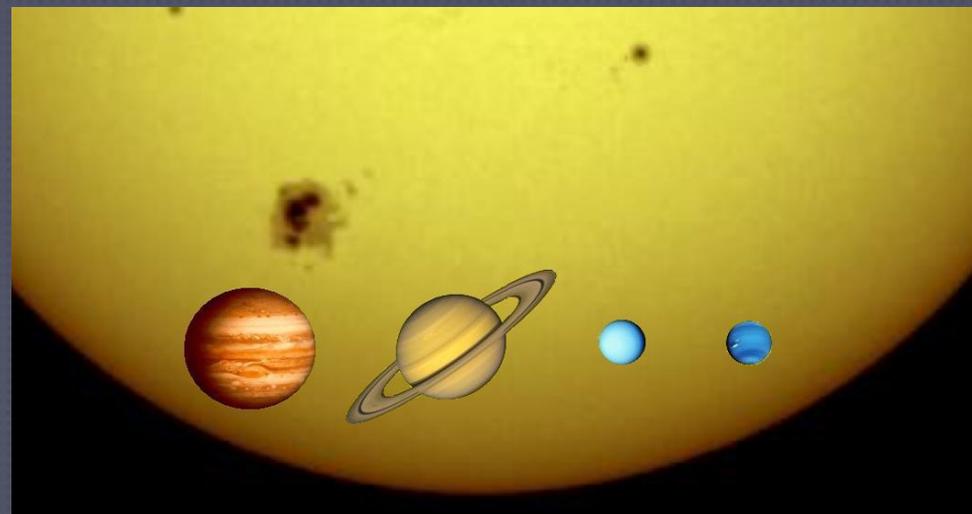
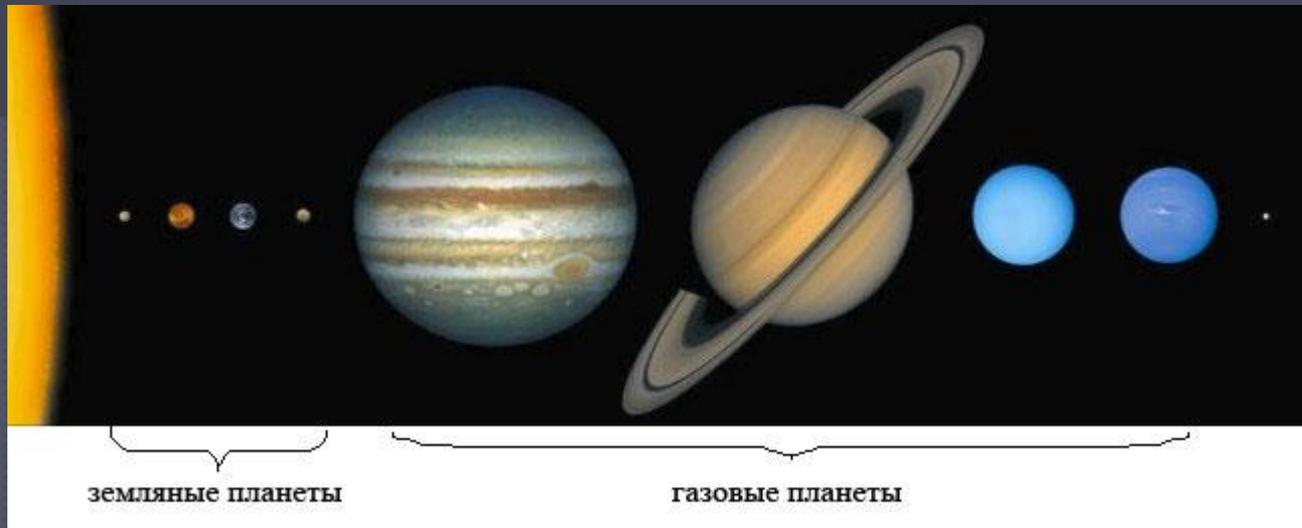
16.01.2016

**Пояснение:** Большой Ковш – хорошо знакомый астеризм на северном небе, который очень легко найти. Однако многим он напоминает плуг или повозку. Около его знакомых очертаний можно увидеть знаменитые яркие северные туманности, их телескопические изображения показаны на врезках на фоне вида неба с широким полем зрения. Все они включены в каталог [Мессье](#): слева находятся [M101](#) и [M51](#) – космические вертушка и водоворот, спиральные галактики далеко за пределами Млечного Пути. Справа далекая спиральная галактика M108, видимая с ребра, расположена около принадлежащей нашей Галактике планетарной туманности M97, похожей на [лицо совы](#). Снимок с широким полем зрения был получен [16 января](#). Снимок с широким полем зрения был получен 16 января, и на нем около ручки Ковша видна лишняя звезда. Это – комета Каталина ([C/2013 US10](#)), которая сейчас пролетает по [северному небу](#).



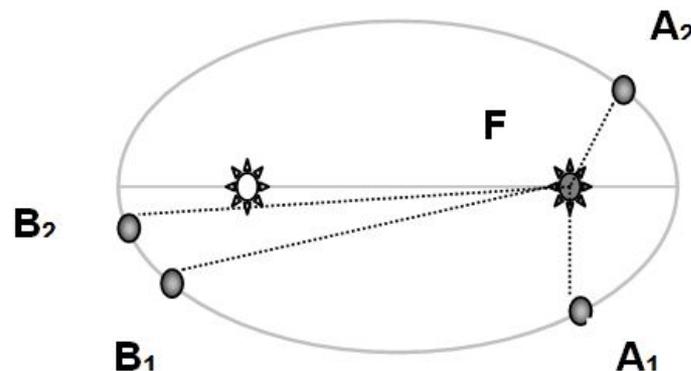
В Древнем Египте Сириус называли «Звезда Нила», поскольку первый утренний восход Сириуса предвещал разлив Нила в дни летнего солнцестояния. К тому же Сириус и само созвездие уже 5000 лет назад ассоциировалось с собакой; его древнейшее шумерское название — «собака солнца», греки называли его просто «собакой», а римляне — «собачкой» (Canicula, отсюда летний период отдыха — каникулы).

# в Солнечной системе две группы планет - земляные и газовые

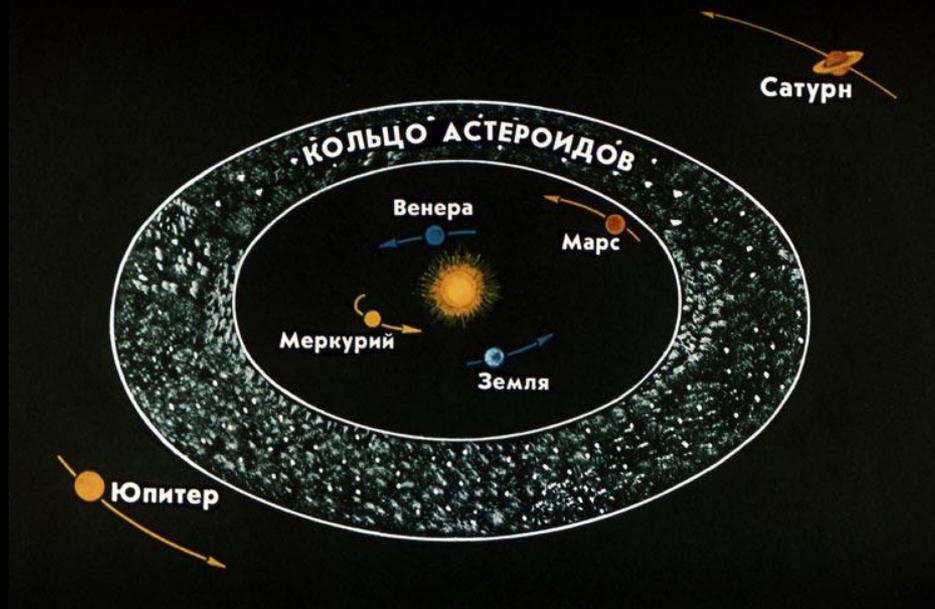


## Планеты движутся в соответствии с законами Кеплера:

- ✓ Орбиты планет имеют эллиптическую форму, причем Солнце находится в одном из фокусов этого эллипса.
- ✓ Планета движется по орбите неравномерно: площади секторов  $FA_1A_2$   $FB_1B_2$  равны  $\rightarrow$  вблизи Солнца планета движется быстрее, чем вдали от него.

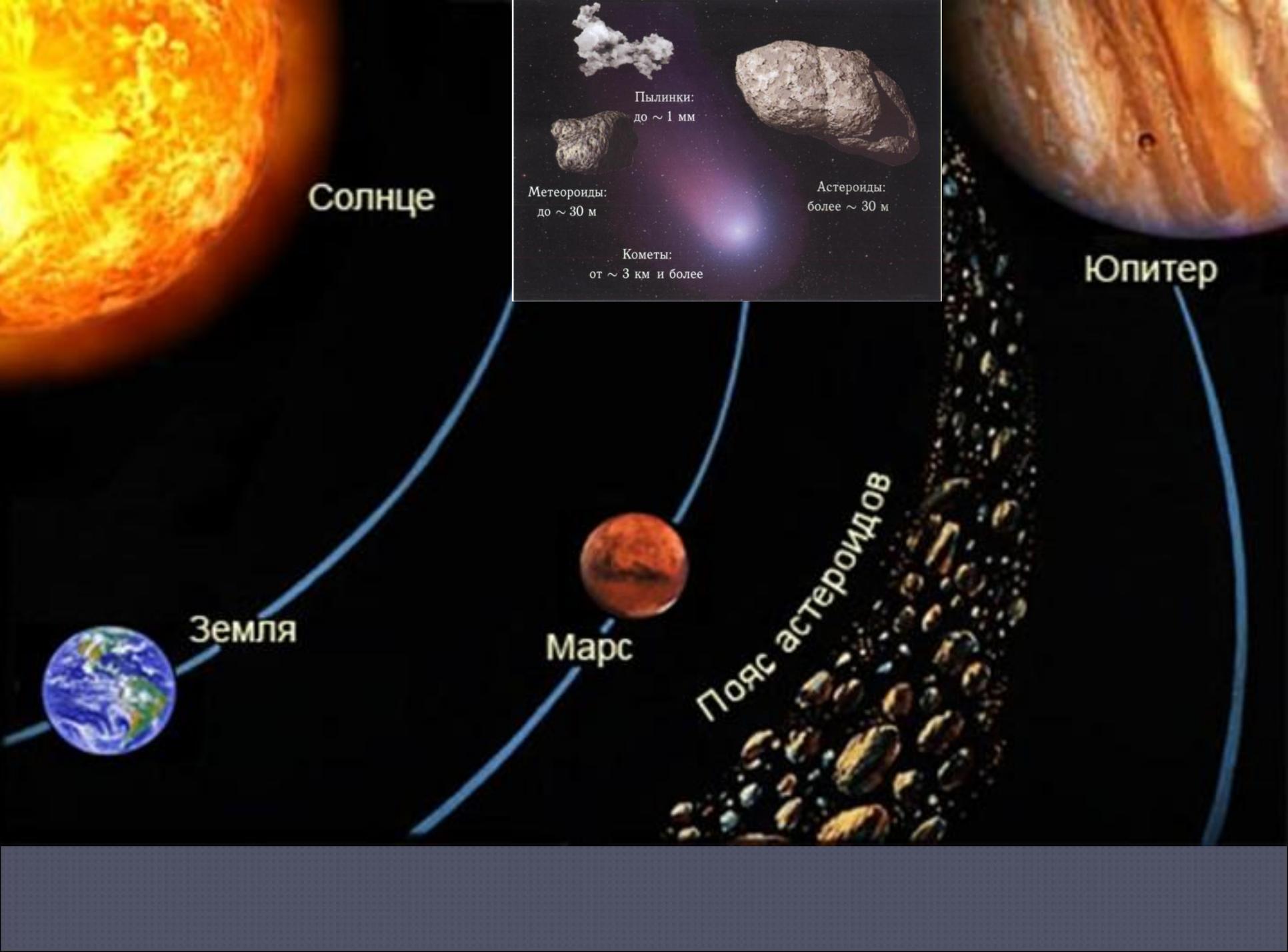


# Планеты земной группы



# Пояс астероидов

- (малые планеты) – расположен между двумя группами планет (между орбитами Марса и Юпитера) – «недоформированная», либо разрушившаяся планета.
- Ширина пояса – 100-300 млн. км, он образован несколькими десятками тысяч каменных тел неправильной формы и размерами от нескольких см. до 100 км.
- Астероидов много, но их суммарная масса  $< 0,001$   $m$  Земли ( $d$  самого крупного астероида – Цереры  $\sim 1000$  км;  $d$  Земли  $\sim 12600$  км; масса одной только Цереры  $\sim 1/3$  общей массы всех астероидов).
- Астероиды обращаются вокруг Солнца в соответствии с законами Кеплера и проходят свою орбиту за 3-6 лет.
- Отдельные астероиды движутся по индивидуальным орбитам, пересекающим или очень сближенным с орбитой Земли. Вероятность, что астероид больших размеров столкнется с Землей, мала, но она существует. Чтобы исключить ее, сегодня активно развиваются системы наблюдения за потенциально опасными объектами.
- 
- Мелкие обломки астероидов сгорают в атмосфере Земли (**метеоры**), более крупные достигают ее поверхности (**метеориты**: их масса превышает 100 грамм). Если же метеорит ярко светится в атмосфере, то его называют – **болидом**.
-



Солнце

Земля

Марс

Пояс астероидов

Юпитер

Пылинки:  
до ~ 1 мм

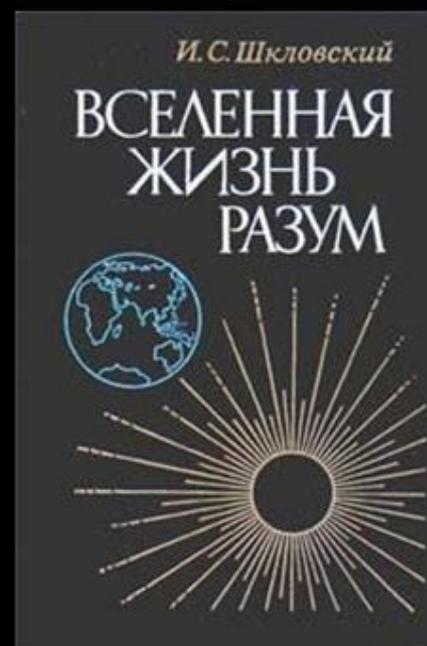
Метеороиды:  
до ~ 30 м

Астероиды:  
более ~ 30 м

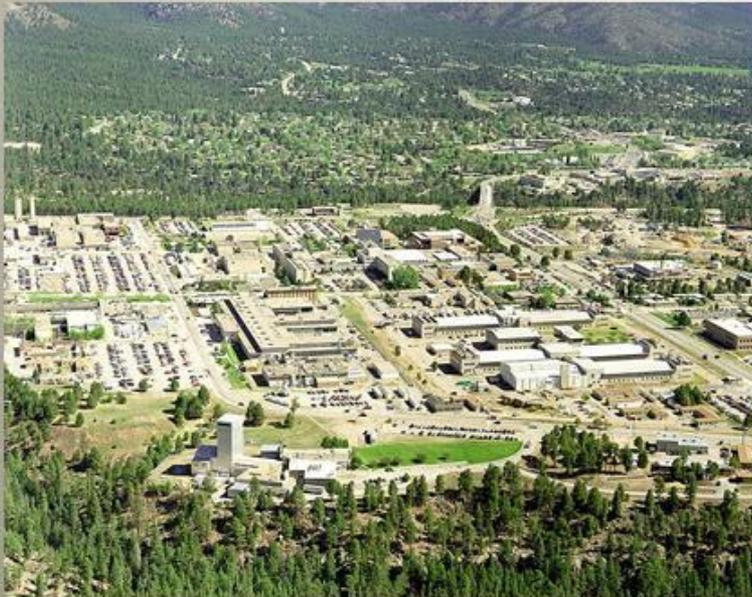
Кометы:  
от ~ 3 км и более

# Иосиф Самуилович Шкловский

- (18 июня (1 июля) 1916, Глухов — 3 марта 1985, Москва) — советский астроном, астрофизик, член-корреспондент АН СССР (1966), лауреат Ленинской премии (1960, за концепцию искусственной кометы), основатель школы современной астрофизики — отдела радиоастрономии Государственного астрономического института им. П. К. Штернберга (ГАИШ) Московского университета и отдела астрофизики Института космических исследований АН СССР (ныне Астрокосмический центр ФИАН).
- Автор девяти книг и более трехсот научных публикаций. Известен также как автор работ по проблемам существования внеземных цивилизаций и научно-популярных статей.



# «ТОПОЛЯ»



Тополь на Красной площади, 1988 год.

- **Лос-Аламос** ([исп.](#) *Los Álamos* — «тополя») — населённый пункт и [округ](#) в [штате Нью-Мексико](#). Лос-Аламос — одна из двух лабораторий, ведущая в США секретные работы по ядерному оружию.

