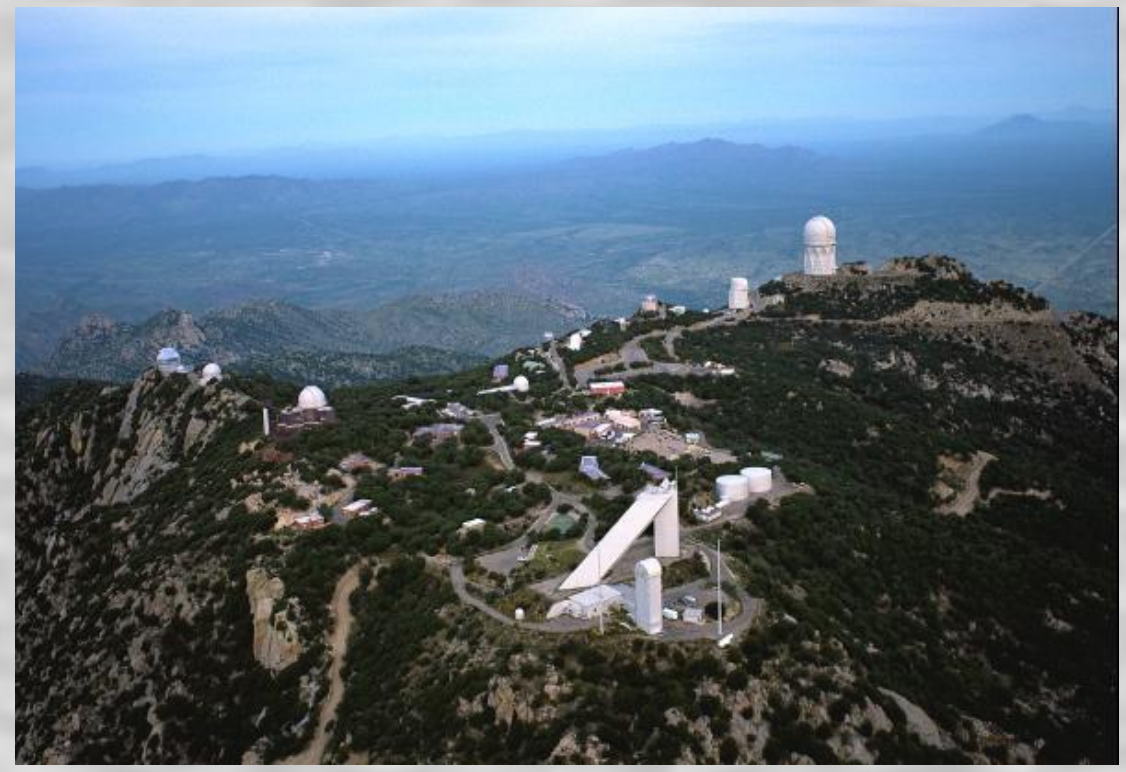
Урок 1

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

Великолепный хвост кометы МакНота, 2007г

Систематические астрономические наблюдения проводились тысячи лет назад

Солнечный камень древних ацтеков

Солнечные часы в обсерватории в Джайпуре

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)

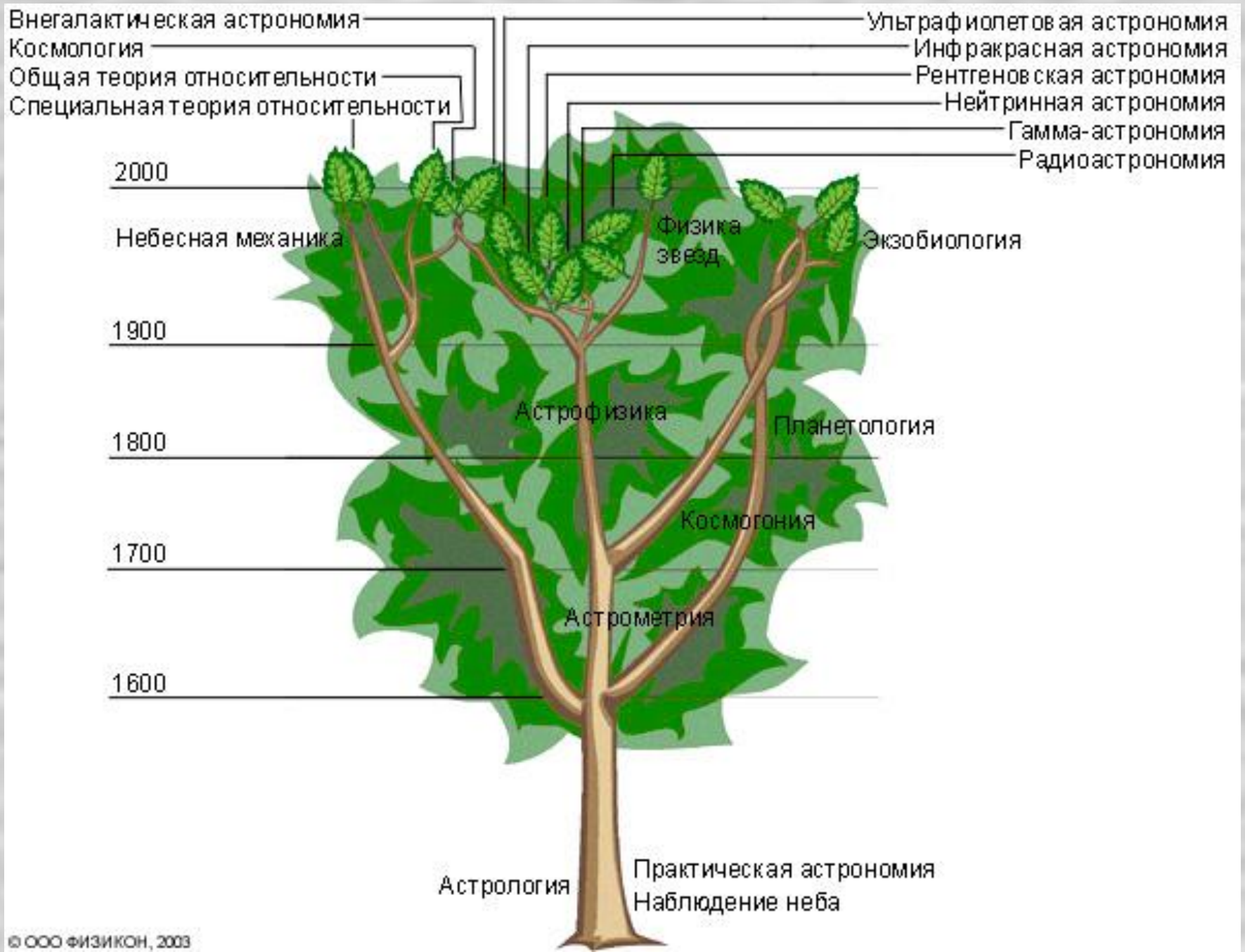
IV-й Спектроскопический (до фотографии, 1814-1900гг)

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; ПЗС-матрицы..);
Спектральные (спектрографы и т.д.)
Высотные (средства авиации)
Космические исследования (средства космонавтики: ИСЗ; АМС, КК и т.д.).

Космический эксперимент:
- средства космонавтики

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.

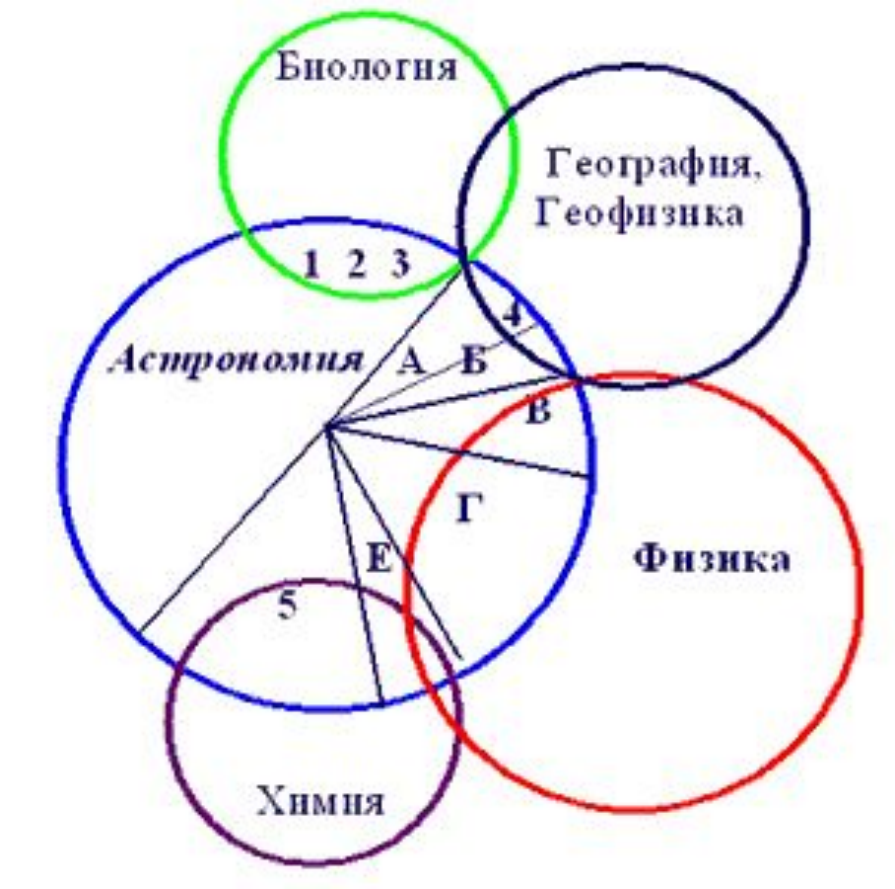
Космические явления: *Свечение звезд* (Солнца); *Движение космических тел* (вращение Земли и планет вокруг Солнца; вращение Луны вокруг Земли; вращение Земли вокруг оси..);
Возмущения (захват; аккреция; приливы; прецессия, нутации);
Существование атмосфер (звезд и Солнца, Земли и планетных тел)
Небесные 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.

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...

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.

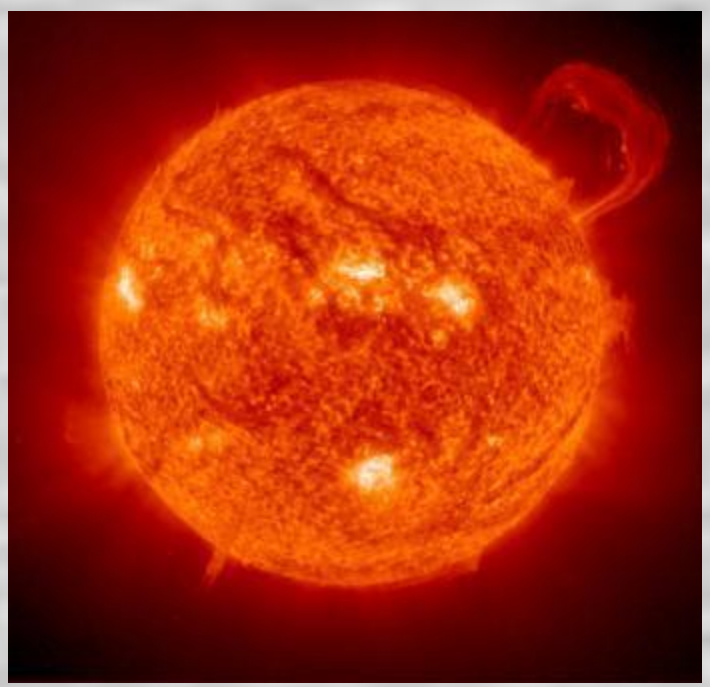
Вселенная - уникальная всеобъемлющая система, охватывающая весь существующий материальный мир, безграничный в пространстве и бесконечный по разнообразию форм.

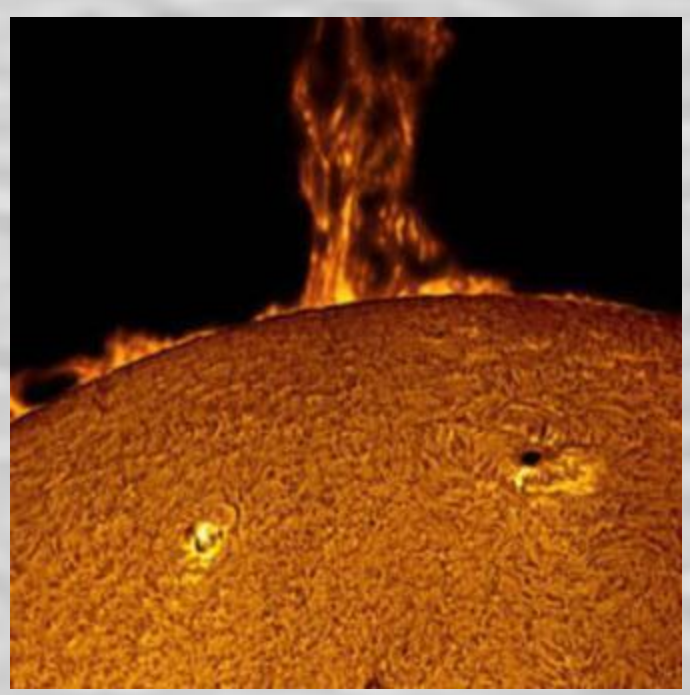
1 астрономическая единица = 149, 6 млн.км ~ 150 млн.км
1пк (парсек) = 206265 а.е. = 3,26 св. лет
1 световой год (св. год) - это расстояние, которое луч света со скоростью почти 300 000 км/с пролетает за 1 год и равен 9,46 миллионам миллионов километров!

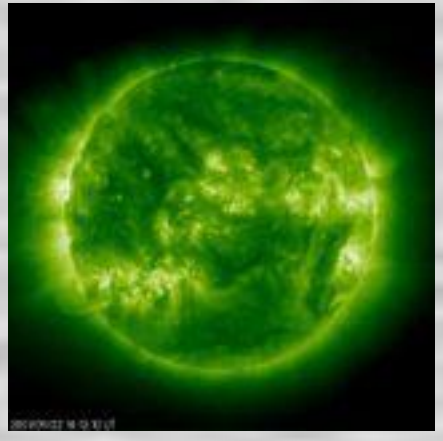
Космические системы

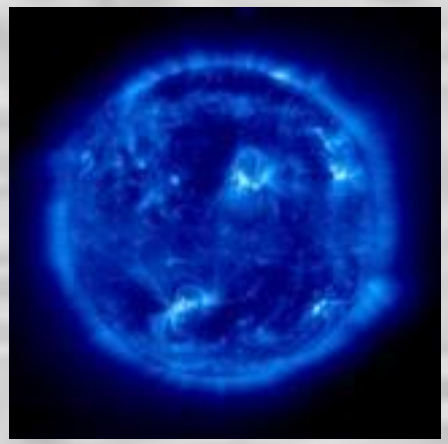
Солнечная система - Солнце и движущиеся вокруг тела (планеты, кометы, спутники планет, астероиды). Солнце – самосветящееся тело, остальные тела, как и Земля светят отраженным светом. Возраст СС ~ 5 млрд. лет. Таких звездных систем с планетами и другими телами во Вселенной огромное количество. Нептун находится на расстоянии 30 а.е.

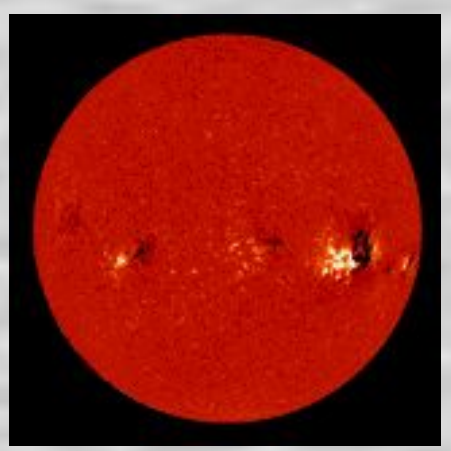
Солнце как звезда

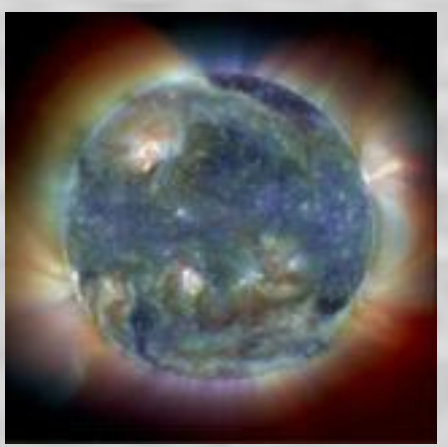












Вид Солнца в разных диапазонах электромагнитных волн

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

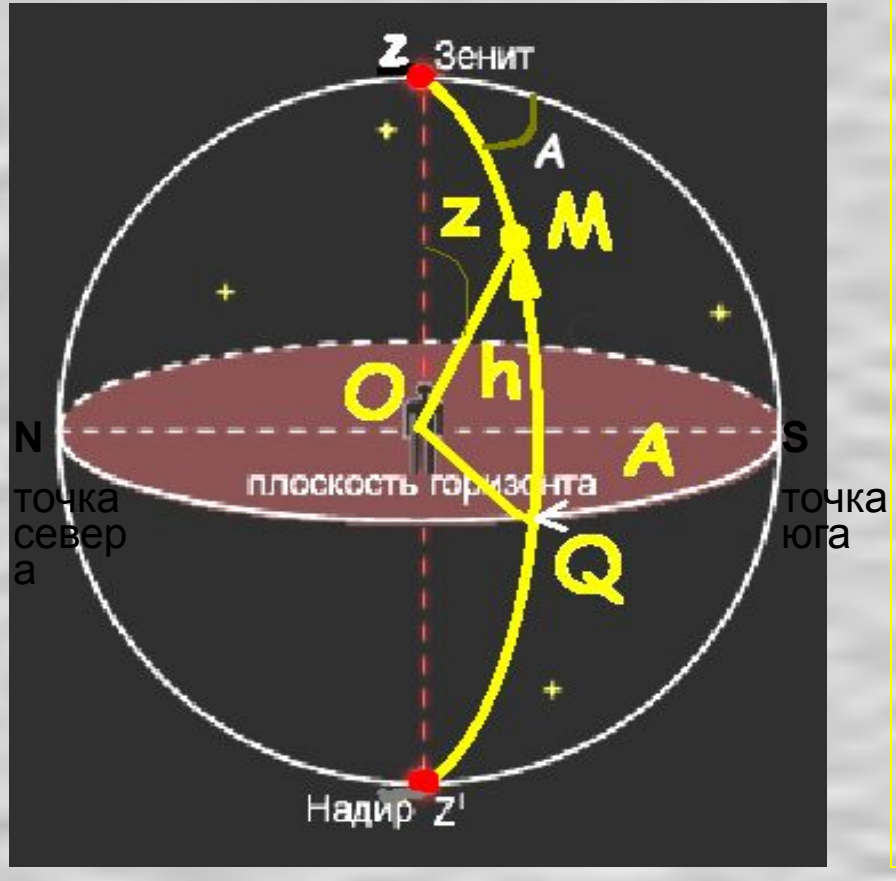
4. Астрономические наблюдения и их особенности.

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.

Система горизонтальных координат.



Чтобы отыскать на небе светило, надо указать в какой стороне горизонта и как высоко оно находится.

Для этого используется горизонтальная система координат: *азимут и высота.* Наблюдатель на Земле должен определить вертикальное и горизонтальное направления.

***Вертикальное направление* определяется с помощью отвеса (на чертеже - линия ZZ')**

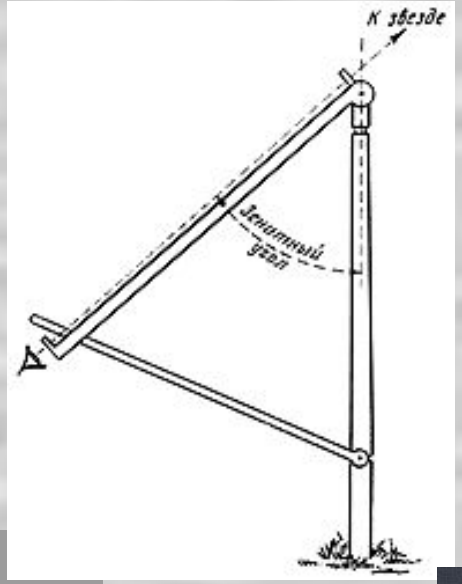
***Высота* (h) светила отсчитывается по окружности, проходящей через зенит и светило, и выражается длиной дуги этой окружности от горизонта.**

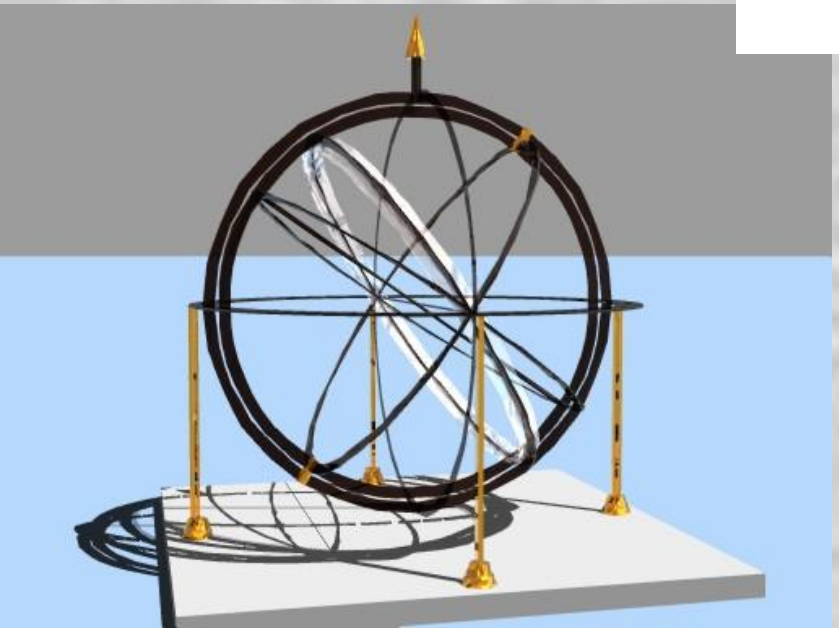
***Азимут (A)* - положение светила относительно сторон горизонта, отсчитывается от точки юга в направлении движения часовой стрелки.**

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.**

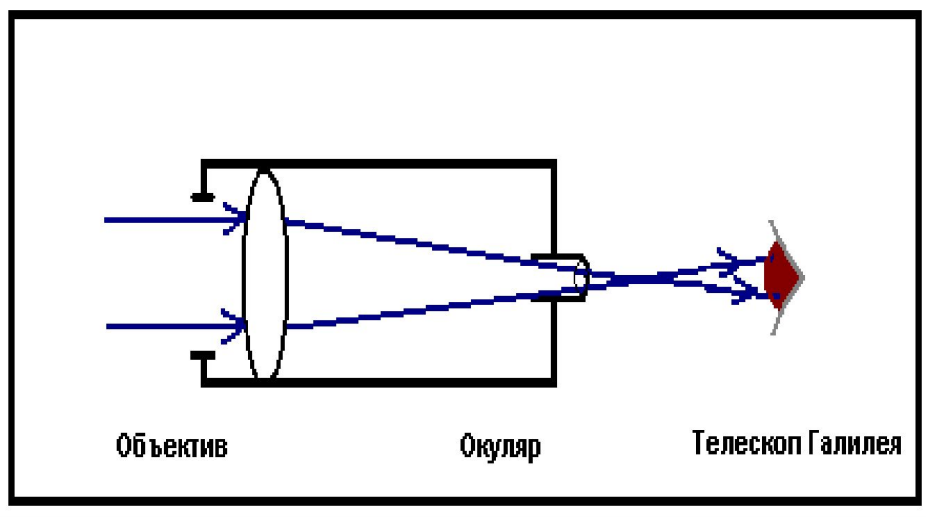
Телескоп **- увеличивает угол зрения, под которым видны небесные тела (*разрешающая способность*), и собирает во много раз больше света, чем глаз наблюдателя (*проникающая сила*).**

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**

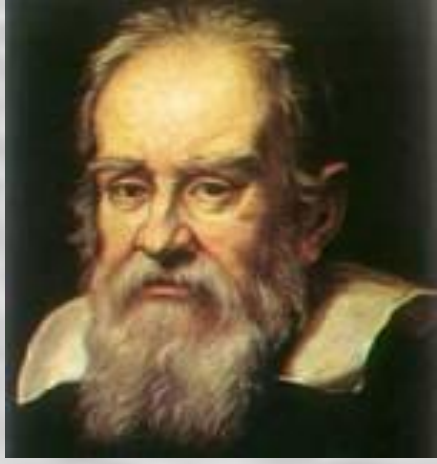
Оптические телескопы.



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.

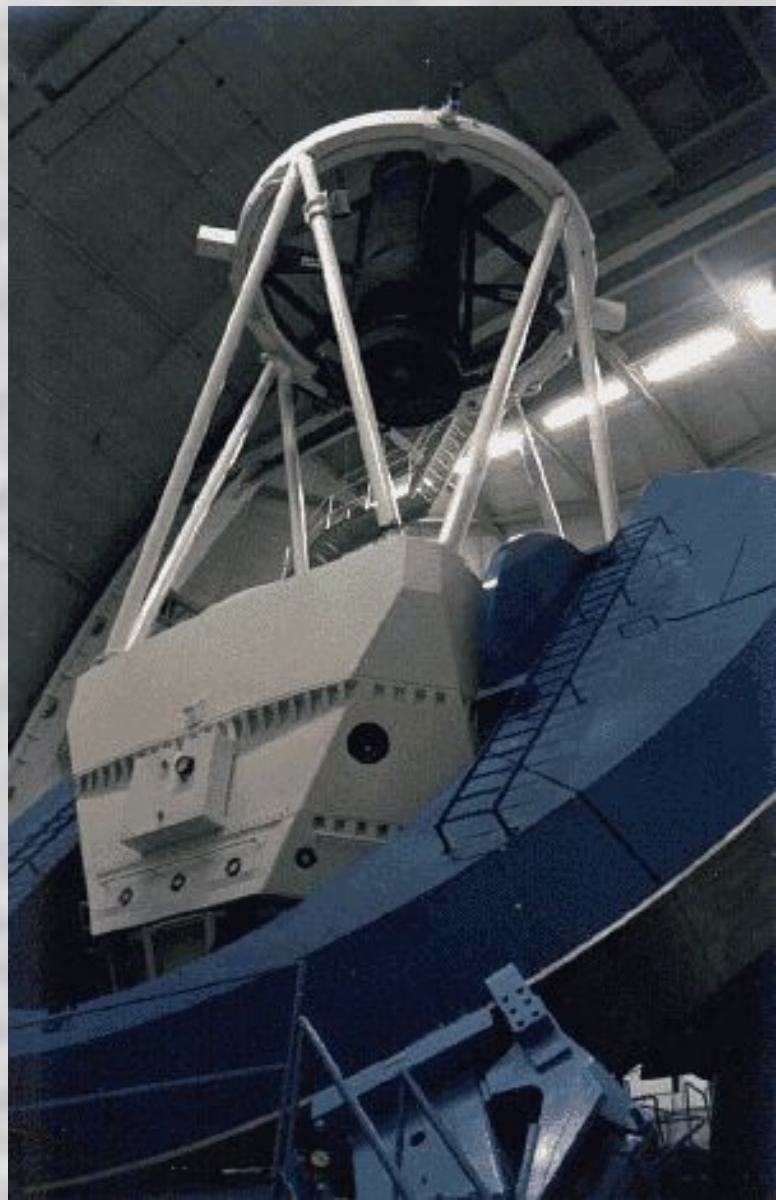
Галилео Галилей

в январе 1610г открыл 4 спутника Юпитера.

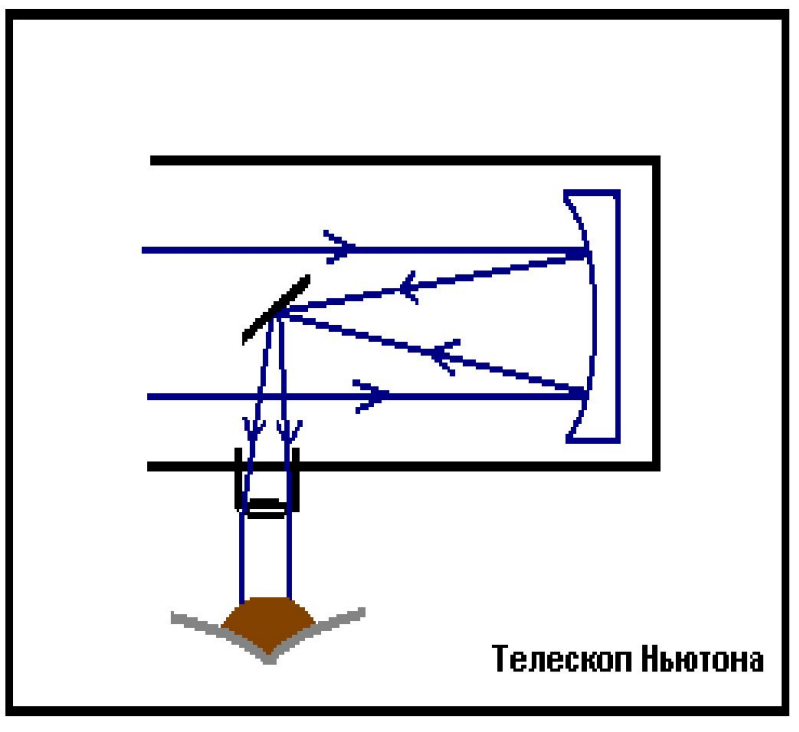
Самый большой рефрактор в мире изготовлен Альваном Кларком (диаметр 102см), установлен в 1897г в Йерской обсерватории (США)

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^{x} увеличении. В те времена зеркала делались из сплавов металла, быстро тускнели.

Самый Большой в мире телескоп им. У. Кека установлен в 1996 году диаметр зеркало 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=2070м) в Специальной астрофизической обсерватории АН СССР (монолитное зеркало 42т , 600т телескоп, можно видеть звезды $24^{м}$).

- **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). Keck-I и Keck-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.

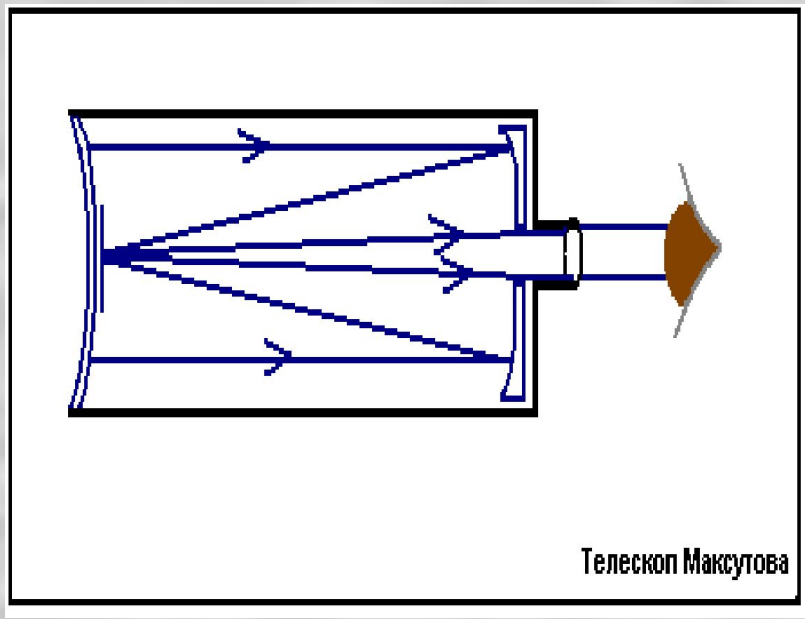
Крупнейший в Евразии телескоп БТА - Большой Телескоп Азимутальный - находится на территории России, в горах Северного Кавказа и имеет диаметр главного зеркала 6 м. (монолитное зеркало 42т , 600т телескоп, можно видеть звезды 24-й величины). Он работает с 1976 и длительное время был крупнейшим телескопом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

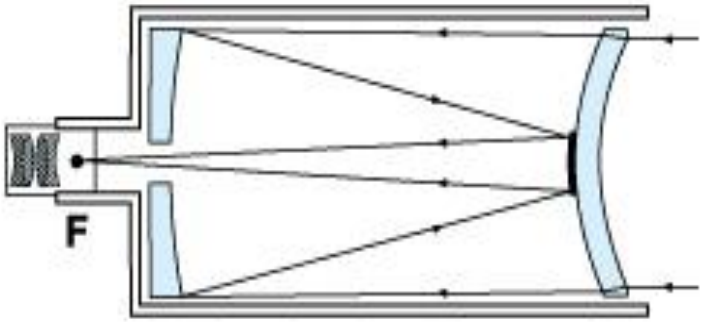


Зеркально – линзовый. Б.В. Шмидтаю (1879-11935, Эстония) построен в 1930 году, диаметр обектива 44 см. Большой светосилы, с большим полем зрения , перед сферическим зрением находится корректирующая пластина.

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).

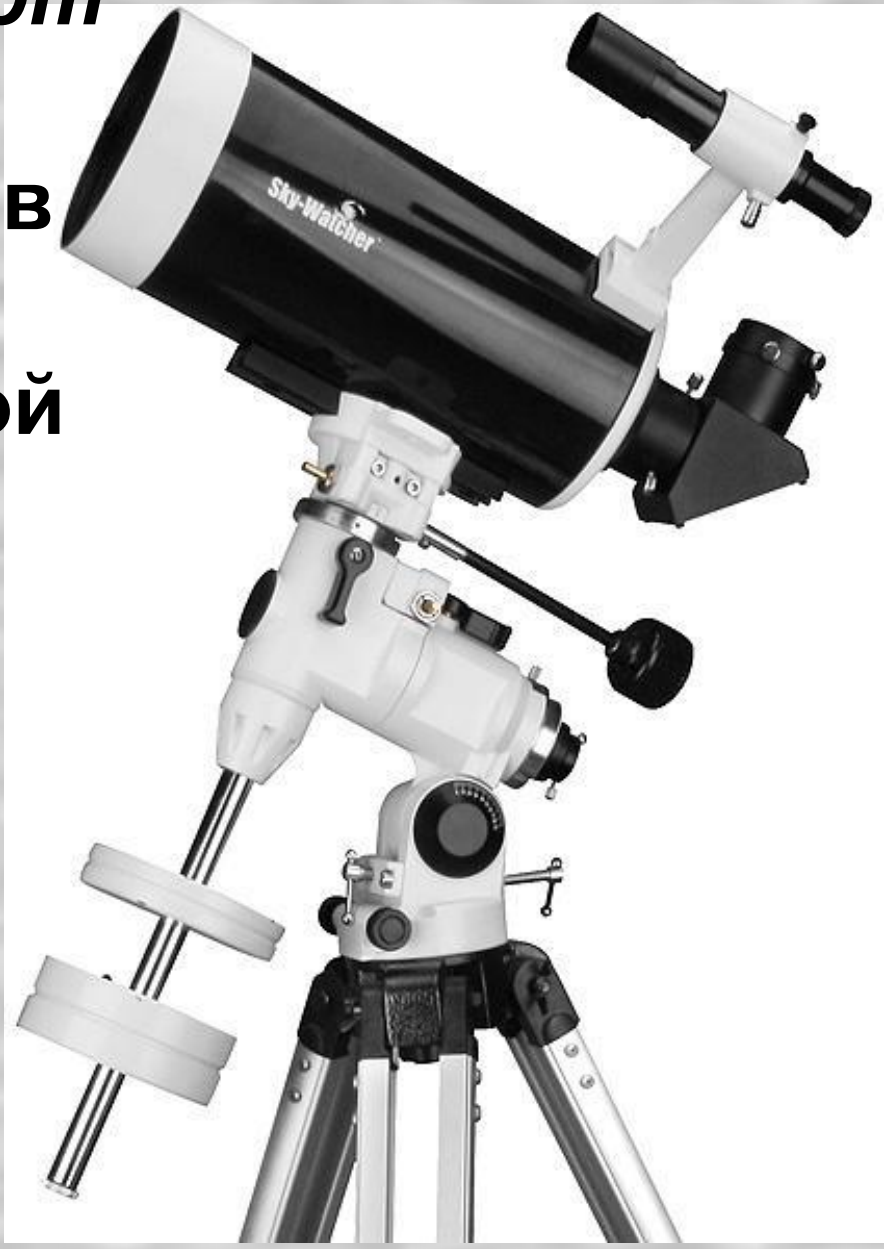
В 1996г первый телескоп диаметром 10м (из двух с базой 85м) им. У. Кека введен в обсерватории Маун – Кеа (Калифорния, Гавайские острова, США).



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. Максутов (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 ~ 0,5°= 30'.

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

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=24м).

Проверь себя.

Решение:

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

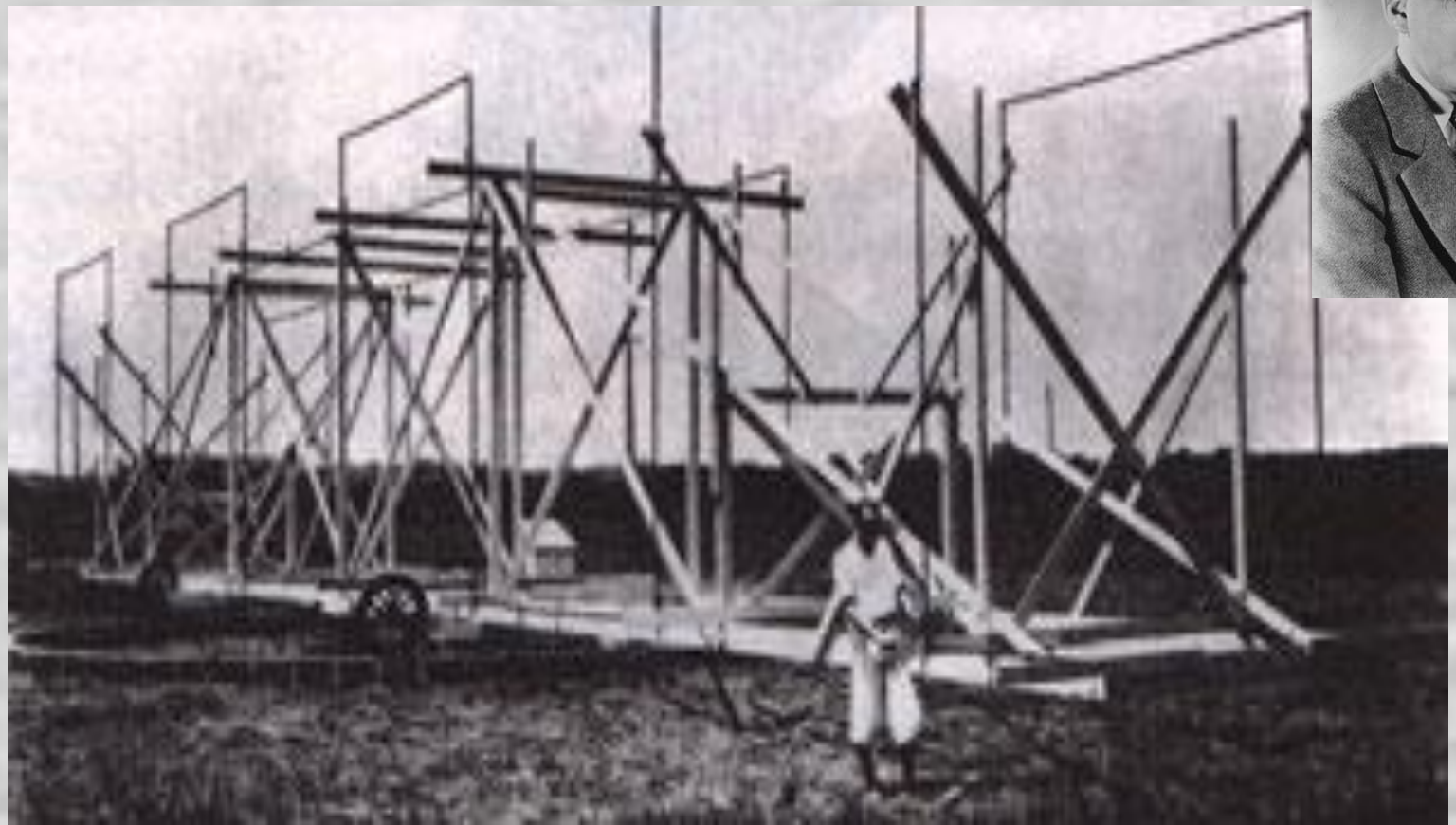
$E = (D/d_{хр})^2 = (6000/5)^2 = 120^2 = 14400$[во столько раз собирает больше света, чем глаз наблюдателя]

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

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 2,1х7,4м и имеет замкнутое кольцо диаметром 588м), Аресибо (Пуэрто –Рико, 305м-забетонированная чаша потухшего вулкана, введен в 1963г). Из подвижных имеют два радиотелескопа 100м чашу.

<u>Радиоантенна Янского .</u> **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 λ = 4 000 м и λ = 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 2,1х7,4м и имеет замкнутое кольцо диаметром 588м

15-метровый телескоп Европейской Южной обсерватории

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.

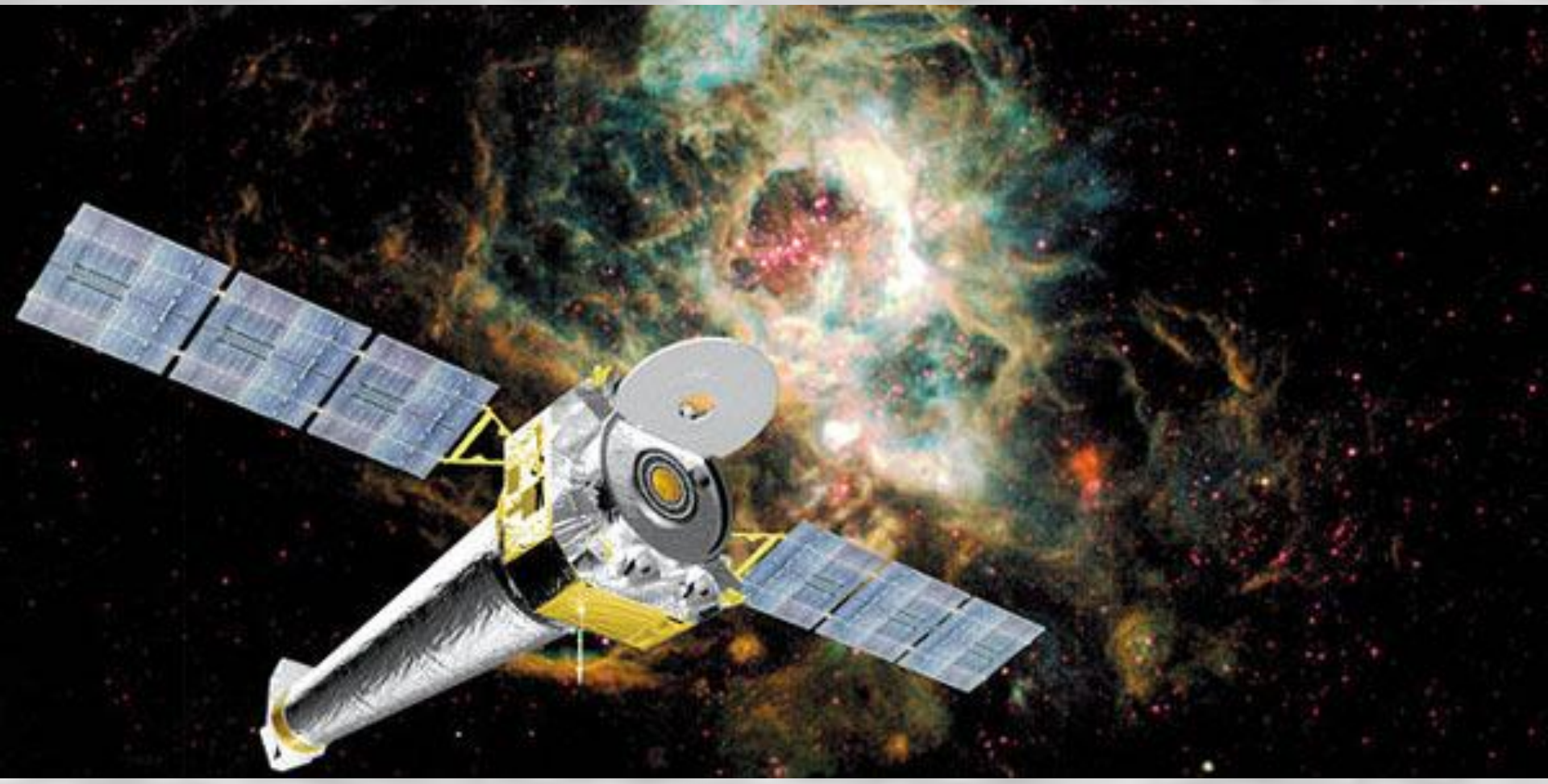
Космические телескопы

- **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.

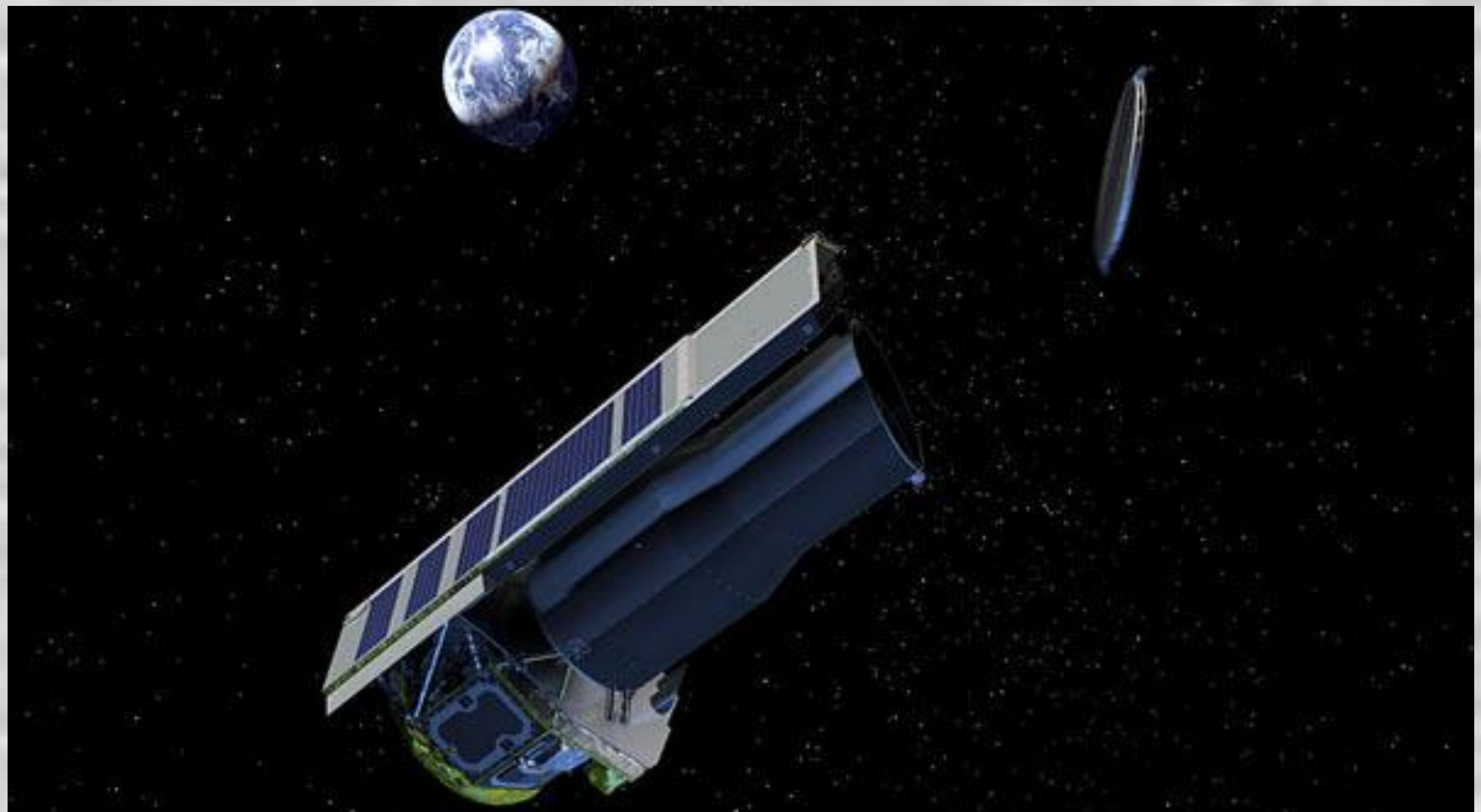
Длина - 15,1 м,
вес 11,6 тонн,
зеркало 2,4 м

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.***