

Урок 1

Тема: Предмет астрономии



1. Что изучает астрономия. Возникновение астрономии.

Астрономия

[греч. astron-звезда, светило,
nomos -закон]

**- наука о строении, движении,
происхождении и развитии
небесных тел, их систем и всей
Вселенной в целом.**

**Вселенная- максимально большая область
пространства, включающая в себя все
доступные для изучения небесные тела и их
системы.**



Аллегория Яна Гевелия (1611-1687, Польша), изображает музу Уранию, покровительницу астрономии, которая в руках держит Солнце и Луну, а на голове у нее сверкает корона в виде звезды. Урания окружена нимфами, изображающими пять ярких планет, слева Венеру и Меркурия (внутренние планеты), справа – Марс, Юпитер и Сатурн.

Потребность в астрономических знаниях диктовалась жизненной необходимостью:

Потребность счета времени, ведение календаря.

Ориентация на местности, находить дорогу по звездам, особенно мореплавателям.

Любознательность – разобраться в происходящих явлениях.

Забота о своей судьбе, породившая астрологию.



Падение болида, 2003г



© ООО ФИЗИКОН, 2003



Великолепный хвост кометы МакНота, 2007г

**Систематические
астрономические наблюдения
проводились тысячи лет назад**



**Солнечные часы в
обсерватории в Джайпуре**



Солнечный камень древних ацтеков



Солнечная обсерватория в Дели, Индия

**Древняя обсерватория Стоунхендж, Англия,
построен в 19-15 веках до н.э.**



Стоунхендж (англ.— «Каменная изгородь») — внесённое в список Всемирного наследия каменное мегалитическое сооружение (кромлех) на Солсберийской равнине в графстве Уилтшир (Англия). Находится примерно в 130 км к юго-западу от Лондона.

38 пар вертикальных камней, высотой не менее 7 метров и весом не менее 50 тонн каждый. Диаметр занимаемого колоссами круга составляет 100 метров.

- **О назначении гигантского сооружения до сих пор идут споры, наиболее популярными выглядят следующие гипотезы:**
- **1. Место ритуальных церемоний и погребений (жертвоприношений).**
- **2. Храм Солнца.**
- **3. Символ власти доисторических жрецов.**
- **4. Город Мертвых.**
- **5. Языческий собор или священное убежище на благословенной богом земле.**
- **6. Недостроенная АЭС (фрагмент цилиндра реакторного отделения).**
- **7. Астрономическая обсерватория древних ученых.**
- **8. Место посадки космических кораблей НЛО.**
- **9. Прообраз современного компьютера.**
- **10. Просто так, без причины.**

Главная ось комплекса, идущая по аллее через пяточный камень, указывает на точку восхода Солнца в день летнего солнцестояния. Восход дневного светила в этой точке происходит только в определенный день в году - 22 июня.



2. Разделы астрономии. Связь с другими науками.

Периоды развития астрономии :

Древнейший

I-й Античный мир (до Н.Э.)

II-й Дотелескопический (Н.Э. до 1610г)

Классический (1610 - 1900)

III-й Телескопический (до спектроскопии, 1610-1814гг)

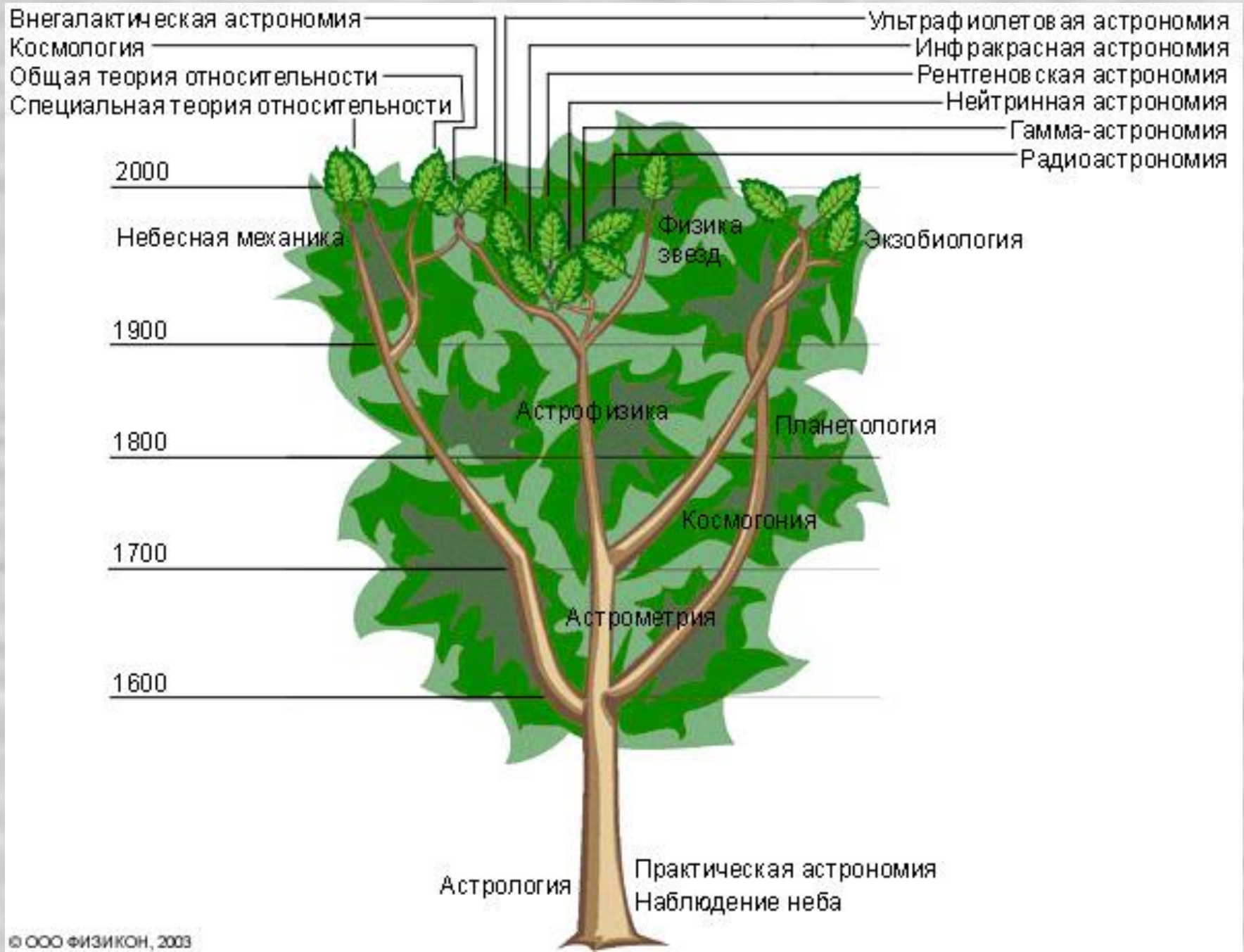
IV-й Спектроскопический (до фотографии, 1814-1900гг)

V-й Современный (1900-н.в)

Разделы астрономии:

1. Практическая астрономия
2. Небесная механика
3. Сравнительная планетология
4. Астрофизика
5. Звездная астрономия
6. Космология
7. Космогония

Древо астрономических знаний



АСТРОНОМИЯ

МЕТОДЫ И ИНСТРУМЕНТЫ ПОЗНАНИЯ

Астрономические наблюдения
Угломерные: гномон, высотомер (квадрант, секстант...); универсальный инструмент, пассажный инструмент; меридианный круг зенит-телескоп и т.д.
Телескопические: радиотелескопы, ИК-телескопы, оптические (рефракторы, рефлекторы, зеркально-линзовые); УФ-телескопы, рентгеновские телескопы, γ-телескопы, приемники элементарных частиц и нейтринные телескопы.
Визуальные
Фотографические (астрографы); *Фотометрические* (фотометры, ФЭУ; ПЭС-матрицы...);
Спектральные (спектрографы и т.д.)
Высотные (средства авиации)
Космические исследования (средства космонавтики: ИСЗ, АМС, КК и т.д.)

Космический эксперимент:
- средства космонавтики

АСТРОНОМИЧЕСКИЕ ТЕОРИИ И ЗАКОНЫ

Теории космологии возникновения и эволюции Вселенной (нестационарной Вселенной); *астрофизические и космогонические теории* возникновения и эволюции галактик, звездообразования и эволюции звезд, формирования планетных систем....

Законы: Всемирного тяготения, Хаббла, Эддингтона Кеплера...

ОБЪЕКТЫ ПОЗНАНИЯ:

Космические объекты

Космические тела:
Планетные тела:
Метеороиды (метеорные частицы, кометы, астероиды)
Планетоиды (силикатно-ледяные, силикатные)
Планеты (землеподобные; гиганты)
Космические объекты в стадии формирования:
Планетезимали
Протозвезды
Звездоподобные объекты: коричневые карлики, белые карлики, нейтронные звезды
Звезды:
Нормальные звезды
Субгиганты
Гиганты
Сверхгиганты
Космическая среда
Туманности
Диффузные газопылевые (планетарные; волокнистые; светлые (газовые); темные (пылевые); глобулы
Гигантские молекулярные облака (ГМО)
Черные дыры (обыкновенные; сверхмассивные)

Космические системы

- спутники планетных тел,
- планетные системы (Солнечная система);
- звездные системы - двойные и кратные;
- звездные ассоциации;
- звездные скопления: рассеянные и шаровые;
- галактики; (Наша Галактика);
- эллиптические;
- линзовидные;
- спиральные;
- неправильные;
- активные;
- группы галактик;
- скопления галактик;
- Сверхскопления;
- Метагалактика;
- Мини-Вселенная;
- Вселенная

Космические процессы:

- Возникновение Вселенной;
- возникновение Метагалактики
- эволюция Вселенной;
- эволюция материи;
- возникновение и развитие жизни и разума во Вселенной.
- возникновение космических объектов и их систем;
- существование космических объектов и их систем;
- эволюция космических объектов и их систем.

Космические явления: *Свечение звезд* (Солнца); *Движение космических тел* (вращение Земли и планет вокруг Солнца; вращение Луны вокруг Земли; вращение Земли вокруг оси.); *Возмущения* (закат; аккреция; приливы; прецессия, нутация); *Существование атмосфер* (звезд и Солнца, Земли и планетных тел)
Небесные явления - следствия космических явлений: видимое движение и конфигурации планет; видимое движение Солнца и смена времен года; видимое движение и смена фаз Луны; видимое вращение небесной сферы; рефракция и т.д.

Связь астрономии с другими науками



- 1 - гелиобиология
- 2 - ксенобиология
- 3 - космическая биология и медицина
- 4 - математическая география
- 5 - космохимия
- А - сферическая астрономия
- Б - астрометрия
- В - небесная механика
- Г - астрофизика
- Д - космология
- Е - космогония
- Ж - космофизика

Физика
Химия
Биология

География и геофизика
История и обществознание
Литература
Философия

3. Общие представления о масштабе и структуре Вселенной

Вселенная- максимально большая область пространства, включающая в себя все доступные для изучения небесные тела и их системы.

Реальный мир ,вероятно ,устроен так, что могут существовать другие вселенные с иными законами природы ,а физические постоянные могут иметь другие значения.

Вселенная - уникальная всеобъемлющая система, охватывающая весь существующий материальный мир, безграничный в пространстве и бесконечный по разнообразию форм.

**1 астрономическая единица = 149, 6 млн.км ~ 150
млн.км**

1пк (парсек) = 206265 а.е. = 3,26 св. лет

1 световой год (св. год) - это расстояние, которое луч света со скоростью почти 300 000 км/с пролетает за 1 год и равен 9,46 миллионам миллионов километров!

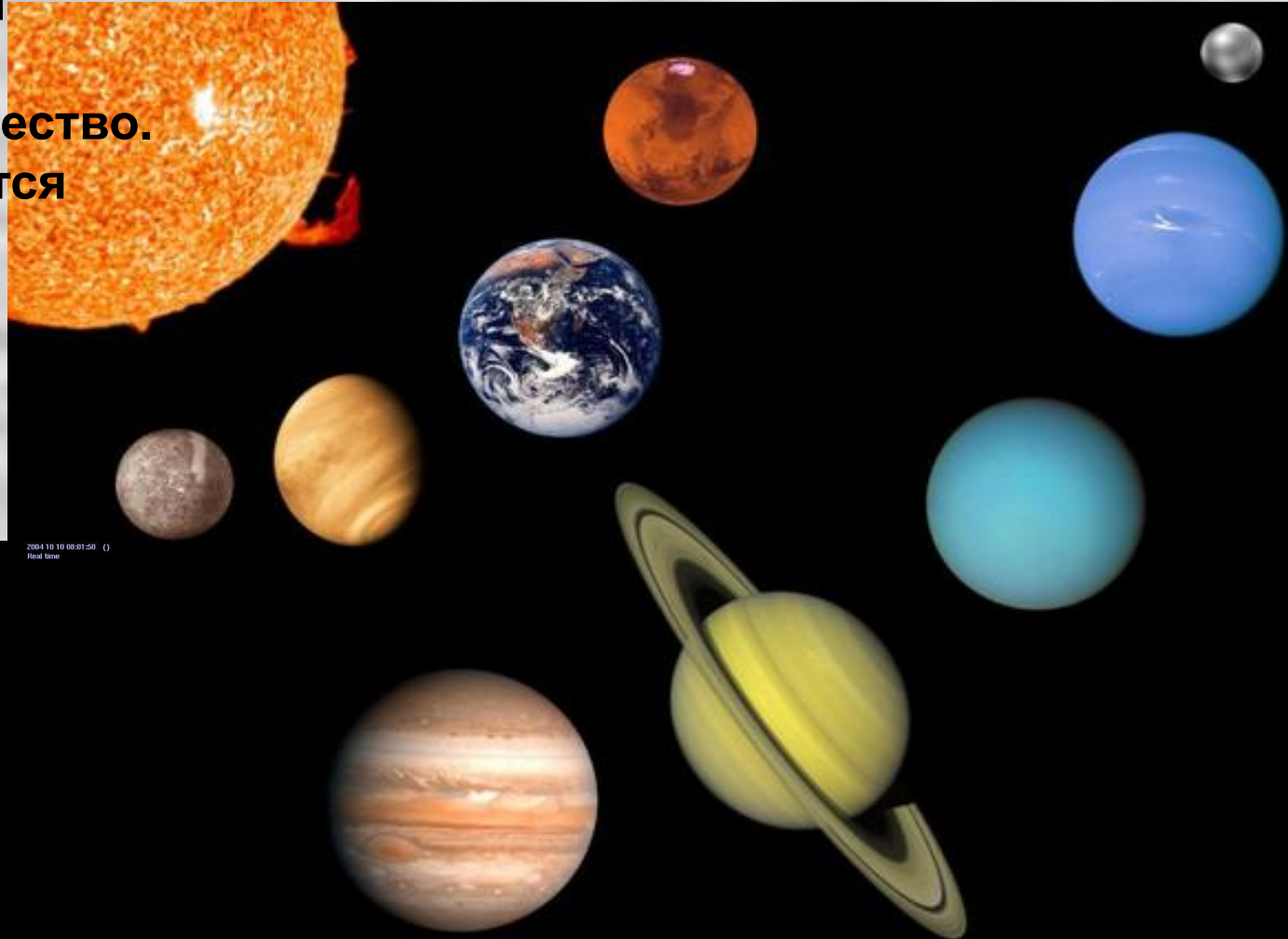
Космические системы

Солнечная система - Солнце и движущиеся вокруг тела (планеты, кометы, спутники планет, астероиды). Солнце – самосветящееся тело, остальные тела, как и Земля светят отраженным светом.

Возраст СС ~ 5 млрд. лет. Таких звездных систем с планетами и другими телами

во Вселенной огромное количество.

Нептун находится на расстоянии 30 а.е.



Gaspra
Altitude: 24,743 km
Radius: 5,500 km
Day length: 7,042 hours
Temperature: 100 K

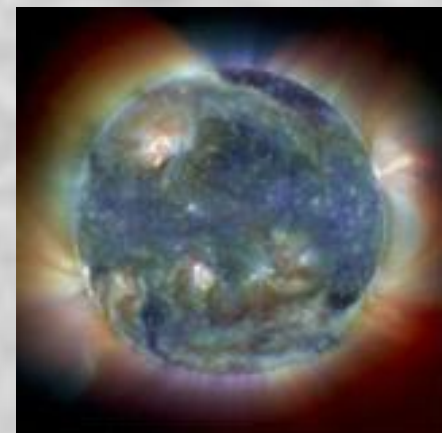
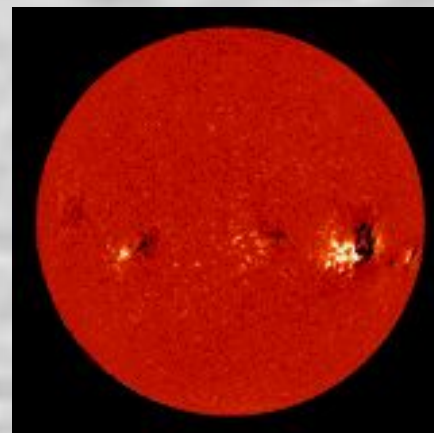
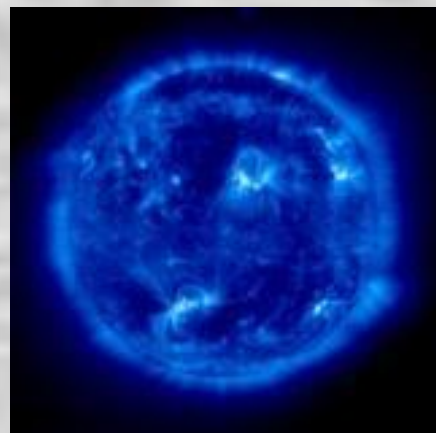
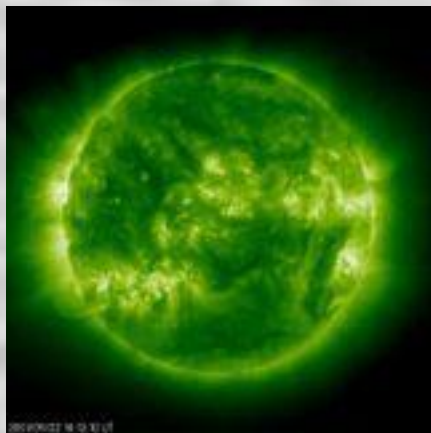
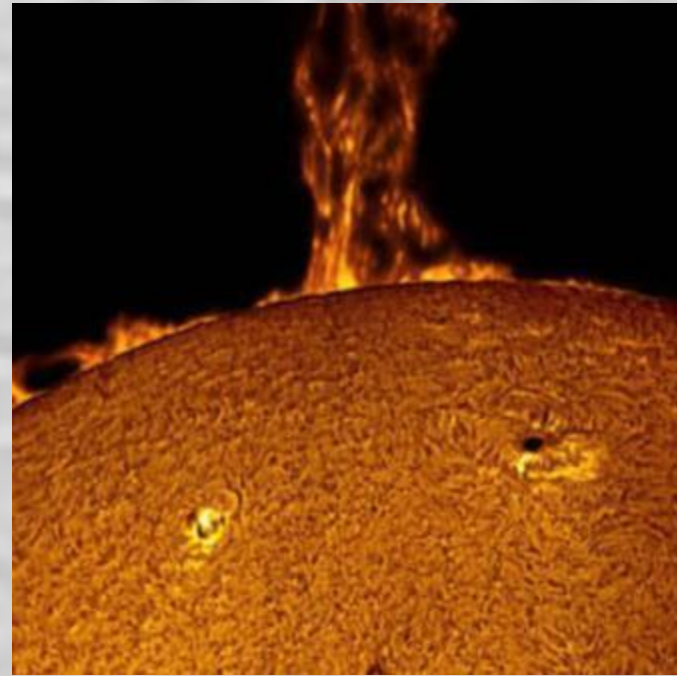
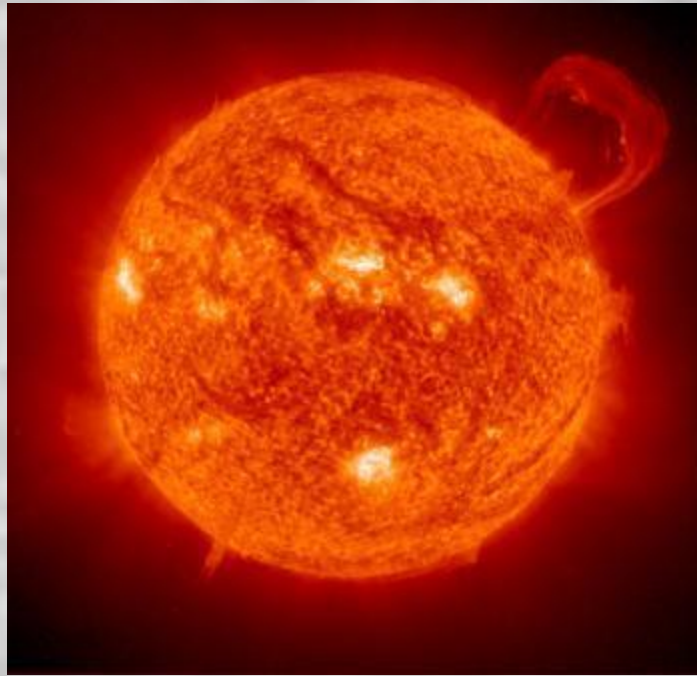
2004 10 10 00:01:50 ()
Next frame



Follow Gaspra
FOV: 44.93° 59.8"

Speed: 0.000 m/s

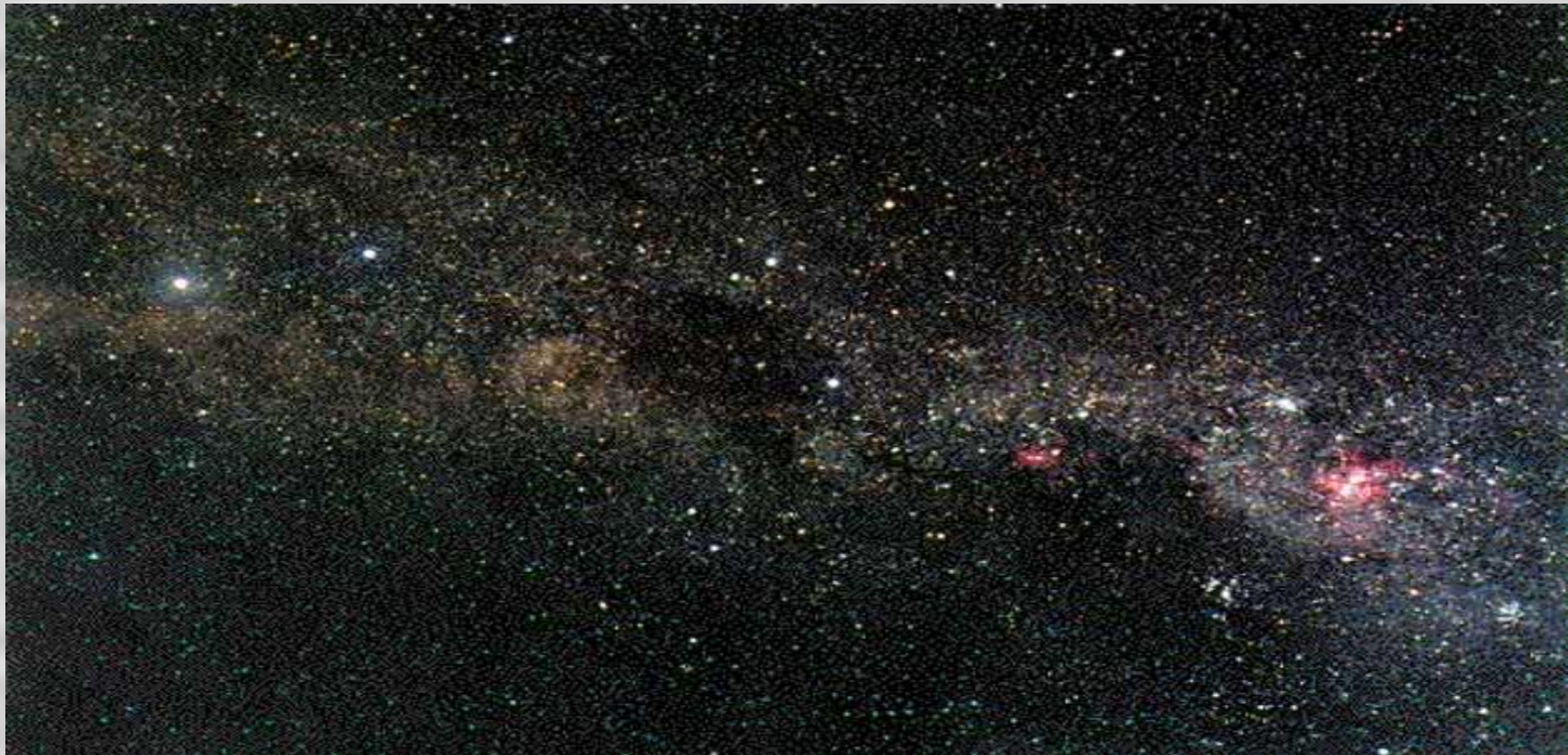
Солнце как звезда



Вид Солнца в разных диапазонах электромагнитных волн

Одним из самых примечательных объектов звездного неба является Млечный Путь-часть нашей Галактики. Древние греки называли его «молочный круг». Первые наблюдения в телескоп ,проведенные Галилеем, показали, что Млечный Путь – это скопление очень далеких и слабых звезд.

Видимые на небе звезды- это ничтожная доля звезд, входящих в состав галактик.



Так выглядит наша Галактика сбоку



Так выглядит наша Галактика сверху

диаметр около 30 кпк



Галактики- системы
звезд, их скоплений и
межзвездной среды.
Возраст галактик
10-15 млрд. лет



4. Астрономические наблюдения и их особенности.

Наблюдения – основной источник знаний о небесных телах, процессах и явлениях происходящих во Вселенной



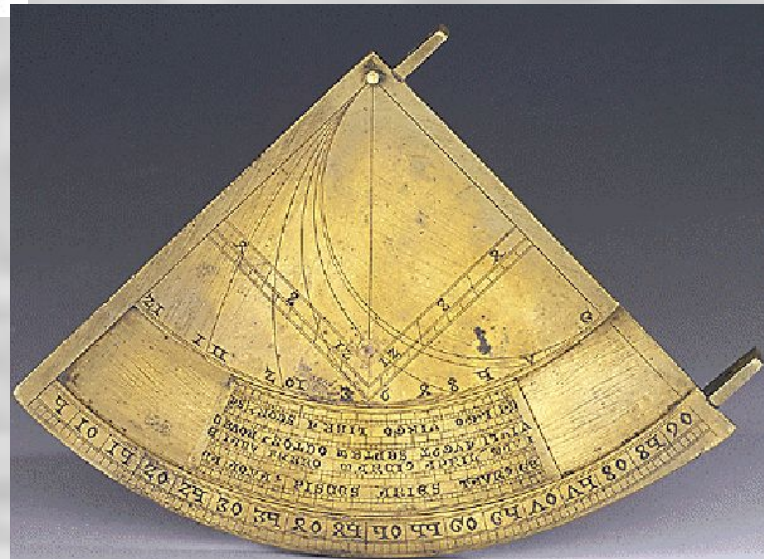
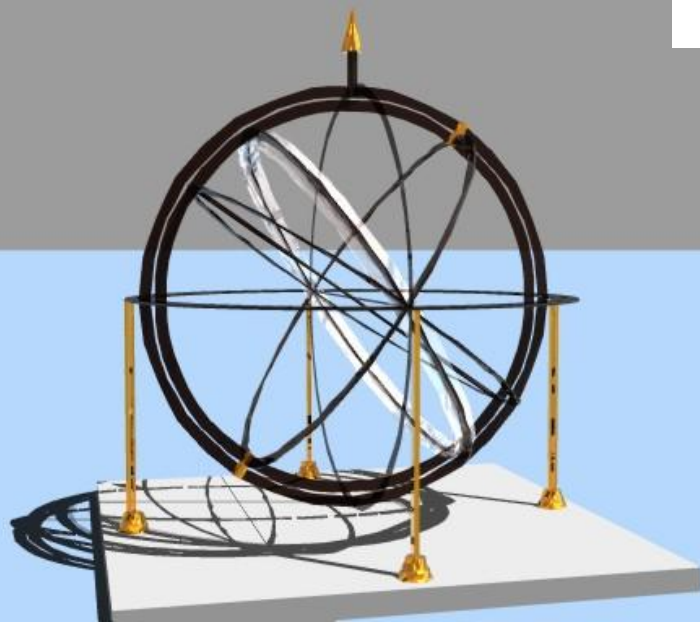
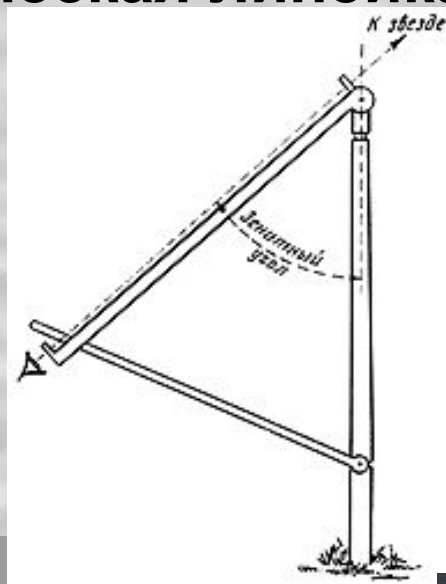
Они имеют и особенности в том, что для изучения какого либо явления необходимы:

- длительные промежутки времени и одновременное наблюдение родственных объектов (пример-эволюция звезд)
- необходимость указания положения небесных тел в пространстве (координаты), так как все светила кажутся далекими от нас (в древности возникло понятие небесной сферы, которая как единое целое вращается вокруг Земли) **Пример: Древний Египет, наблюдая за звездой Сотис (Сириус) определили начало разлива Нила, установили продолжительность года в 4240г до н.э. в 365 дней.**

Первым астрономическим инструментом можно считать гномон- вертикальный шест, закрепленный на горизонтальной площадке, позволявший определять высоту Солнца. Зная длину гномона и тени, можно определить не только высоту Солнца над горизонтом, но и направление меридиана, устанавливать дни наступления весеннего и осеннего равноденствий и зимнего и летнего солнцестояний.



Другие древние астрономические инструменты: астролябия, армиллярная сфера, квадрант, параллактическая линейка



Телескопы.

Телескоп - прибор для наблюдения небесных тел, приема и анализа приходящего от них излучения.

Телескоп - увеличивает угол зрения, под которым видны небесные тела (*разрешающая способность*), и собирает во много раз больше света, чем глаз наблюдателя (*проникающая сила*).

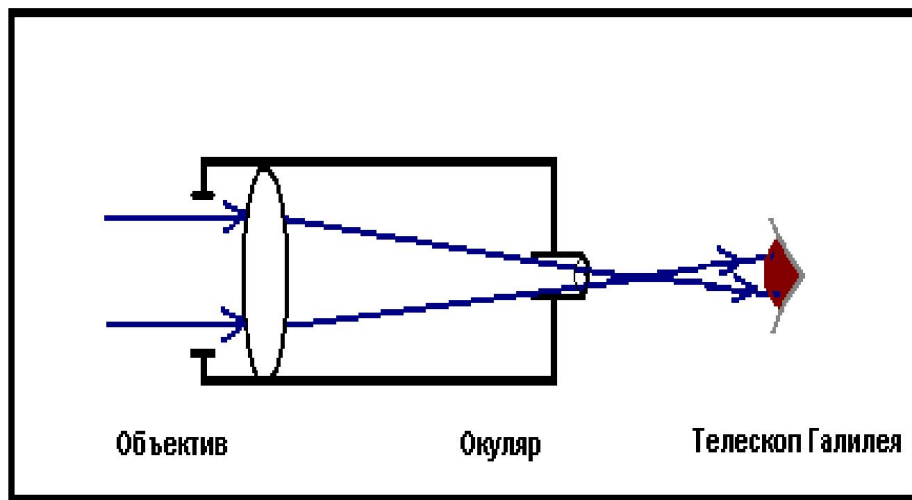
Поэтому в телескоп можно рассмотреть невидимые невооруженным глазом поверхности ближайших к Земле небесных тел и увидеть множество слабых звезд. Все зависит от диаметра его объектива.

Телескопы.



Телескопы делятся
на **оптические** и
радио

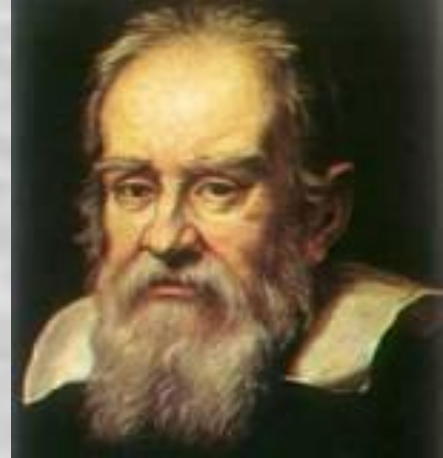
Оптические телескопы.



Рефрактор (refracto—преломляю)- используется преломление света в линзе (преломляющий). “Зрительная труба” сделана в Голландии [Х. Липперсгей]. По приблизительному описанию ее изготовил в 1609г Галилео Галилей и впервые направил в ноябре 1609г на небо, а в январе 1610г открыл 4 спутника Юпитера.

Самый большой в мире рефрактор изготовлен Альваном Кларк (оптиком из США) 102см (40 дюймов) и установлен в 1897г в Йерской обсерватории (близь Чикаго). Им же был изготовлен 30 дюймовый и установлен в 1885г в Пулковской обсерватории (разрушен в годы ВОВ).

Оптические телескопы



**Рефрактор
(линзовый)-
1609г.**

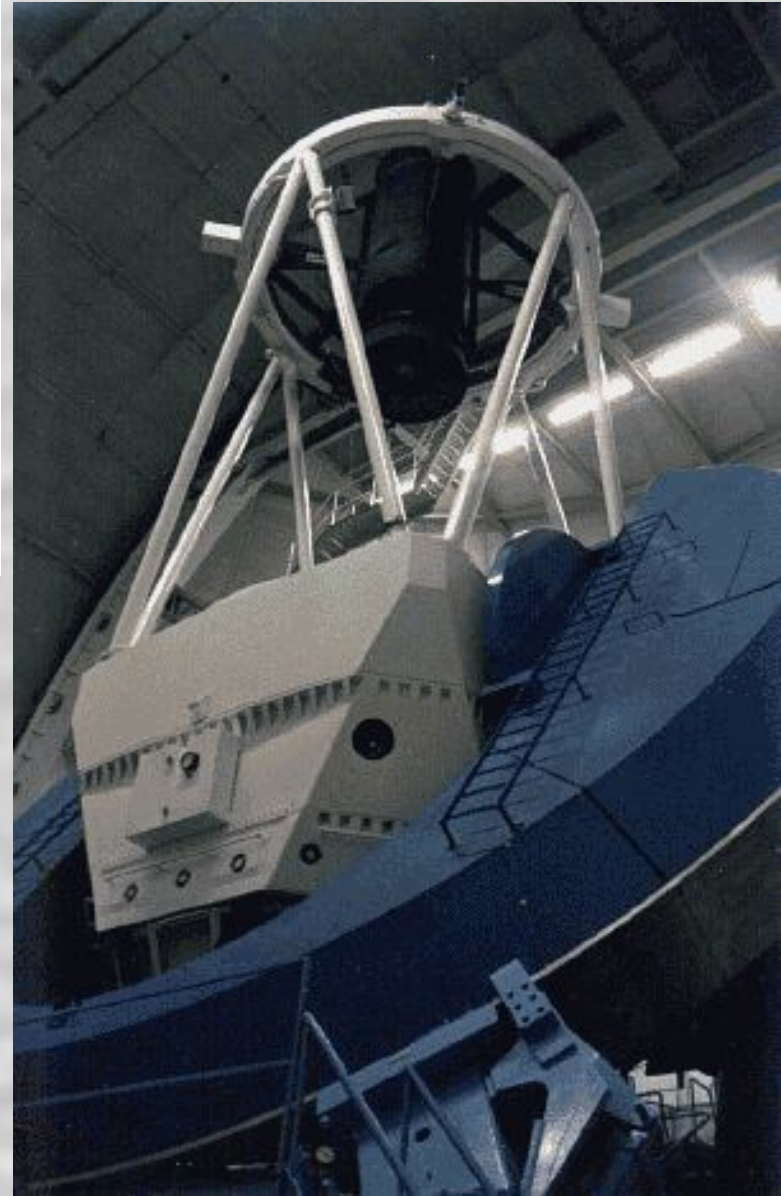
Галилео Галилей

в январе 1610г открыл
4 спутника Юпитера.

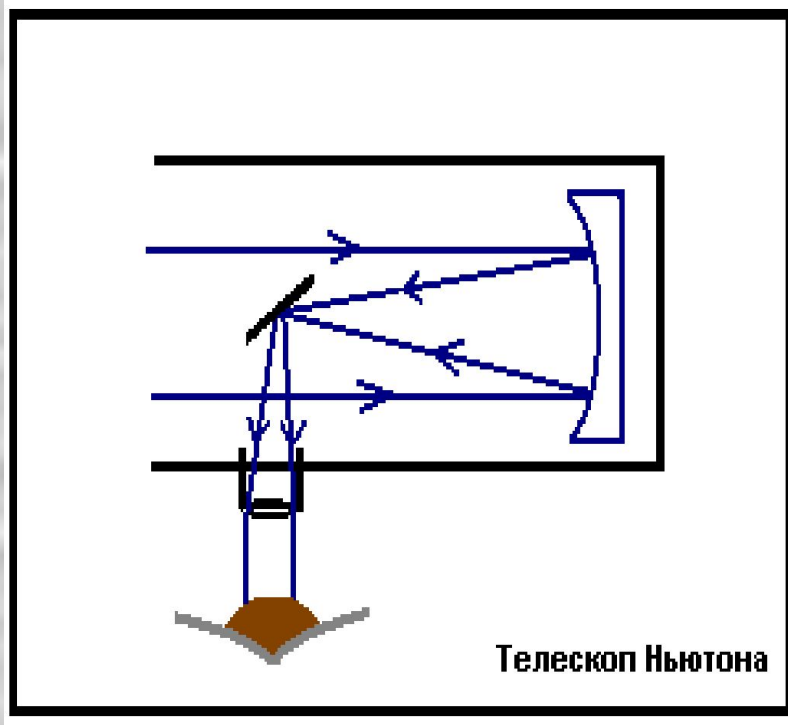
Самый большой рефрактор в
мире изготовлен Альваном
Кларком (диаметр 102см),
установлен в 1897г в Йерской
обсерватории (США)

с тех пор профессионалы не строят
гигантские рефракторы.

Рефракторы



Оптические телескопы.



Рефлектор (reflecto–отражаю)- используется вогнутое зеркало, фокусирующее лучи. В 1668г первый зеркальный телескоп изобрел И. Ньютон (1643-1727, Англия) диаметр зеркала 2,5см при $41\times$ увеличении. В те времена зеркала делались из сплавов металла, быстро тускнели.

Самый Большой в мире телескоп им. У. Кека установлен в 1996 году диаметр зеркала 10м (первый из двух, но зеркало не монолитное, а состоит из 36 зеркал шестиугольной формы) в обсерватории Маун-Кеа (Калифорния, США).

В 1995г введен первый из четырех телескопов (диаметр зеркала 8м) (обсерватория ESO, Чили). До этого самый крупный был в СССР, диаметр зеркала 6м, установлен в Ставропольском крае (гора Пастухова, $h=2070\text{м}$) в Специальной астрофизической обсерватории АН СССР (монолитное зеркало 42т , 600т телескоп, можно видеть звезды $24^{\text{м}}$).

- **Рефлектор** (используется вогнутое зеркало)- изобрел *Исаак Ньютон* в 1667г



Большой Канарский телескоп
Июль 2007 г - первый свет увидел телескоп Gran
Telescopio Canarias на Канарских островах с
диаметром зеркала 10,4 м, который является самым
большим

оптическим
телескопом в мире
по состоянию
на 2009 год.



Крупнейшими телескопами-рефлекторами являются два телескопа Кека, расположенные на Гавайях, обсерватория Мауна-Кеа (Калифорния, США). Кеск-I и Кеск-II введены в эксплуатацию в 1993 и 1996 соответственно и имеют эффективный диаметр зеркала 9,8 м. Телескопы расположены на одной платформе и могут использоваться совместно в качестве интерферометра, давая разрешение, соответствующее диаметру зеркала 85 м.



- **SALT - Большой южно-африканский телескоп (англ. Southern African Large Telescope) — оптический телескоп с диаметром главного зеркала 11 метров, находящийся в Южно-африканской астрономической обсерватории , ЮАР. Это крупнейший оптический телескоп в южном полушарии.**

**Дата открытия
2005 год**



Большой бинокулярный телескоп (англ. The Large Binocular Telescope (LBT) , 2005 г) — один из наиболее технологически передовых и обладающих наивысшим разрешением оптических телескопов в мире, расположенный на 3,3-километровой горе Грэхем в юго-восточной части штата Аризона (США). Телескоп обладает двумя зеркалами диаметром 8,4 м, разрешающая способность эквивалентна телескопу с одним зеркалом диаметром 22,8 м.



телескоп VLT (very large telescope)

Паранальская обсерватория, Чили - телескоп, созданный по соглашению восьми стран. Четыре телескопа одного типа, диаметр главного зеркала составляет 8,2 м. Свет, собираемый телескопами эквивалентен одиночному зеркалу 16 метров в диаметре.



- **GEMINI North и GEMINI South**
- **Телескопы-близнецы Gemini North и Gemini South имеют зеркала диаметром 8.1м - международный проект. Они установлены в Северном и Южном полушариях Земли ,чтобы охватить наблюдениями**

всю небесную сферу.

Gemini N построен на горе Мауна Кеа (Гавайи) на высоте 4100м над уровнем моря, а Gemini S сооружен в Сьеро Пачон (Чили), 2737м.



Крупнейший в Евразии телескоп БТА - Большой Телескоп Азимутальный - находится на территории России, в горах Северного Кавказа и имеет диаметр главного зеркала 6 м. (монолитное зеркало 42т , 600т телескоп, можно видеть звезды 24-й величины). Он работает с 1976 и длительное время был крупнейшим телескопом в мире.



**30-метровый телескоп (Thirty Meter Telescope — TMT):
диаметр главного зеркала 30 м (492 сегмента, каждый
размером 1,4 м(в стадии строительства))**

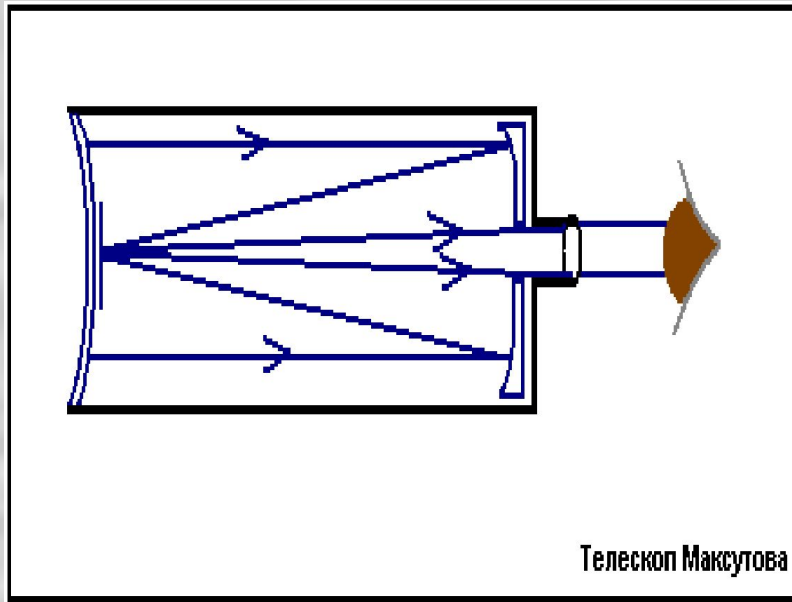


Обсерватории – научно-исследовательские учреждения
Мауна Кеа на Гавайях - одно из самых прекрасных мест для
наблюдения в мире. С высоты в 4200 метров телескопы могут
выполнять измерения в оптическом, инфракрасном диапазоне и
иметь длину волны в пол миллиметра.



Телескопы обсерватории Мауна Кеа, Гавайи

Оптические телескопы.

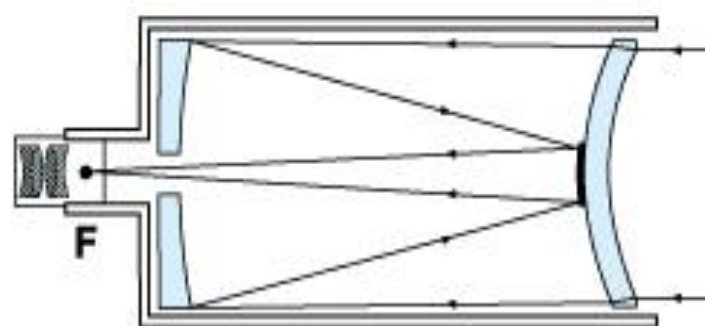


Зеркально – линзовый. Б.В. Шмидтаю (1879-11935, Эстония) построен в 1930 году, диаметр объектива 44 см. Большой светосилы, с большим полем зрения, перед сферическим зрением находится корректирующая пластина.

В 1941 году **Д.Д. Максутов** (СССР) сделал менисковый, выгоден короткой трубой. Применяется любителями – астрономами.

В 1995г для оптического интерферометра введен в строй первый телескоп с 8м зеркалом (из 4 -х) с базой 100м (пустыне АТАКАМА, Чили; ESO).

В 1996г первый телескоп диаметром 10м (из двух с базой 85м) им. У. Кека введен в обсерватории Маун – Кеа (Калифорния, Гавайские острова, США).



Зеркально-линзовые (катадиоптрические) телескопы используют как линзы, так и зеркала, за счет чего их оптическое устройство позволяет достичь великолепного качества изображения с высоким разрешением, при том, что вся конструкция состоит из очень коротких портативных оптических труб.

Зеркально-линзовый –
1930г, *Барнхард Шмидт*
(Эстония).

В 1941г *Д.Д. Максудов*
(СССР) создал
менисковый с короткой
трубой. Применяется
любителями –
астрономами.



Телескопы.

В астрономии расстояние между небесными телами измеряют углом → угловое расстояние: градусы – 5° , минуты – $13'$, секунды – $21''$, обычным глазом мы видим рядом 2 звезды (разрешающая способность), если угловое расстояние 1-2'. Угол, под которым мы видим диаметр Солнца и Луны $\sim 0,5^\circ = 30'$.

- В телескоп мы предельно видим: (разрешающая способность) $\alpha = 14''/D$ [D – диаметр объектива телескопа в см.] или $\alpha = (206265 \cdot \lambda/D) \cdot 2,44$ [где λ - длина световой волны, а D – диаметр объектива телескопа] .
- Количество света, собранного объективом – называется светосилой. Светосила $E \sim S$ (или D^2) объектива. $E = (D/d_{xp})^2$, где d_{xp} - диаметр зрачка человека в обычных условиях 5мм (максимум в темноте 8мм).
- Увеличение телескопа = Фокусное расстояние объектива/Фокусное расстояние окуляра. $W = F/f = \beta/\alpha$.

При сильном увеличении $>500^x$ видно колебания воздуха, поэтому телескоп необходимо располагать как можно выше в горах и где небо часто безоблачно, а еще лучше за пределами атмосферы (в космосе).

- **Радиотелескоп** - астрономический инструмент для приёма радиоизлучения небесных объектов (в Солнечной системе, Галактике и Метагалактике) и исследования его характеристик.
- Состоит: антенна и чувствительный приемник с усилителем. Собирает радиоизлучение, фокусирует его на детекторе, настроенном на выбранную длину волны, преобразует этот сигнал. В качестве антенны используется большая вогнутая чаша или зеркало параболической формы.
- **преимущества:** в любую погоду и время суток можно вести наблюдение объектов, недоступные для оптических телескопов.

Реши задачу.

Для 6м телескопа– рефлектора в Специальной астрофизической обсерватории (на северном Кавказе) определить разрешающую способность, светосилу и увеличение, если используется окуляр с фокусным расстоянием 5см ($F=24\text{м}$).

Проверь себя.

Решение:

$\alpha = 14''/600 \approx 0,023''$ [при $\alpha = 1''$ спичечная коробка видна на расстоянии 10км].

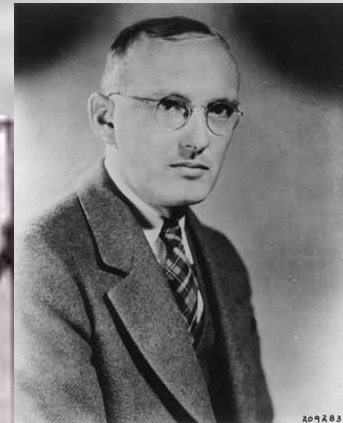
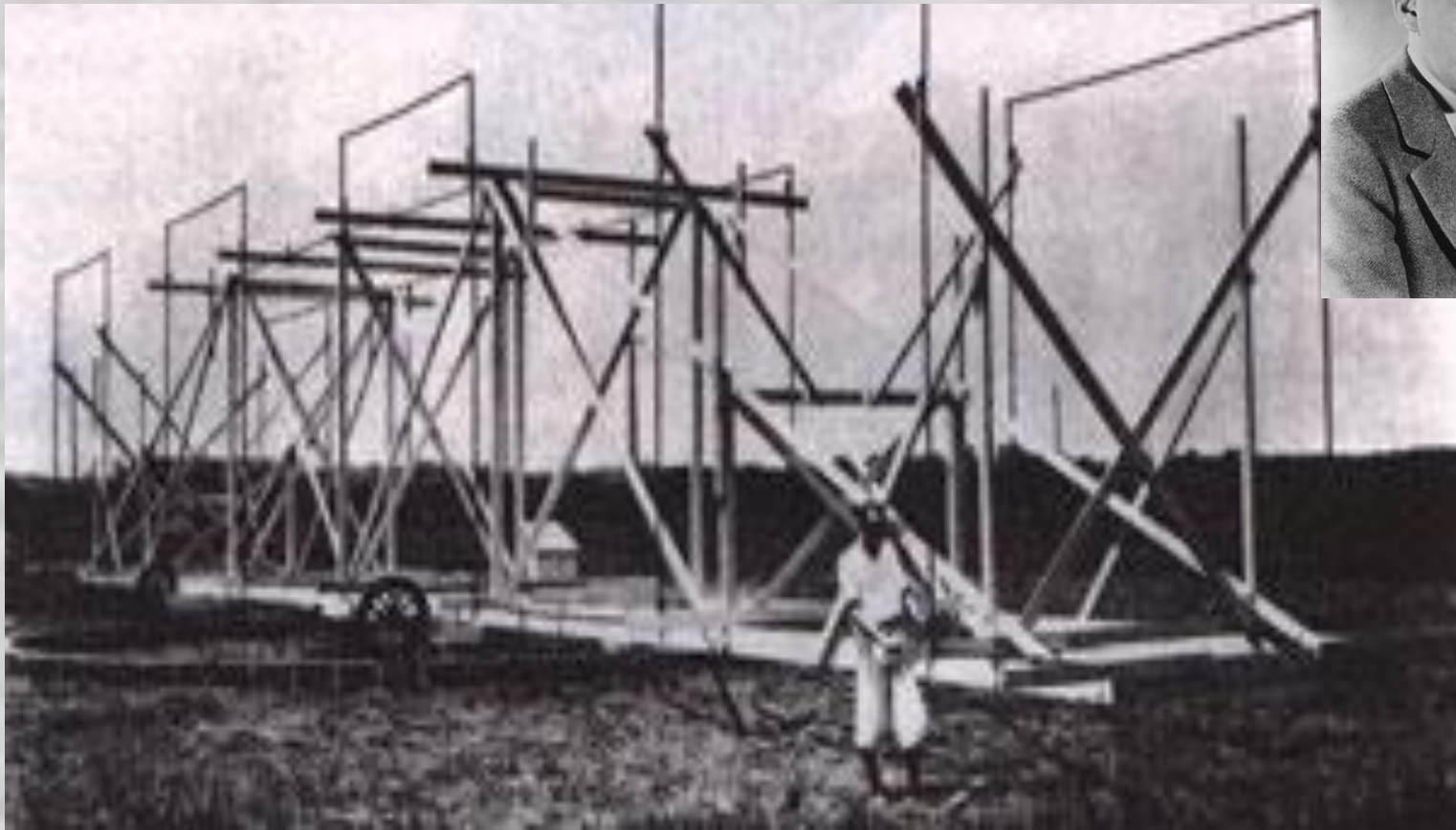
$E = (D/d_{\text{хр}})^2 = (6000/5)^2 = 120^2 = 14400$ [во столько раз собирает больше света, чем глаз наблюдателя]

$$W = F/f = 2400/5 = 480$$

Радиотелескопы

Радиотелескопы- преимущества: в любую погоду и время суток можно вести наблюдение объектов, недоступные для оптических. Представляют собой чашу (подобие локатора). Радиоастрономия получило развитие после войны. Наибольшие сейчас радиотелескопы это неподвижные РАТАН- 600, Россия (вступил в строй в 1967г в 40 км от оптического телескопа, состоит из 895 отдельных зеркал размером 2,1x7,4м и имеет замкнутое кольцо диаметром 588м), Аресибо (Пуэрто –Рико, 305м-забетонированная чаша потухшего вулкана, введен в 1963г). Из подвижных имеют два радиотелескопа 100м чашу.

Радиоантенна Янского . Первым космическое радиоизлучение зарегистрировал Карл Янский в 1931 году. Его радиотелескоп представлял собой вращающуюся деревянную конструкцию, установленную на автомобильных колесах для исследования помех радиотелефонной связи на длинах волн $\lambda = 4\ 000$ м и $\lambda = 14,6$ м. К 1932 году стало ясно, что радиопомехи приходят из Млечного Пути, где расположен центр Галактики. А в 1942 было открыто радиоизлучение Солнца





Аресибо (остров Пуэрто –Рико, 305м-забетонированная чаша потухшего вулкана, введен в 1963г). Самая большая радиоантенна в мире



Радиотелескоп РАТАН- 600, Россия(Сев.Кавказ) , вступил в строй в 1967г , состоит из 895 отдельных зеркал размером 2,1x7,4м и имеет замкнутое кольцо диаметром 588м

**15-
метровый
телескоп
Европейско
й Южной
обсерватор
ии**





Система радиотелескопов VLA Very Large Array в Нью-Мексико (США) состоит из 27 тарелок, каждая диаметром 25 метров. Налаживают связь между радиотелескопами, находящимися в разных странах и даже на разных континентах. Такие системы получили название радиоинтерферометров со сверхдлинной базой (РСДБ). Дают максимально возможное угловое разрешение, в несколько тысяч раз лучшее, чем у любого оптического телескопа.

LOFAR - первый цифровой радиотелескоп, который не нуждается ни в подвижных частях, ни в моторах . Открыт в 2010г. июнь. Много простых антенн, гигантские объемы данных и мощности компьютеров.

LOFAR представляет собой гигантский массив, состоящий из 25 тысяч небольших антенн (от 50 см до 2 м в поперечнике). Диаметр LOFAR – примерно 1000 км. Антенны массива расположены на территории нескольких стран: Германии, Франции, Великобритании, Швеции.



Космические телескопы

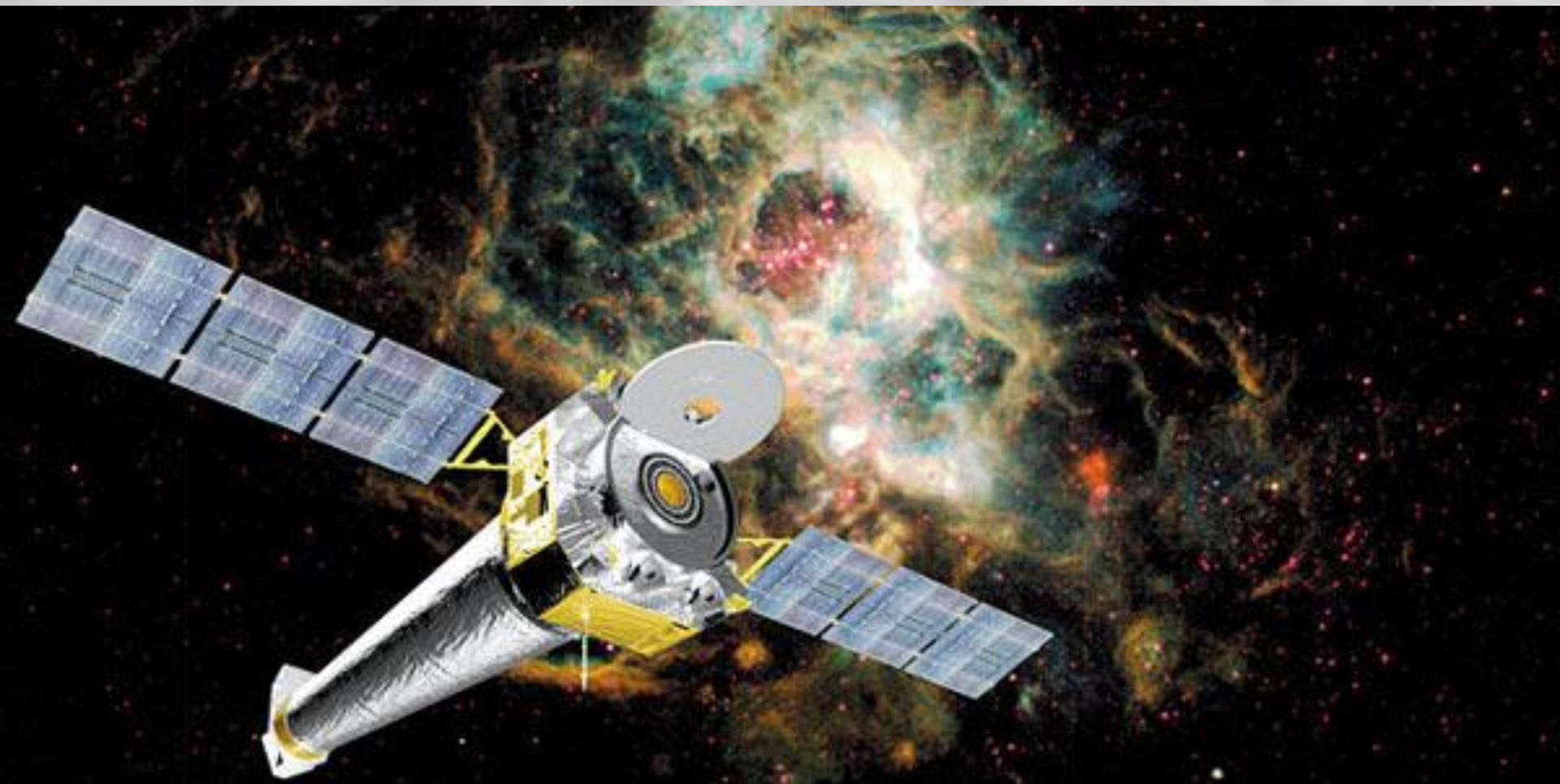
- **Космический телескоп «Хаббл» (Hubble Space Telescope, HST)** — это целая обсерватория на околоземной орбите, общее детище NASA и Европейского космического агентства. Работает с 1990 г. Самый крупный оптический телескоп, который ведет наблюдения в инфракрасном, ультрафиолетовом диапазоне.
- За 15 лет работы «Хаббл» получил 700 000 снимков 22 000 всевозможных небесных объектов — звезд, туманностей, галактик, планет.

**Длина - 15,1 м,
вес 11,6 тонн,
зеркало 2,4 м**

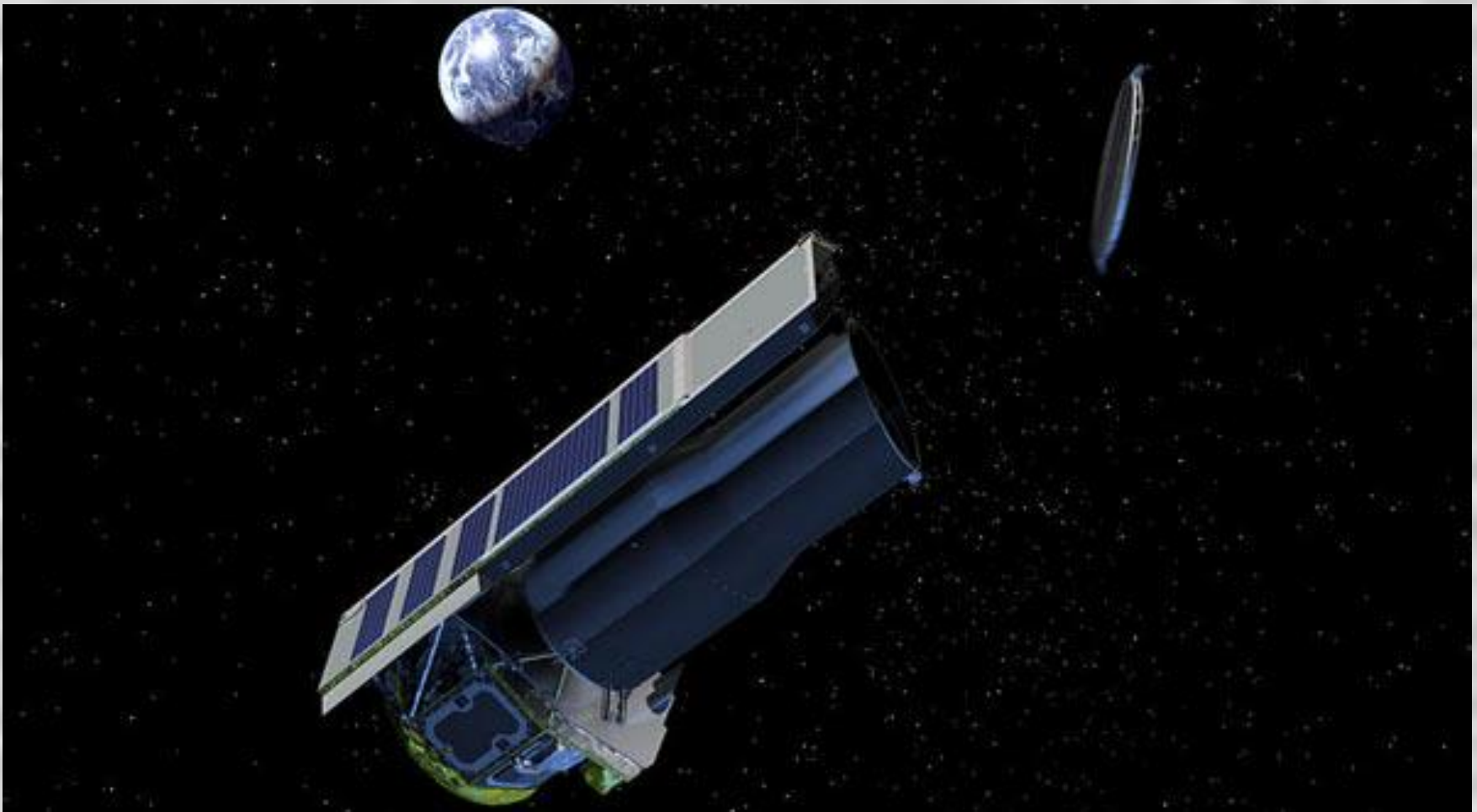


Рентгеновский телескоп «Чандра» (Chandra X-ray Observatory)

вышел в космос 23 июля 1999 года. Его задача — наблюдать рентгеновские лучи, исходящие из областей, где есть очень высокая энергия, например, в областях звездных взрывов



Телескоп «Спитцер» (Spitzer) — был запущен НАСА 25 августа 2003. Он наблюдает космос в инфракрасном диапазоне. В этом диапазоне находится максимум излучения слабосветящегося вещества Вселенной — тусклых остывших звезд, гигантских молекулярных облаков.



- **Телескоп «Кеплер»** запустили 6 марта 2009 года. Это первый телескоп специально предназначенный для поиска экзопланет. Он будет наблюдать изменение яркости более чем 100 000 звезд в течение 3,5 лет. За это время он должен определить, сколько планет, подобных Земле, находится на пригодном для развития жизни удалении от своих звезд, составить описание этих планет и формы их орбит, изучить свойства звезд и многое другое.
-
- Когда «Хаббл» «уйдет на пенсию», его место должен занять **космический телескоп имени Джеймса Вебба (James Webb Space Telescope, JWST)**. У него будет огромное зеркало 6,5 метров в диаметре. Его задача — найти свет первых звезд и галактик, которые появились сразу после Большого взрыва. Его запуск запланирован на 2013 год. И кто знает, что он увидит в небе и как изменится наша жизнь.

- ***Астрономия - это такое поле приложения человеческих сил и интересов, которое может увлечь любого: и мечтателя, и физика, и лирика. Вот оно над вами - вечное звёздное небо, преисполненное несказанной красоты и высокой тайны. Оно открыто всем и вознаграждает верных, наполняя их жизнь светом и смыслом.***