

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.







Систематические астрономические наблюдения проводились тысячи лет назад



Солнечные часы в обсерватории в Джайпуре



Солнечный камень древних ацтеков



Солнечная обсерватория в Дели, Индия



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

І-й Античный мир (до Н.Э.)

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

Классический (1610 - 1900)

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

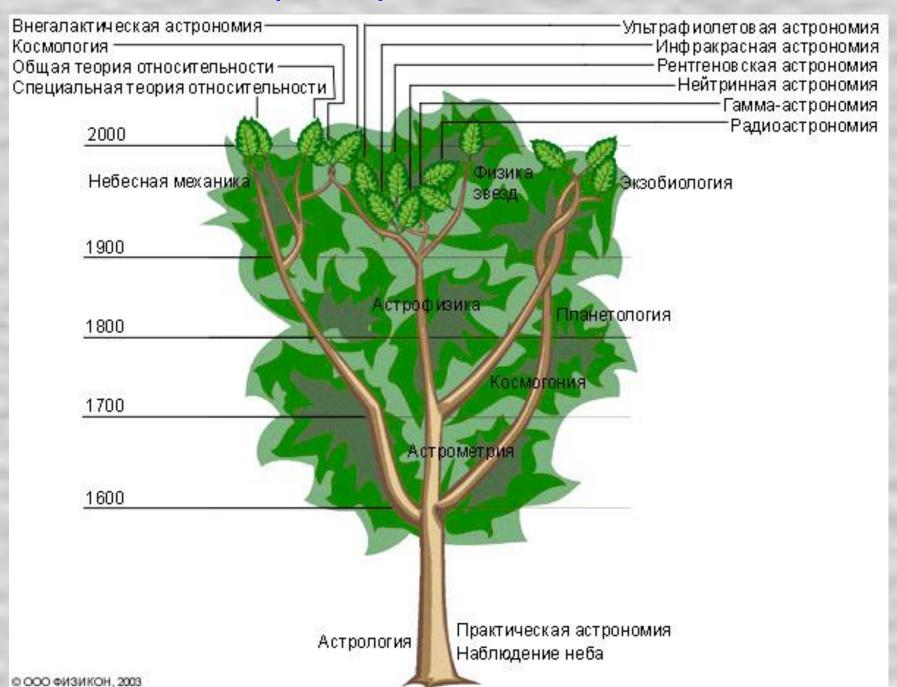
IV-й Спектроскопический (до фотографии, 1814-1900гг)

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



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-тепескопы, оптические (рефракторы; рефлекторы, зеркально-линзовые); УФ-тепескопы, рентгеновские телескопы; у тепескопы, приемники элементарных частиц и нейтринные тепескопы. Визуальные Фотографические (астрографы); Фотометрические (фотометры, ФЭУ; ПЗС-матрицы...); Спектральные (спектрографыи т.д.) Высотные (средства авиации) Космические исследования (средства кос-

монавтики: ИСЗ; АМС, КК и т.д.).

Космический эксперимент: средства космонавтики

ОБЪЕКТЫ ПОЗНАНИЯ:

АСТРОНОМИЯ

Космические объекты:

Космические системы

спутники планетных теп;

■ планетные системы (Солнечная система);

- звездные системы: двойные и кратные; звездные ассоциации; звездные скоппения: рассеянные и шаровые;
- галактики; (Наша Галактика); эплиптические; линзовидные; спиральные; неправильные; активные;
- группы галактик;
- скоппения галактик;
- Сверхскоппения;
- Метагалактика;
- Мини-Всепенная;
- Вселенная

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

АСТРОНОМИЧЕСКИЕ ТЕОРИИ И ЗАКОНЫ

Законы: Всемирного тяготения; Хаббла; Эддингтона Кеппера...

Космические процессы:

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

Космические явления: Свечение звезд (Сопнца); Движение космических тел (вращение Земпи и планет вокруг Солица; вращение Луны вокруг Земпи; вращение Земпи вокруг оси..);

Возмущения (захват; аккреция; приливы; прецессия, нутации);

Существование атмосфер (звезди Солица, Землии планетных тел) Небесные явления - спедствия космических явлений: видимое движение и конфи-

гурации планет; видимое движение Сопица и смена времен года; видимое движение и смена фаз Луны; видимое вращение небесной сфе-

ры; рефракция и т.д.

Космические тепа:

Планетные тела:

Метеороиды (метеорные частицы кометы астероиды) Планетоиды (сипикатноледяные; сипикатные) Планеты (земпеподобные; гиганты)

Космические объекты в стадии формирования:

Планетезимали Протозвезды

Звездоподобные объекты: коричневые карлики; белые карпики; нейтронные звезды

Звезды:

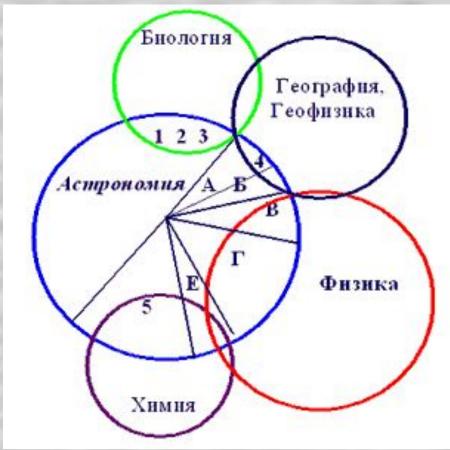
Нормальные звезды Субгиганты Гиганты Сверхгиганты

Космическая среда Туманности

Диффузные газопыпевые (планетарные; волокнистые; светлые (газовые); темные (пыпевые); глобулы Гигантские молекулярные обпака (ГМО)

Черные дыры (обыкновенные; сверхмассивные)

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.

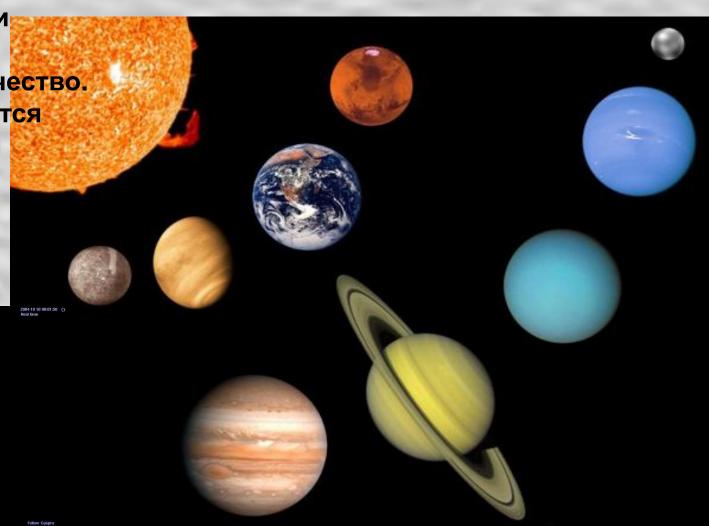
1 астрономическая единица = 149, 6 млн.км ~ 150 млн.км

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!

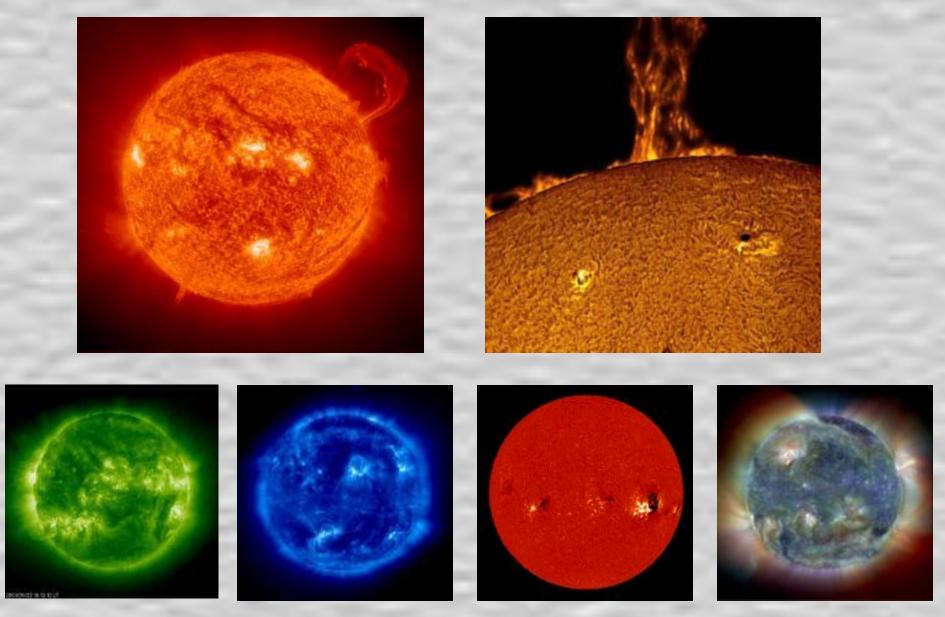
Космические системы

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 a.e.



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

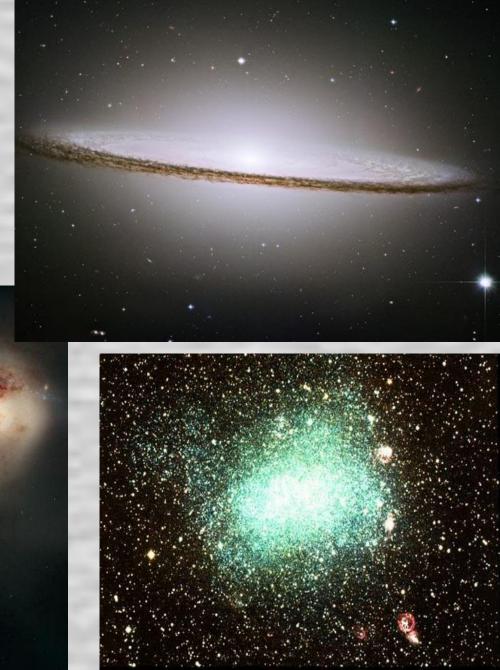


Так выглядит наша Галактика сверху

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

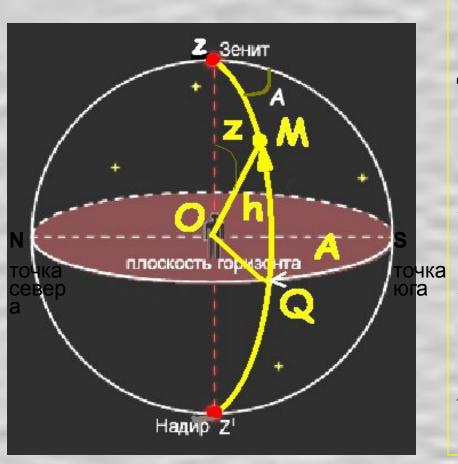




Они имеют и особенности в том, что для изучения какого либо явления необходимы:

- 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.

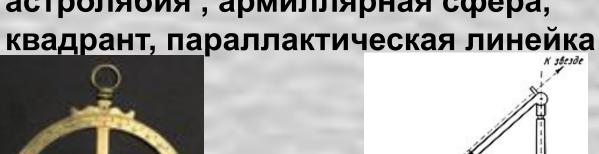
Первым астрономическим инструментом можно считать гномон- вертикальный шест, закрепленный на горизонтальной площадке, позволявший определять высоту Солнца. Зная длину гномона и тени, можно определить не только высоту Солнца над горизонтом, но и направление меридиана, устанавливать дни наступления весеннего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



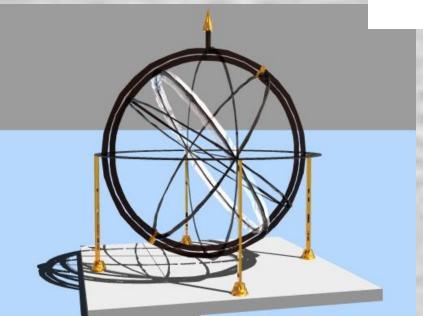


Другие древние астрономические инструменты:

астролябия, армиллярная сфера,









Телескопы.

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

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

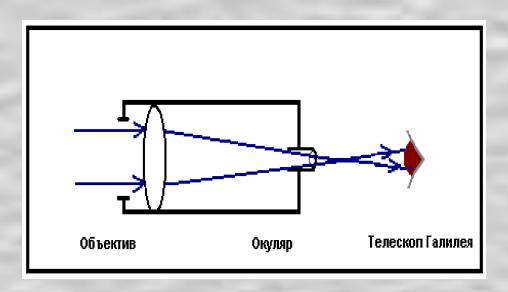
Поэтому в телескоп можно рассмотреть невидимые невооруженным глазом поверхности ближайших к Земле небесных тел и увидеть множество слабых звезд. Все зависит от диаметра его объектива.

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



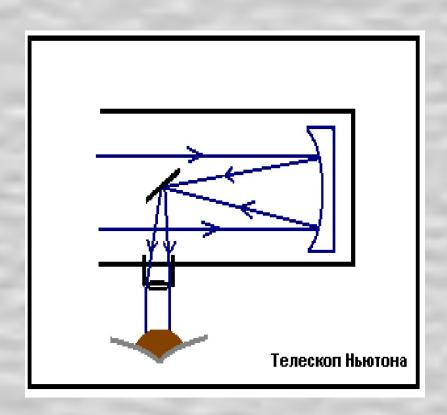
Рефрактор (линзовый)-1609г.

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.



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^х 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,

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). 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.

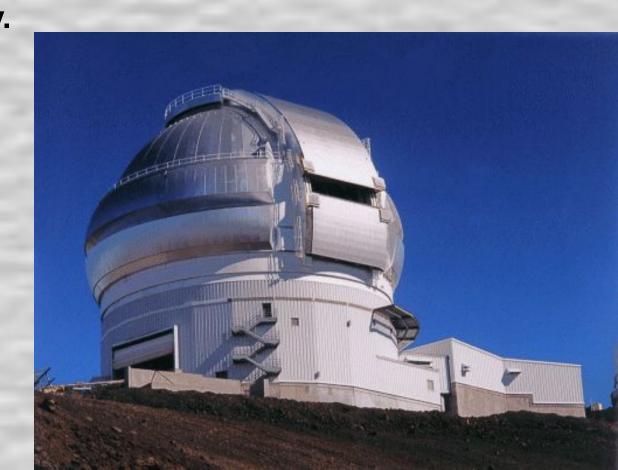
ТЕЛЕСКОП VLT (very large telescope)

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.

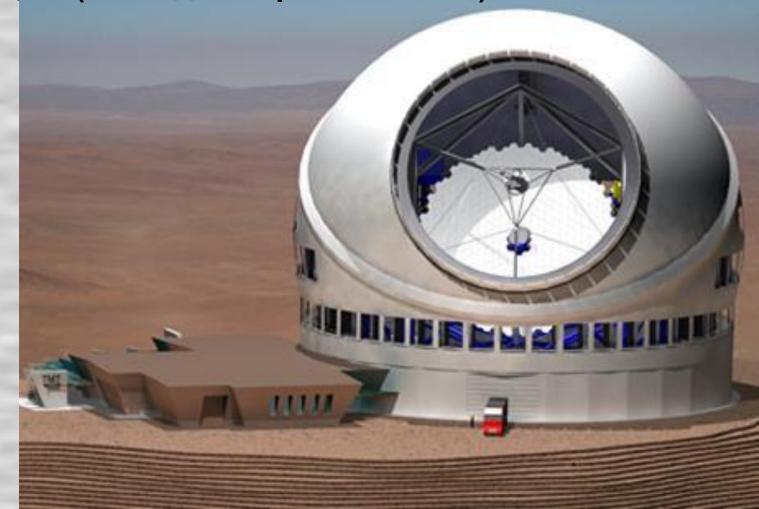


Крупнейший в Евразии телескоп БТА - Большой Телескоп Азимутальный - находится на территории России, в горах Северного Кавказа и имеет диаметр главного зеркала 6 м. (монолитное зеркало 42т, 600т телескоп, можно видеть звезды 24-й величины). Он работает с 1976 и длительное время был

крупнейшим телескопом в мире.



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

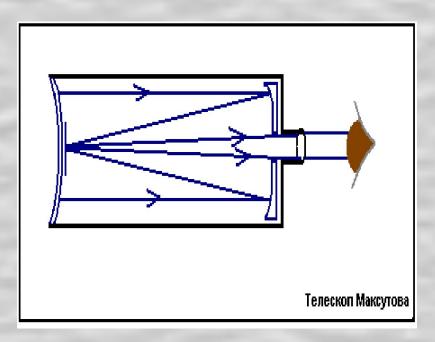


Обсерватории – научно-исследовательские учреждения Маuna Кеа на Гавайях - одно из самых прекрасных мест для наблюдения в мире. С высоты в 4200 метров телескопы могут выполнять измерения в оптическом, инфракрасном диапазоне и иметь длину волны в пол миллиметра.



Телескопы обсерватории Мауна Кеа, Гавайи

Оптические телескопы.



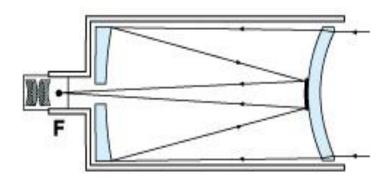
Зеркально – линзовый. Б.В. Шмидтаю (1879-11935, Эстония) построен в 1930 году, диаметр обектива 44 см. Большой светосилы, с большим полем зрения, перед сферическим зрением находится корректирующая пластина.

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 -x) с базой 100м (пустыне ATAKAMA, 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).

астрономами.

В 1941г Д.Д. Максутов (СССР) создал менисковый с короткой трубой. Применяется любителями —



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 $E=\sim S$ (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=β/α.

При сильном увеличении >500^х 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:

```
α= 14"/600 ≈ 0,023"[при α= 1" спичечная коробка
видна на расстоянии 10км].
```

 $E=(D/d_{xp})^2=(6000/5)^2=120^2=14400$ [во столько раз собирает больше света, чем глаз наблюдателя] W=F/f=2400/5=480

Радиотелескопы

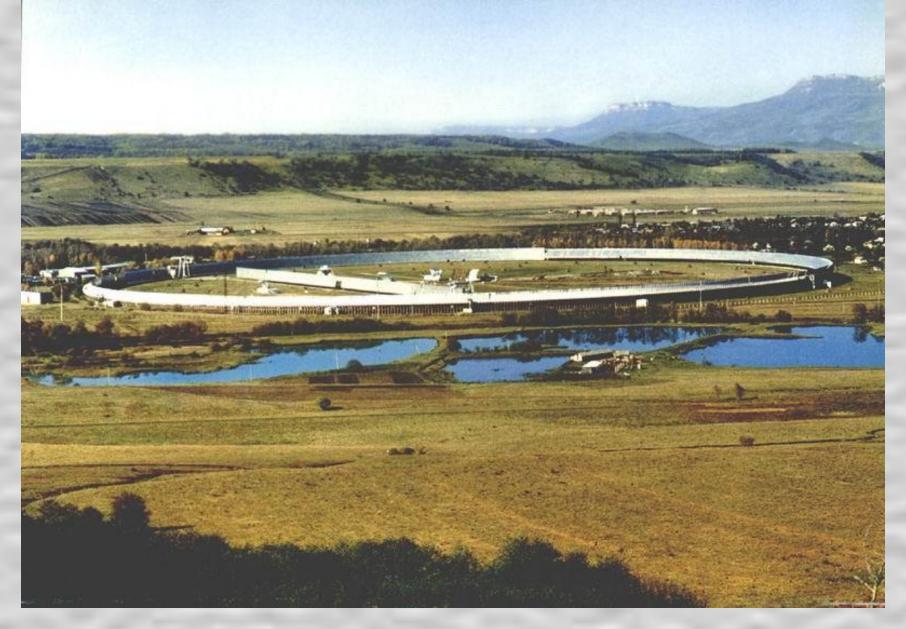
Радиотелескопы- преимущества: в любую погоду и время суток можно вести наблюдение объектов, недоступные для оптических. Представляют собой чашу (подобие локатора). Радиоастрономия получило развитие после войны. Наибольшие сейчас радиотелескопы это неподвижные РАТАН- 600, Россия (вступил в строй в 1967г 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.

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 λ = 4 000 м и λ = 14,6 м. К 1932 году стало ясно, что радиопомехи приходят из Млечного Пути, где расположен центр Галактики.



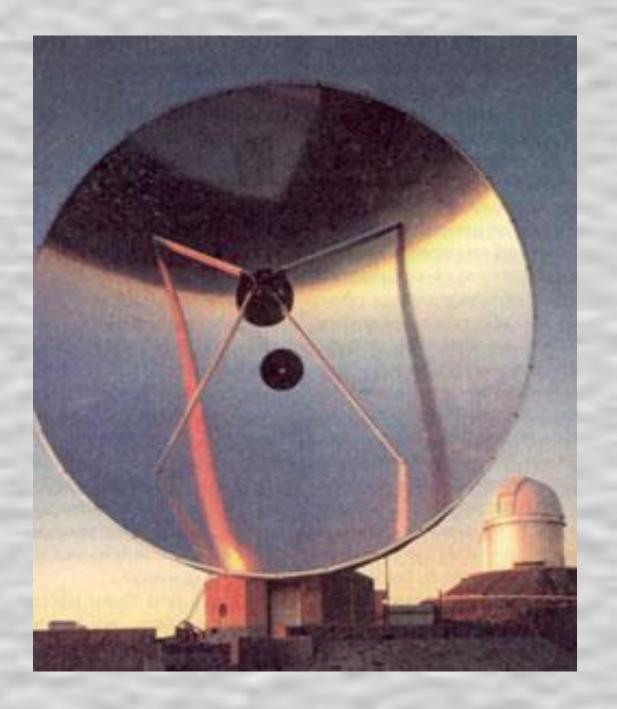


Аресибо (остров Пуэрто –Рико, 305м-забетонированная чаша потухшего вулкана, введен в 1963г). Самая большая радиоантенна в мире



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

15метровый 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.

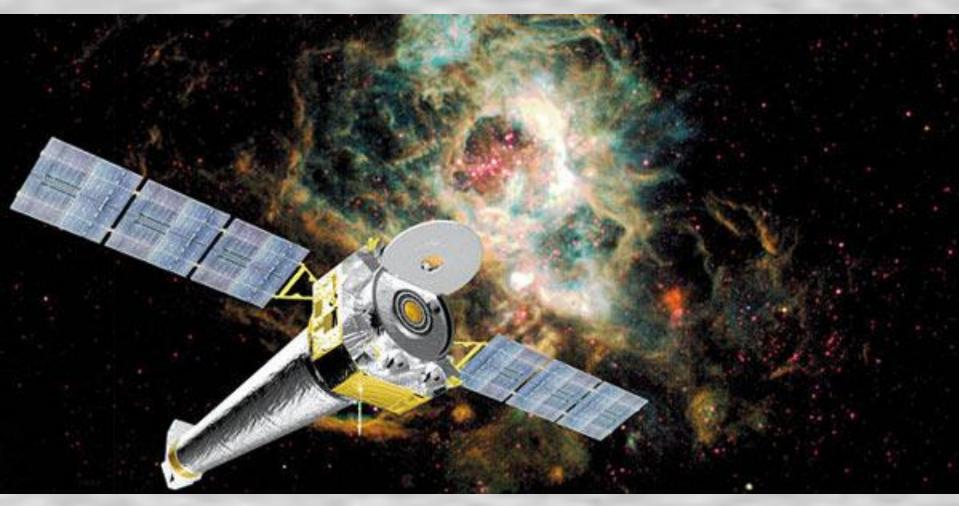
За 15 лет работы «Хаббл» получил 700 000 снимков 22 000 всевозможных небесных объектов — звезд, туманностей, галактик, планет.

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.