

Астрономия

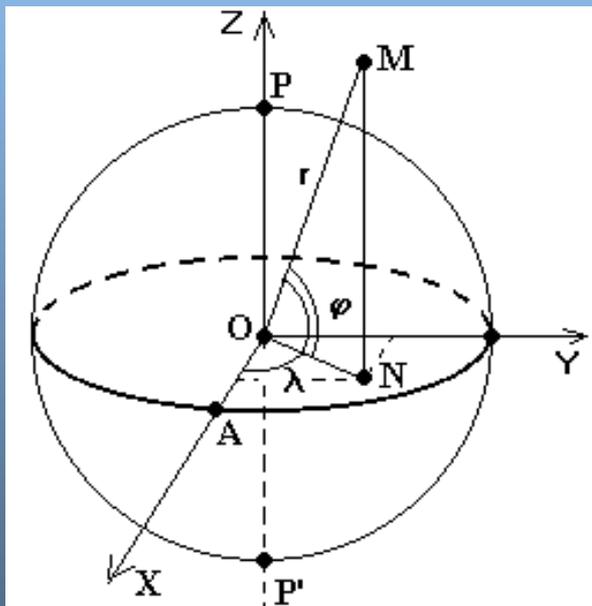
Небесная сфера - системы координат



Астрономия

Небесная сфера - системы координат

Небесная сфера - воображаемая сфера произвольного радиуса с центром в произвольной точке пространства, на поверхности которой расположены светила, так как они видны из данной точки



Сферические системы координат (с.к.):

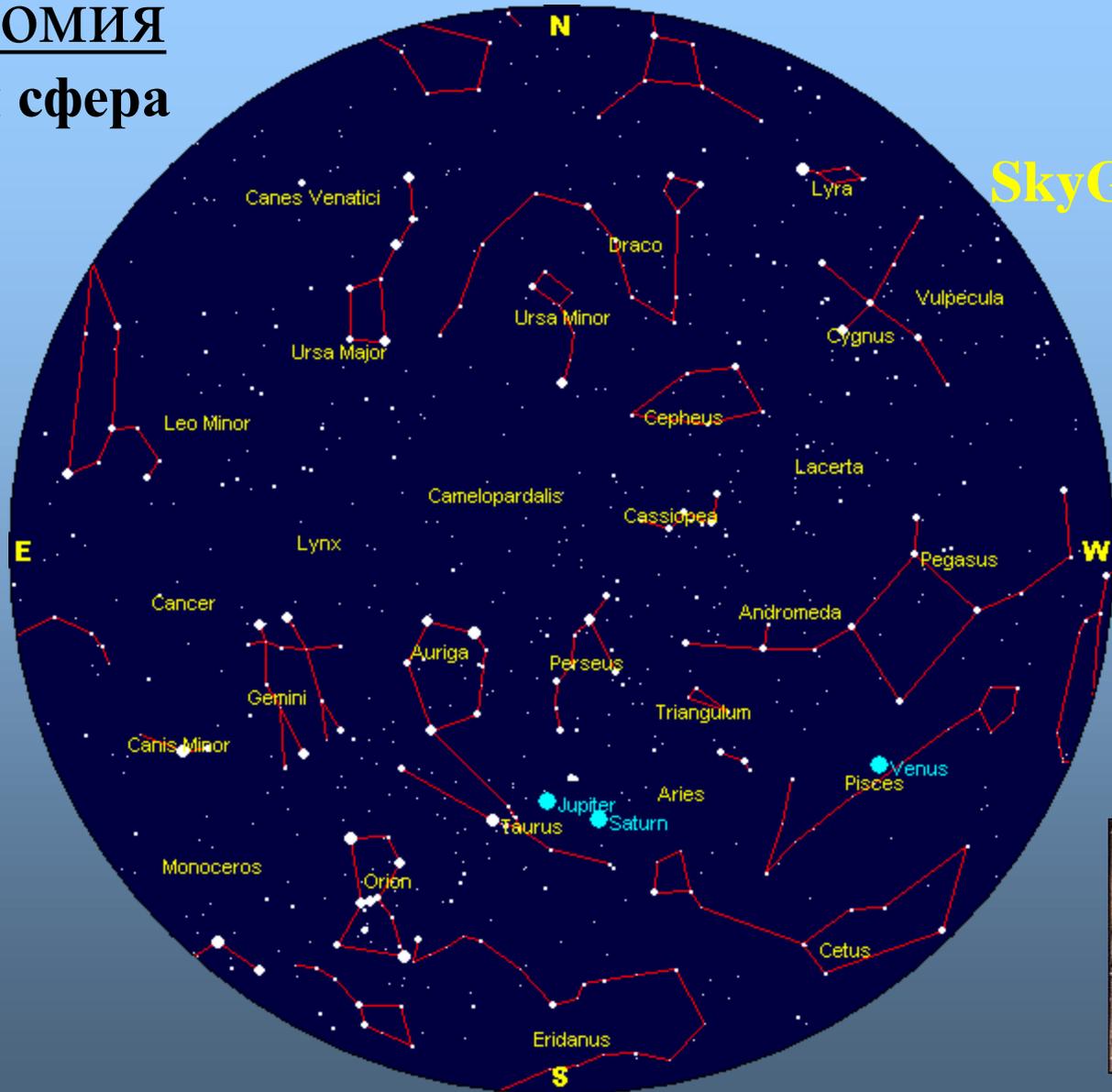
- Географические координаты
- Горизонтальная с.к.
- Экваториальная с.к. (1-я и 2-я)
- Эклиптикальная (эклиптическая) с.к.
- Галактическая с.к.

Какое движение (физическая основа) задает систему координат?



Астрономия

Небесная сфера

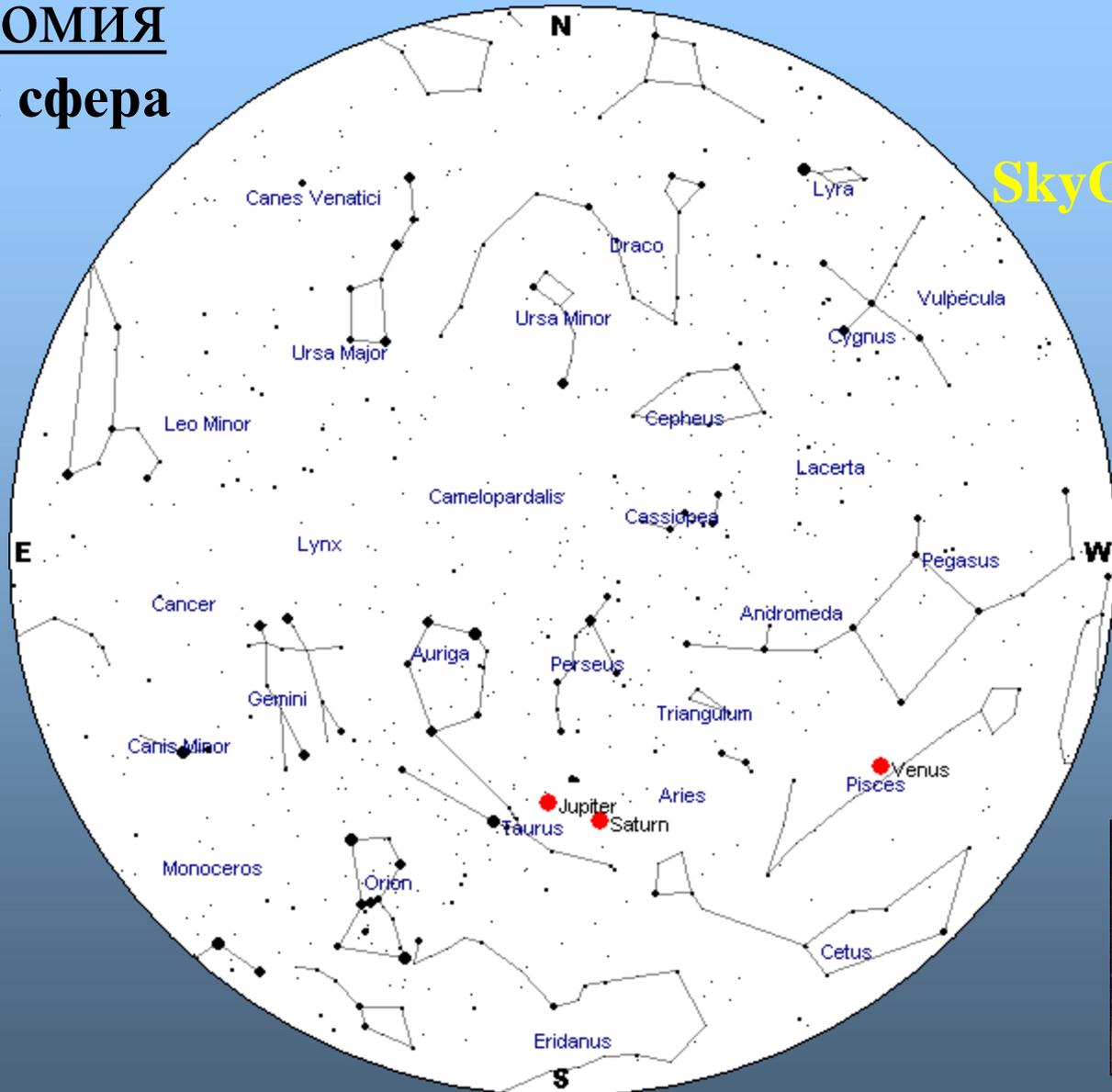


SkyGlobe



Астрономия

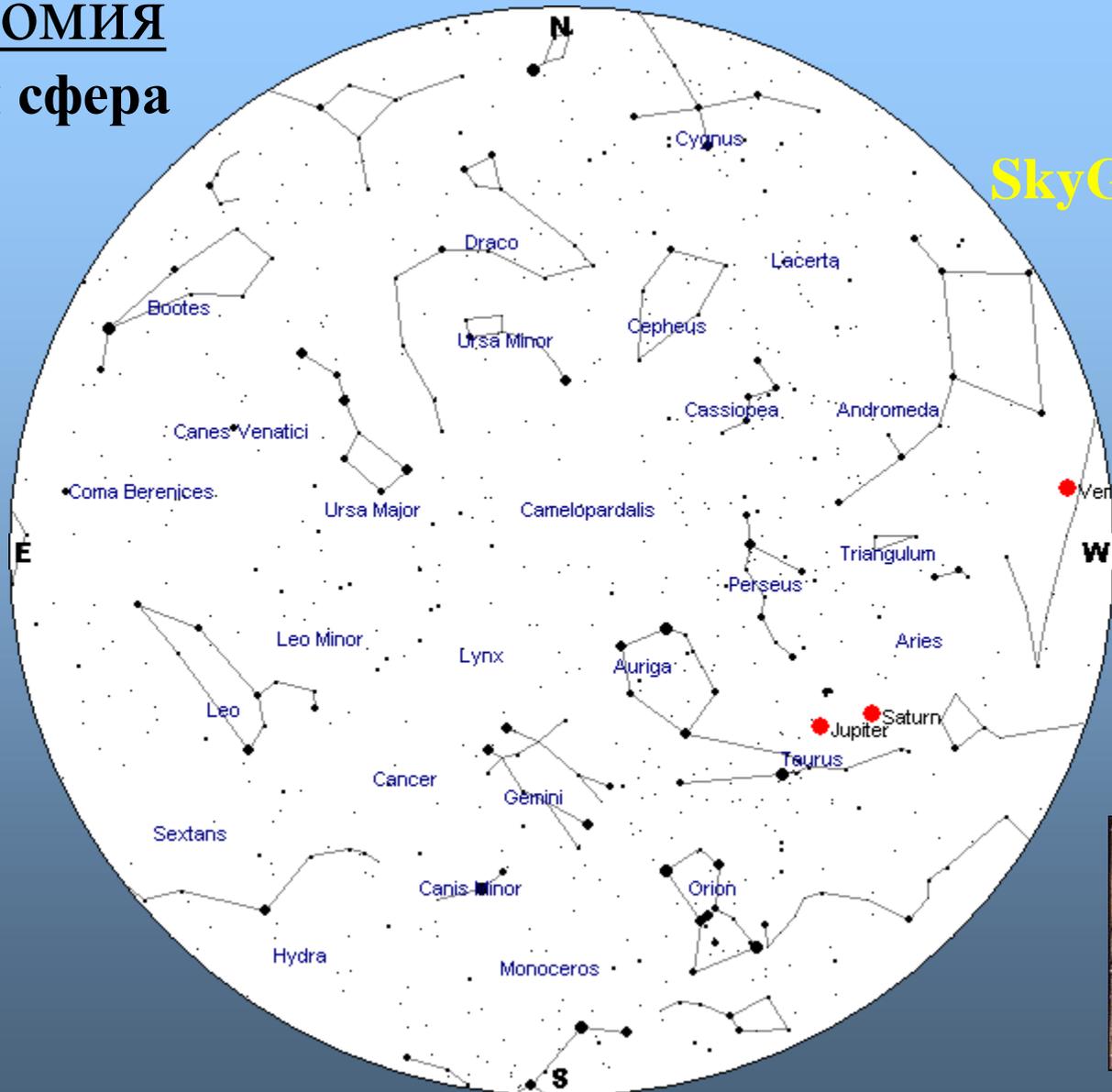
Небесная сфера



SkyGlobe



Астрономия Небесная сфера



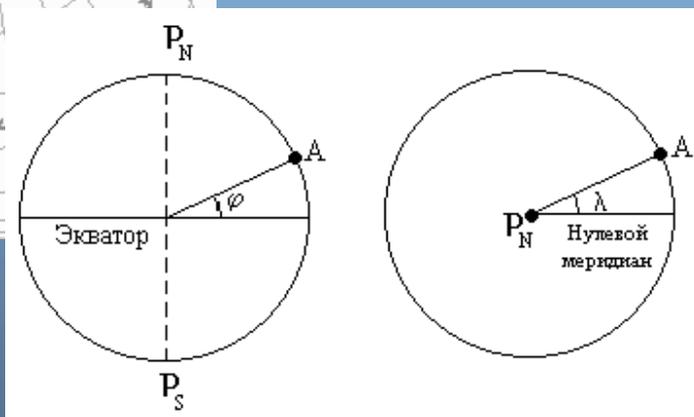
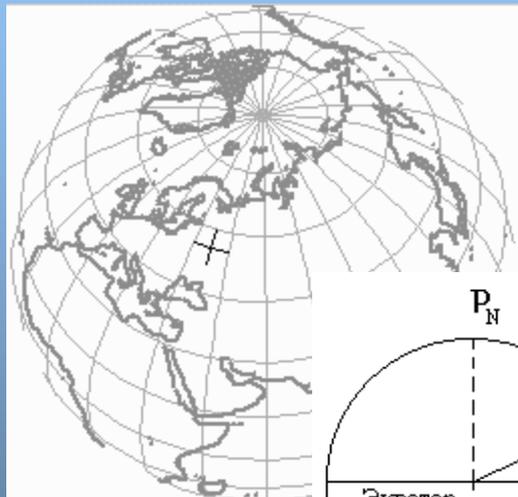
Астрономия

Небесная сфера - системы координат

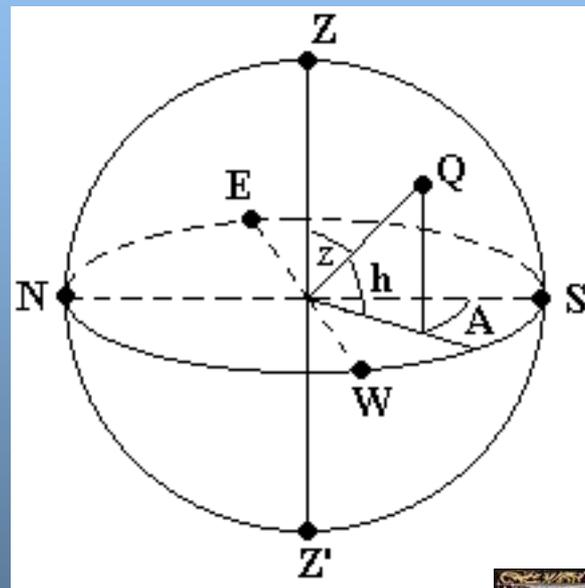


SkyGlobe

Географические координаты



Горизонтальная с.к.



Географические с.к.

Применение GPS

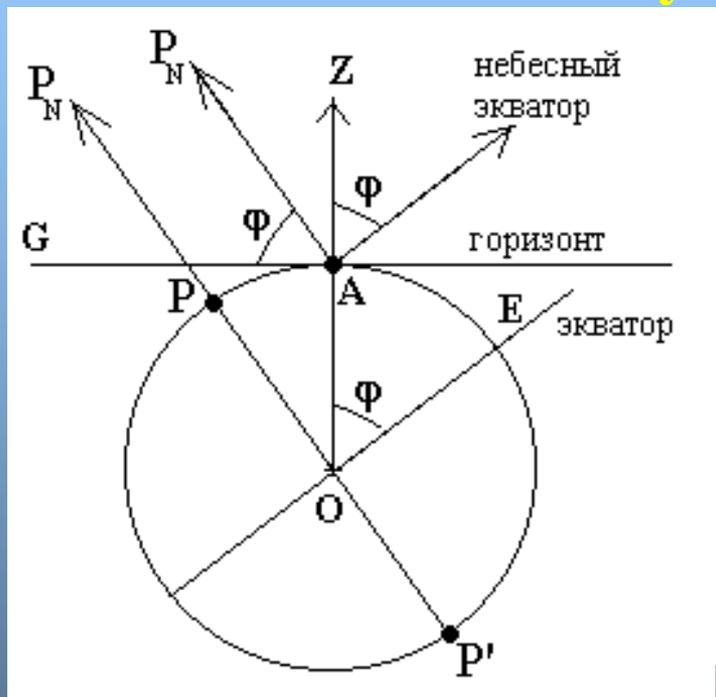
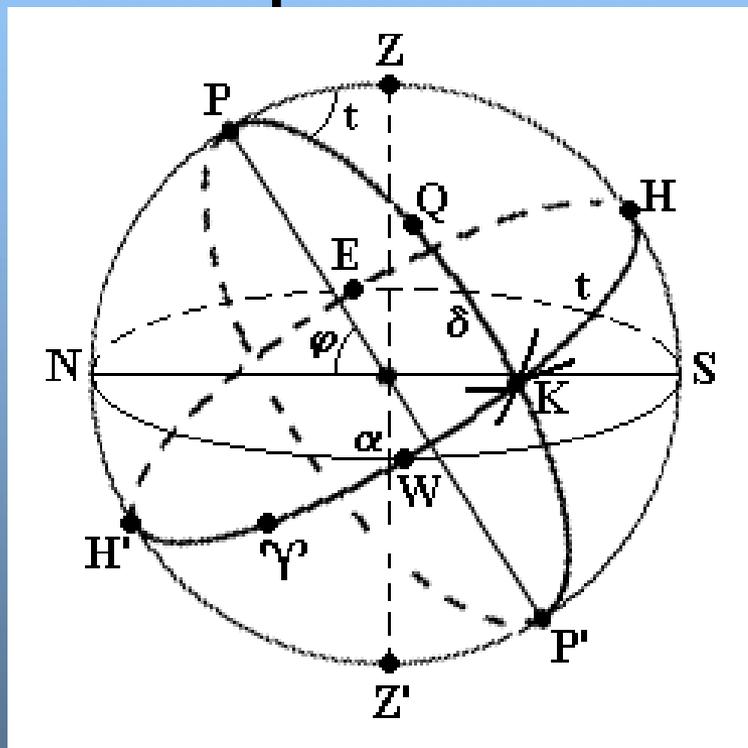
Астрономия

Небесная сфера - системы координат



Экваториальная с.к.

SkyGlobe



α – прямое восхождение
(t – часовой угол)
 δ – склонение

Теорема о высоте
полюса мира



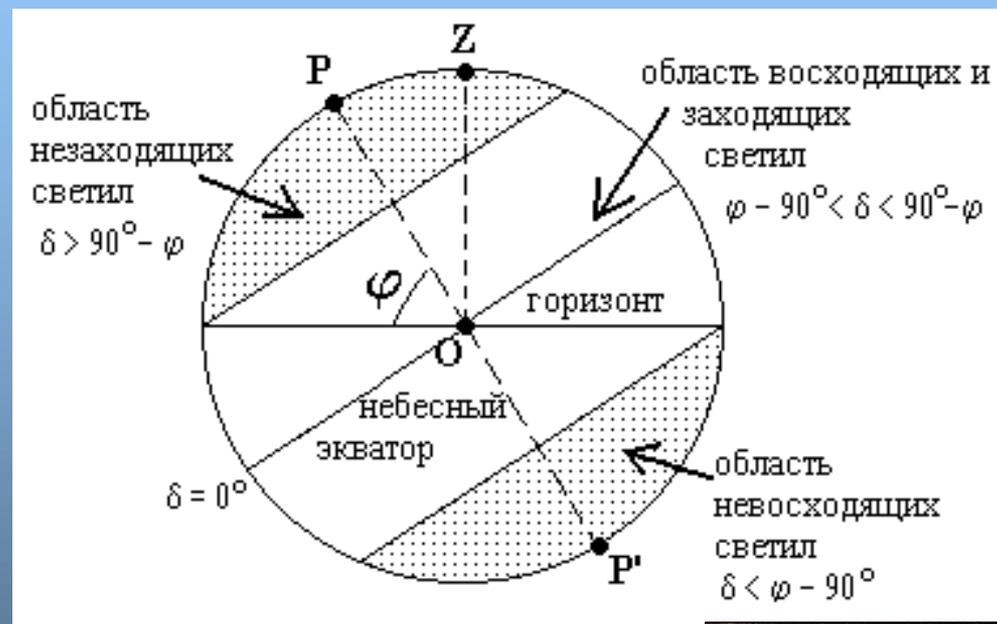
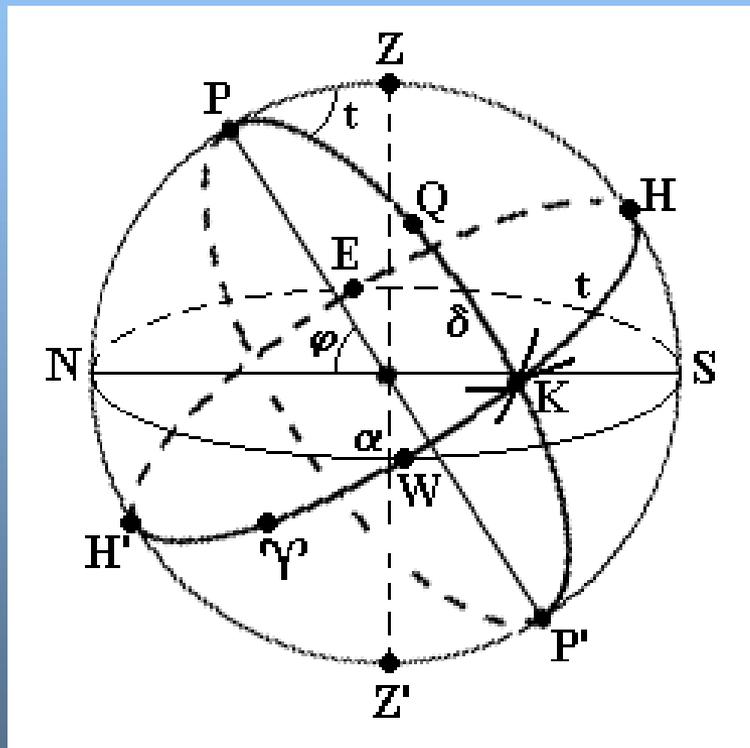
Астрономия

Небесная сфера - системы координат



Экваториальная с.к.

SkyGlobe



Движение светил



α – прямое восхождение
 δ – склонение

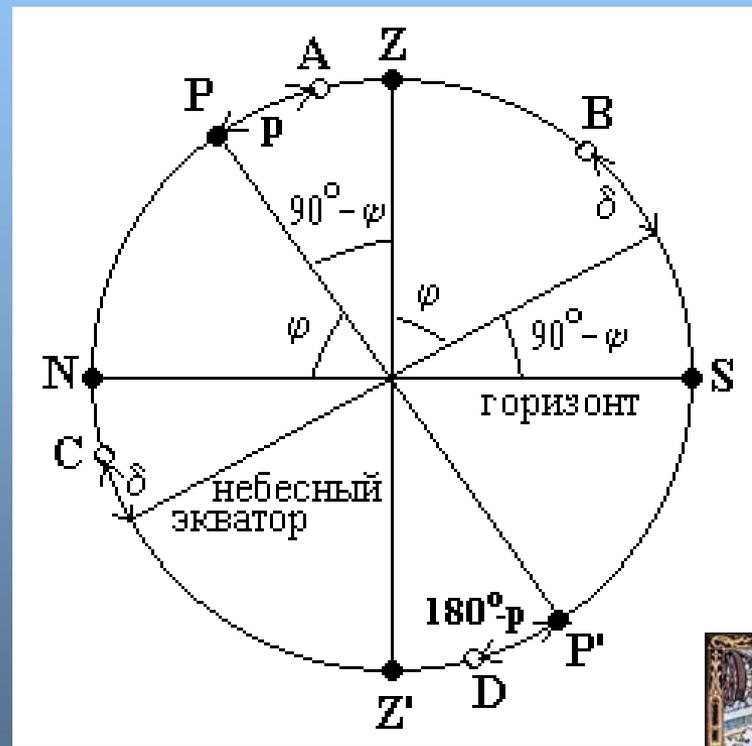
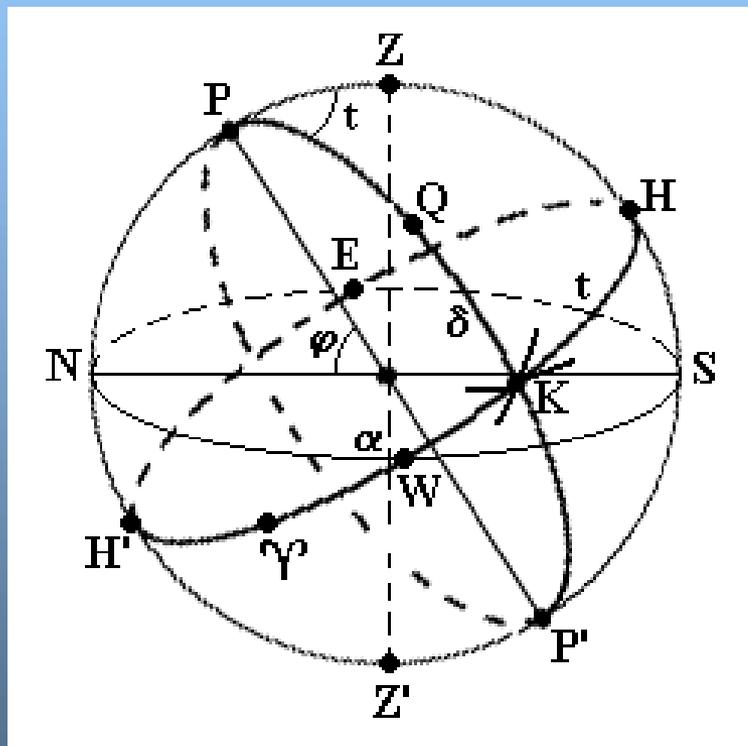
Астрономия

Небесная сфера - системы координат



Экваториальная с.к.

SkyGlobe



α – прямое восхождение
 δ – склонение

Кульминации светил



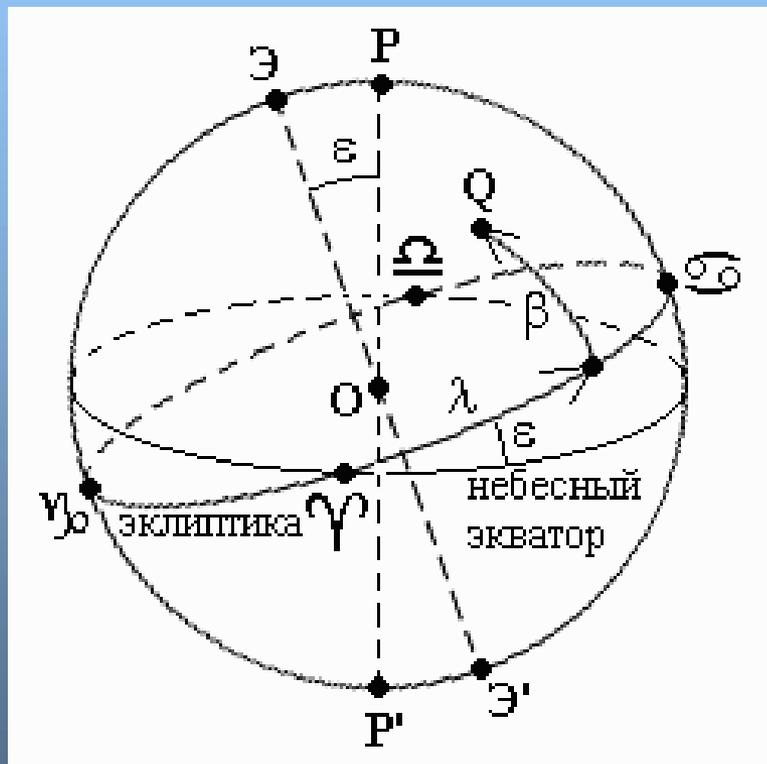
Астрономия

Небесная сфера - системы координат



Эклиптическая (эклиптикальная) с.к.

SkyGlobe



γ - точка весеннего
равноденствия

Ω - точка осеннего
равноденствия

β - эклиптикальная
широта

λ - эклиптикальная
долгота

♋ - точка летнего
солнцестояния

♏ - точка зимнего
солнцестояния



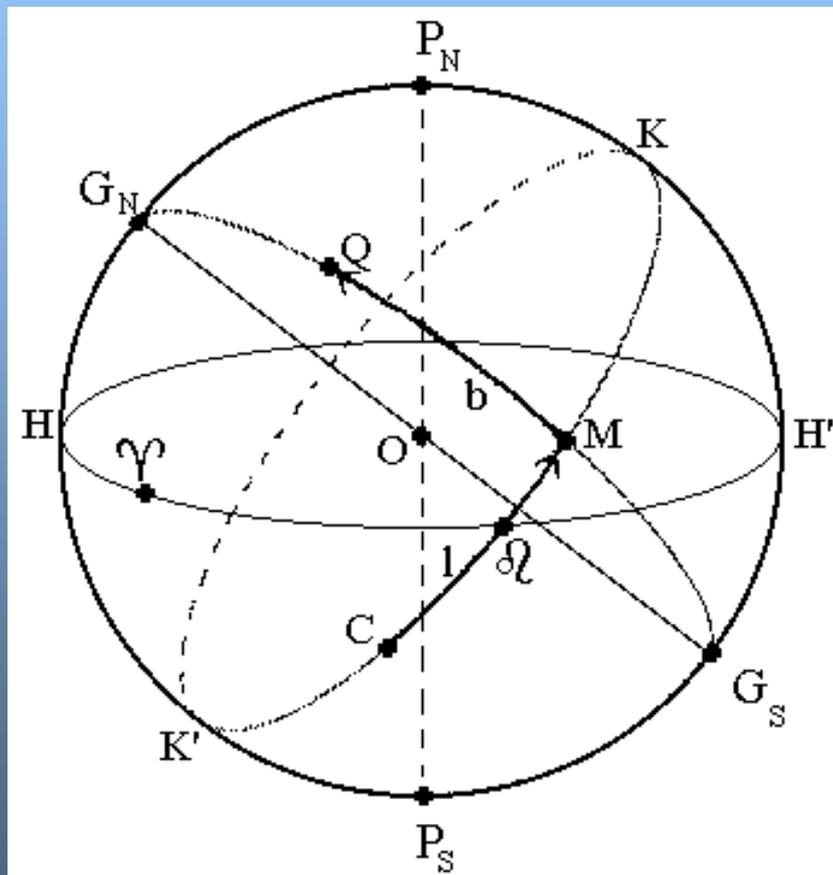
Астрономия

Небесная сфера - системы координат



Галактическая с.к.

SkyGlobe



γ - точка весеннего
равноденствия



Астрономия

Небесная сфера - системы координат



SkyGlobe

Солнечная система в галактической с.к.

Движение вокруг центра Галактики

апекс: $l = 90^\circ$, $b = 0^\circ$, линейная скорость ~ 230 км/с, угловая скорость $0''.0053/\text{год}$,
период $\sim 2.5 \cdot 10^8$ лет

Движение относительно ярких звезд (до 6^m) - стандартное движение Солнца
апекс: $\alpha = 271^\circ$, $\delta = +30^\circ$, скорость 19.4 км/с = 0.0112 а.е./сутки ~ 4.15 а.е./год

Движение относительно ближайших звезд - основное движение Солнца
апекс: $\alpha = 265^\circ$, $\delta = +21^\circ$, скорость 15.5 км/с ~ 3.27 а.е./год

Движение относительно межзвездного газа
апекс: $\alpha = 258^\circ$, $\delta = -17^\circ$, скорость $22-25$ км/с

Движение относительно фона реликтового излучения 2.73 К
апекс: $\lambda = 264^\circ.7 \pm 0^\circ.8$, $\beta = 48^\circ.2 \pm 0^\circ.5$, скорость 369 ± 11 км/с

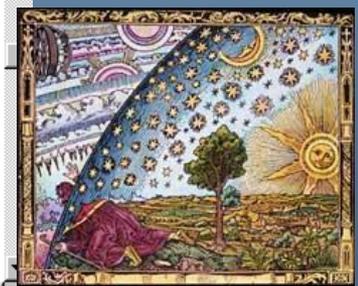
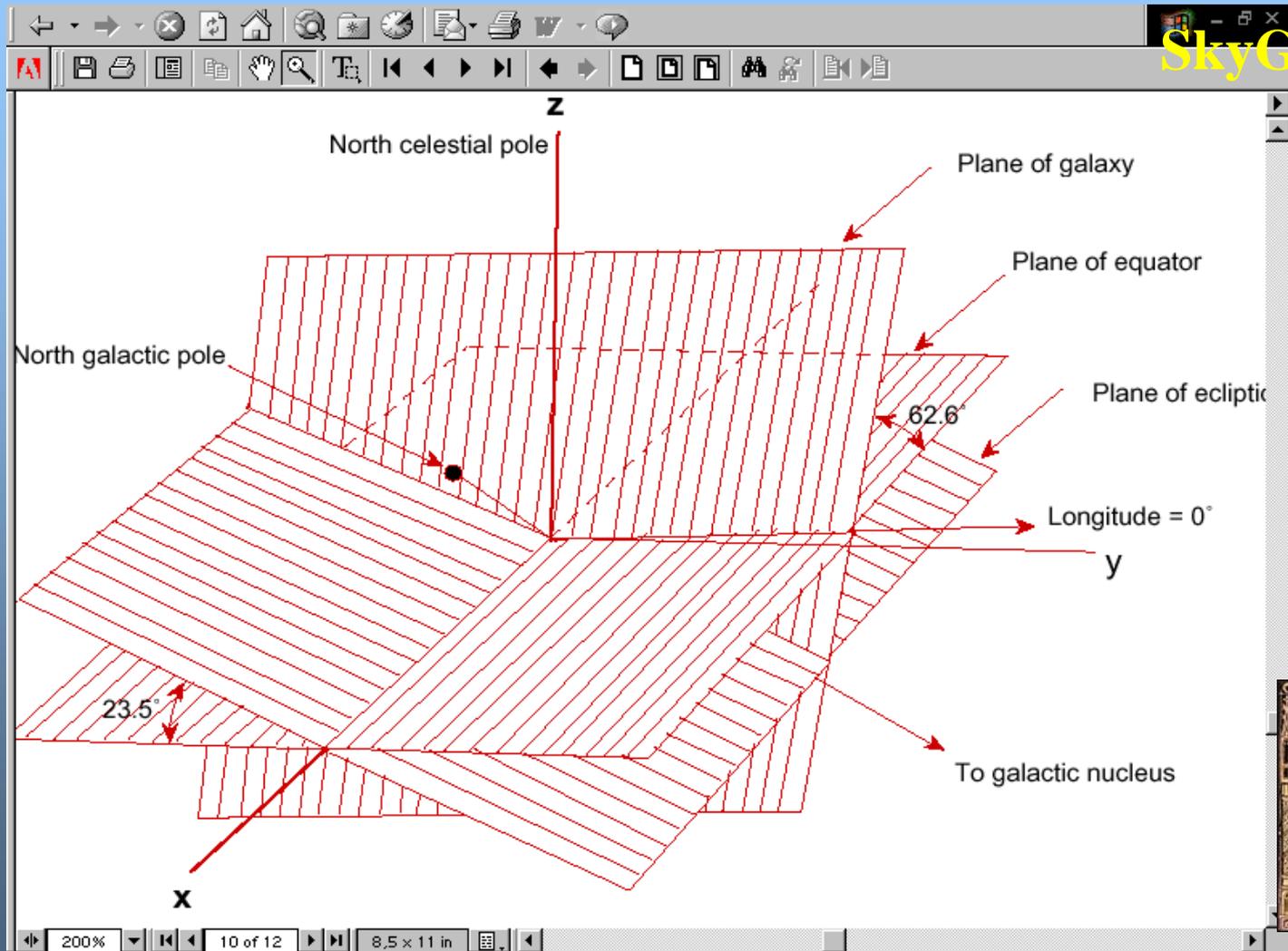


Астрономия

Небесная сфера - системы координат



SkyGlobe

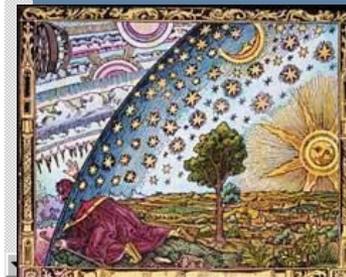
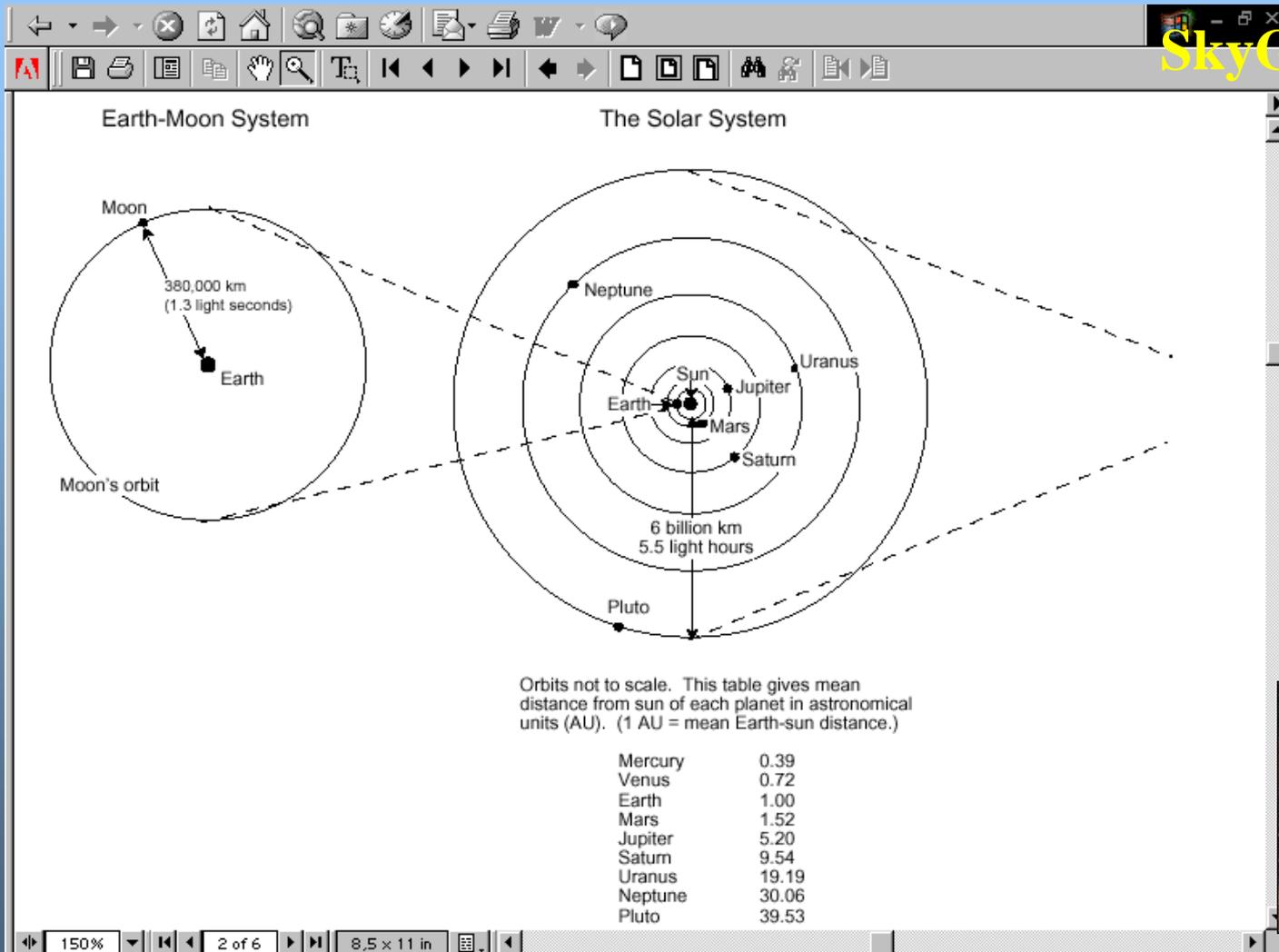


Астрономия

Небесная сфера - системы координат



SkyGlobe

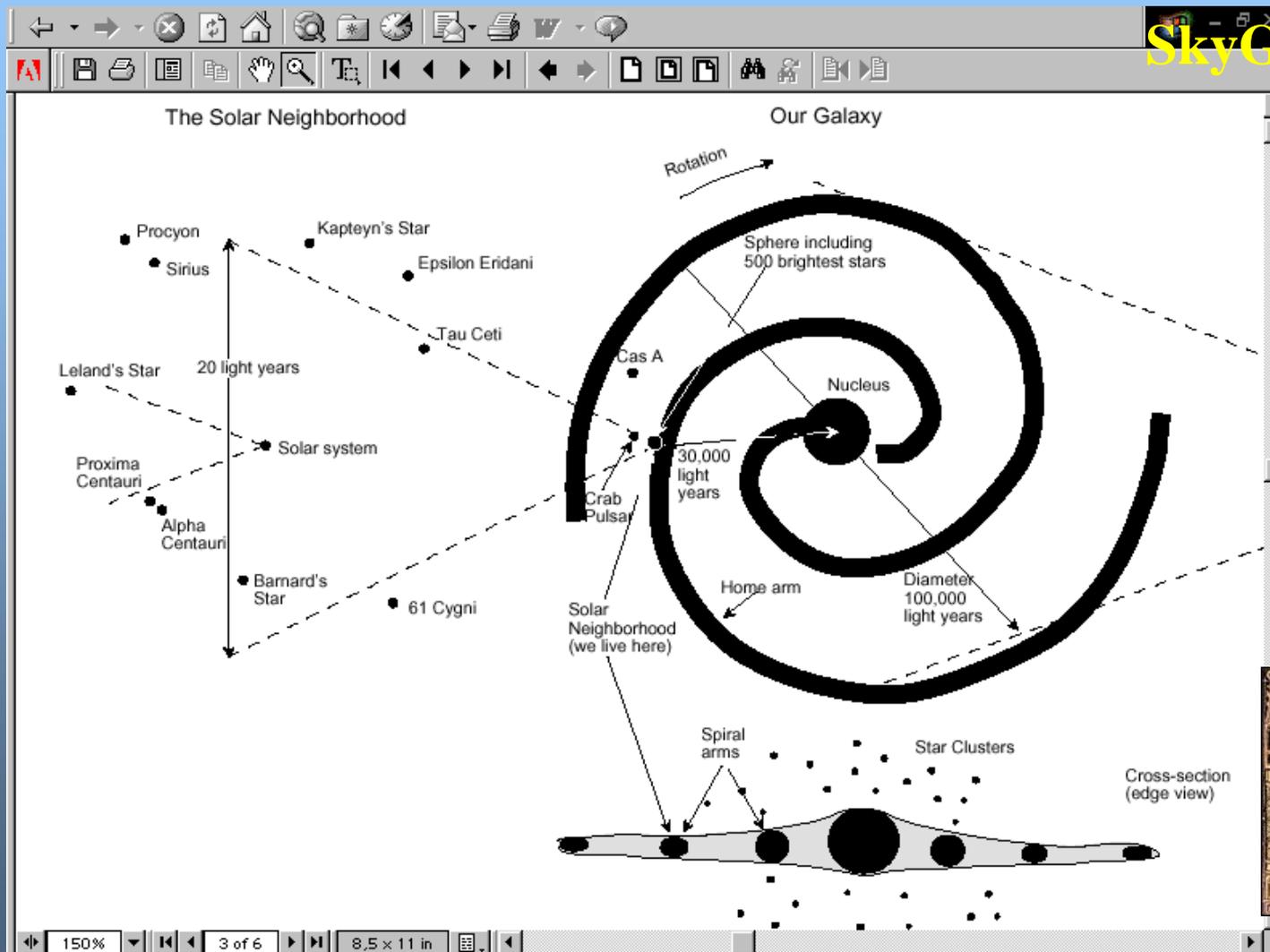


Астрономия

Небесная сфера - системы координат



SkyGlobe

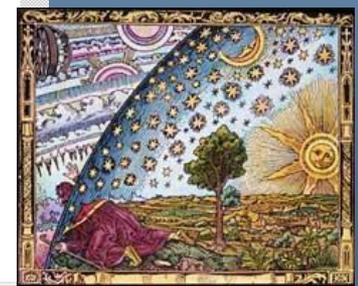
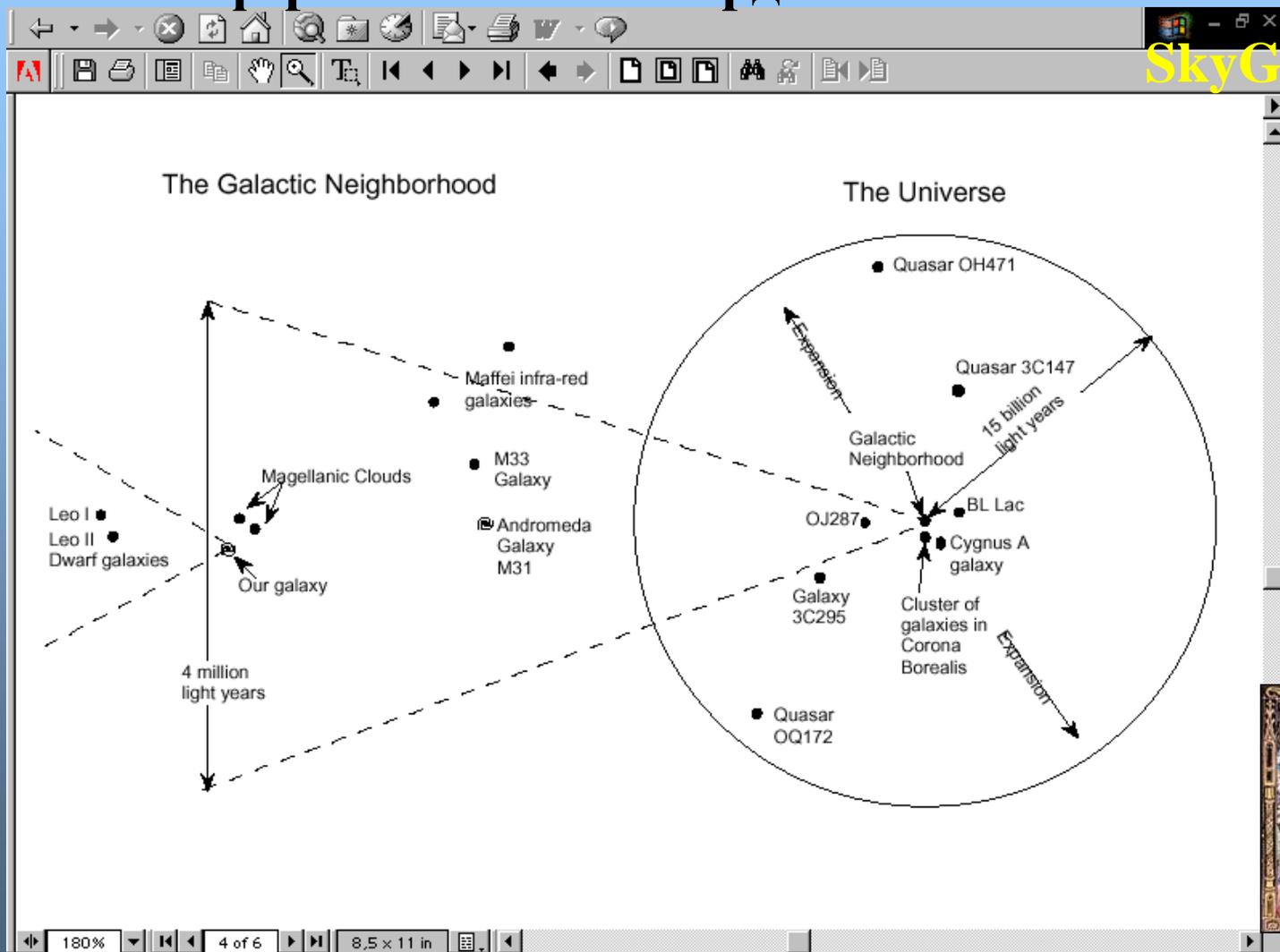


Астрономия

Небесная сфера - системы координат



SkyGlobe



Астрономия

Методы астрономических исследований



- Наблюдения и их особенности, эффекты селекции
- Экспериментальная астрономия: на Земле и в космосе
- Методы получения сведений о положении, движении и физических процессах в астрономических системах



Астрономия

Факторы, искажающие положение светил на небесной сфере - от наблюдений к каталогу



- **Наблюдатель находится на движущемся небесном теле,** число движений велико, вклад их в искажение различен: вращение Земли вокруг оси, вокруг З. Вокруг ц.м. системы Земля-Луна, обращение вокруг Солнца, движение вместе с Солнечной системой вокруг центра Галактики, движение относительно локальной группы звезд, неравномерности в перечисленных движениях и т.д.;
- **Собственные движения наблюдаемых тел;**
- **Физические эффекты,** в т.ч. являющиеся следствием движений и относительного расположения: рефракция, абберация, гравитационные линзы.

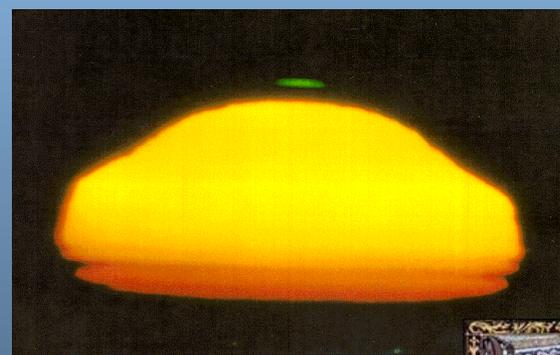
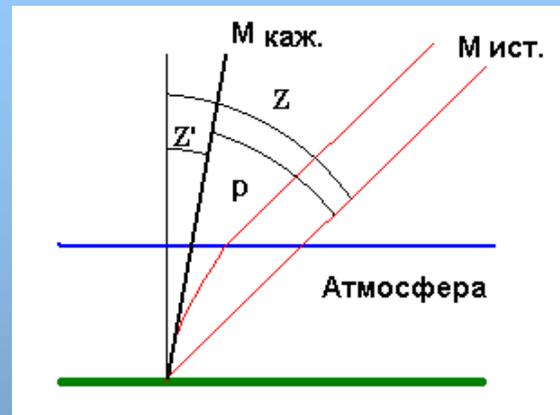


Астрономия

Факторы, искажающие положение светил на небесной сфере



- Рефракция
- Суточный параллакс
- Годичный параллакс
- Аберрация
 - суточная аберрация
 - годичная аберрация
- Прецессия
- Нутация
- Собственные движения светил

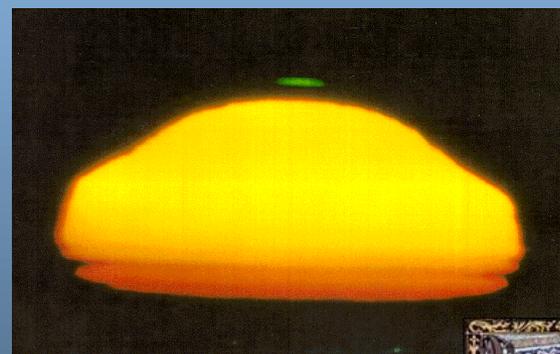
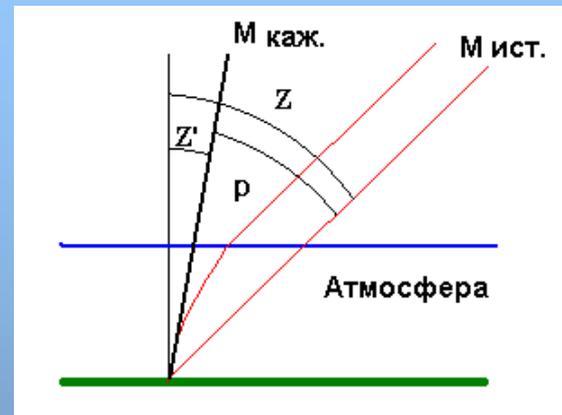


Астрономия

Факторы, искажающие положение светил на небесной сфере



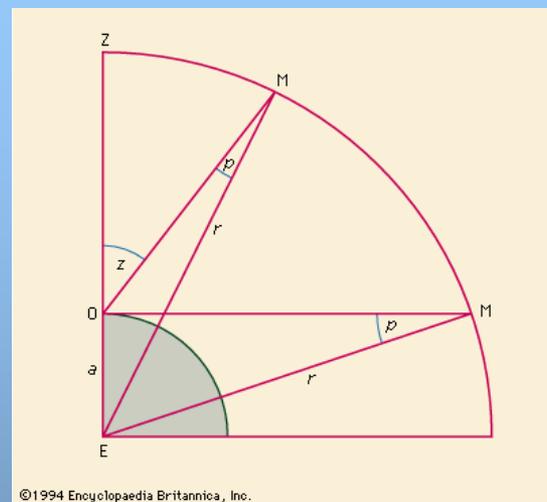
- Рефракция - от 0 до 35' (' - угловая минута)



Астрономия

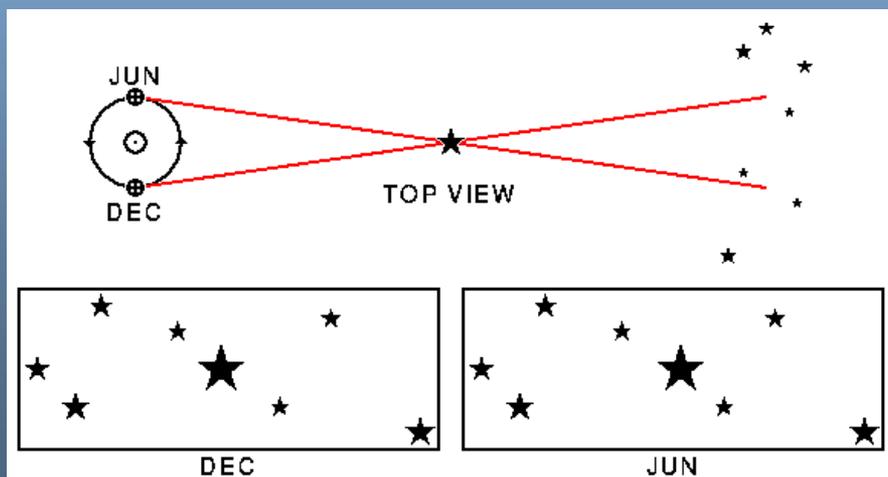
Факторы, искажающие положение светил на небесной сфере

- **Суточный параллакс** - база в треугольнике экваториальный радиус Земли
- **Годичный параллакс** - база в треугольнике средний радиус орбиты Земли



©1994 Encyclopaedia Britannica, Inc.

Искажения зависят от расстояния:
сут. п. Л. 57'; С. 8'',79; зв.0'',00004
год.п. Проксима Центавра 0'',762

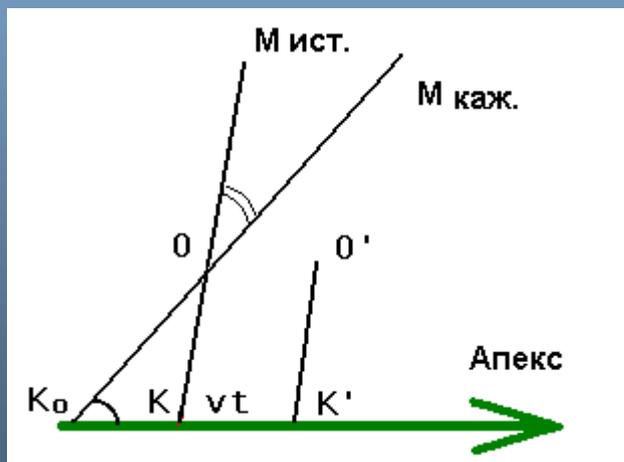


Астрономия

Факторы, искажающие положение светил на небесной сфере



- **Аберрация** - для всех светил, независимо от расстояния, связана с движением самого наблюдателя
 - **суточная аберрация** - вращение Земли, $V_{\text{экв}}=0,46$ км/с, при $\delta > 80$ в сутки $0'',319$
 - **годовая аберрация** - движение Земли вокруг Солнца (Брадлей, 1728), $V_z=29,8$ км/с в год $k=\pm 20'',496$
 - **любая другая составляющая движения наблюдателя**



Астрономия

Факторы, искажающие положение светил на небесной сфере

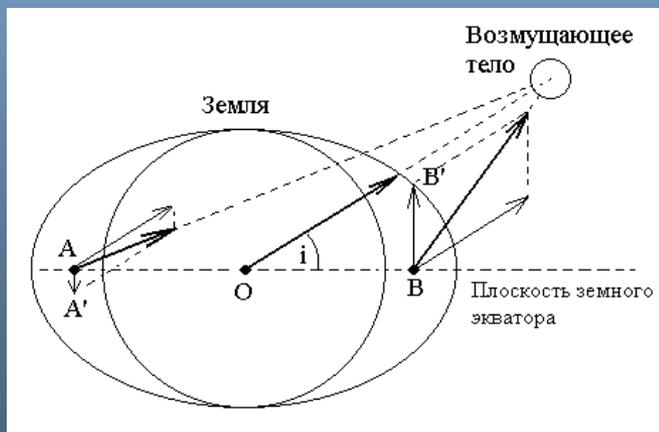
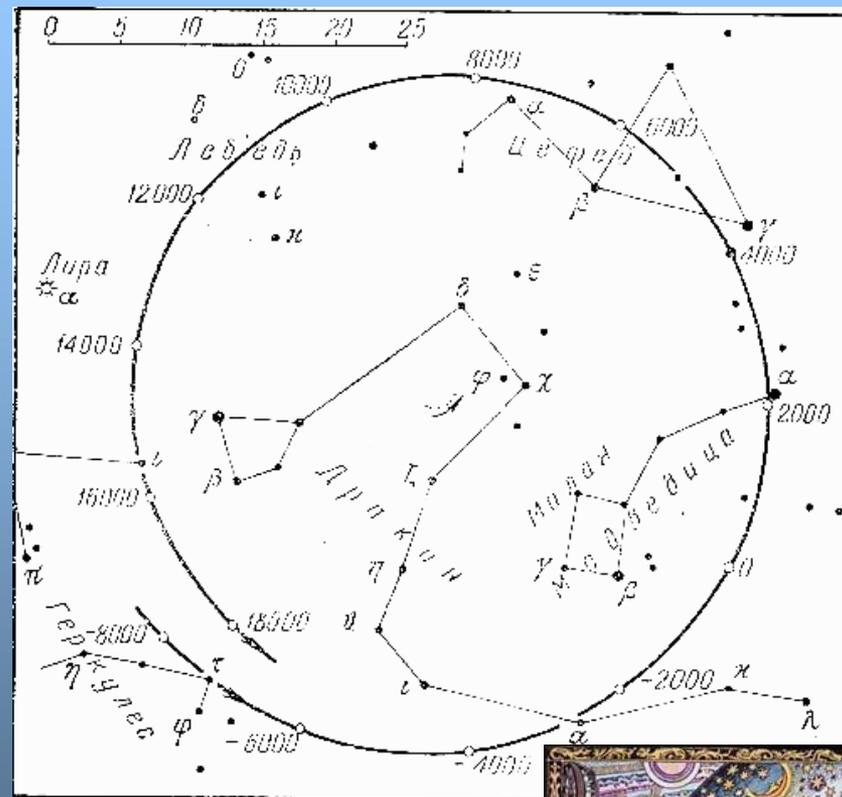
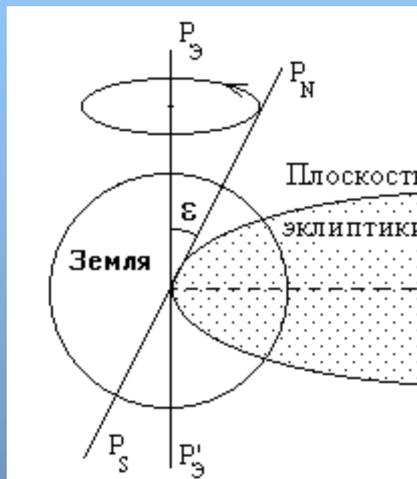


- **Прецессия**

- в год $50''$,26;
- период 26000 лет

- **Нутация**

- в год $3''$,11;
- период 18,61 лет



Астрономия

Факторы, искажающие положение светил на небесной сфере



- **Собственные движения наблюдаемых светил:** планеты, звезды, внегалактические объекты

Звезда «Летящая» Барнарда - в год $10'',27$

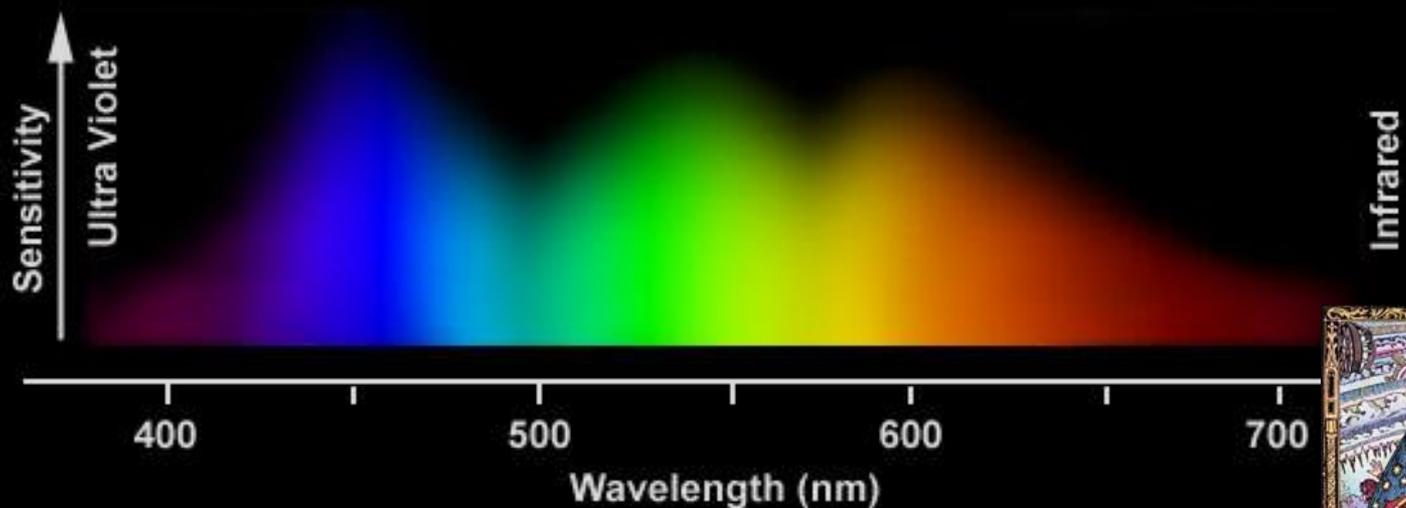
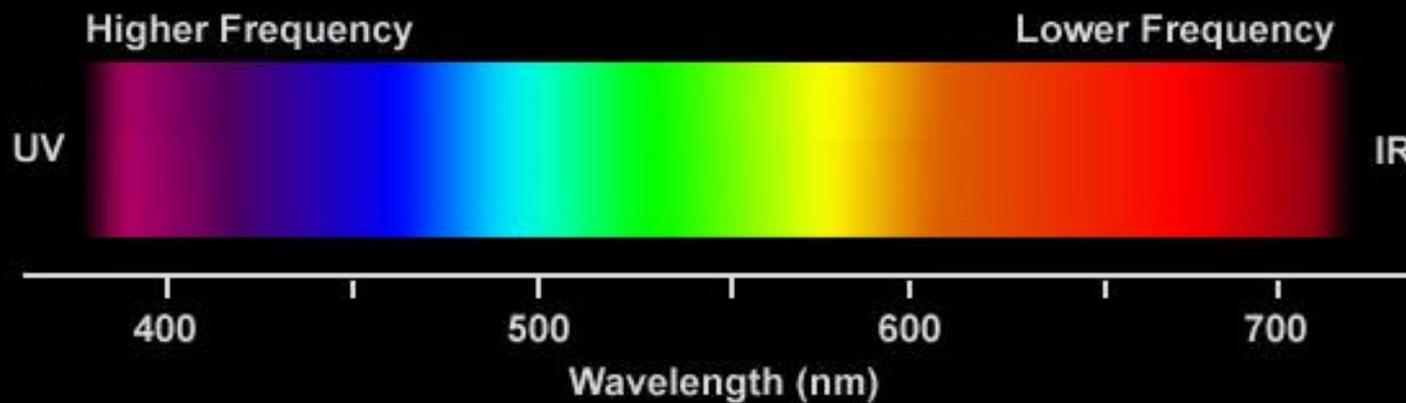
& Большой Медведицы - в год $0'',36$

& Льва - в год (по склонению) - $0'',004$



Астрономия

Оптические «обманы» - физика и физиология



Астрономия

Оптические «обманы» - физика и физиология

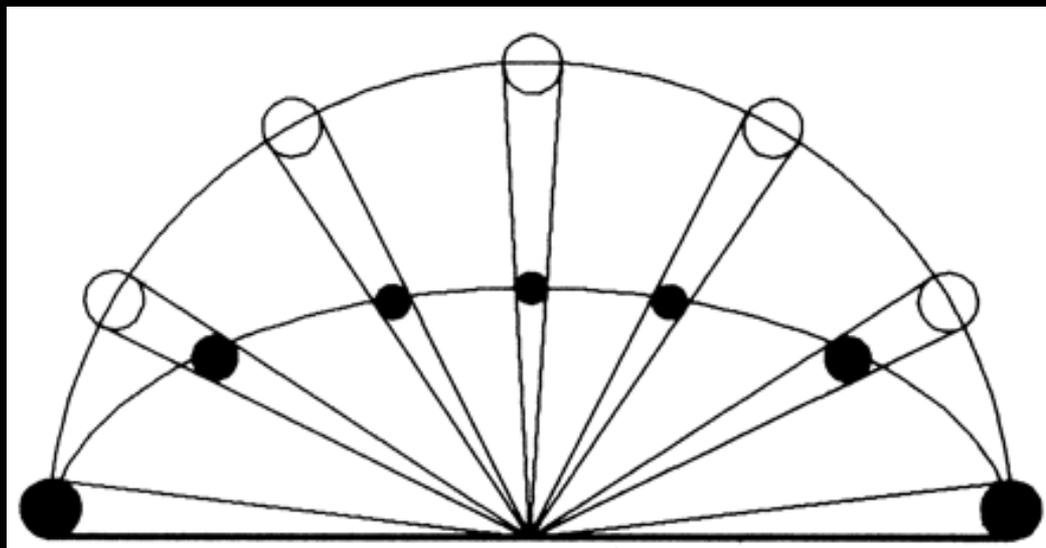
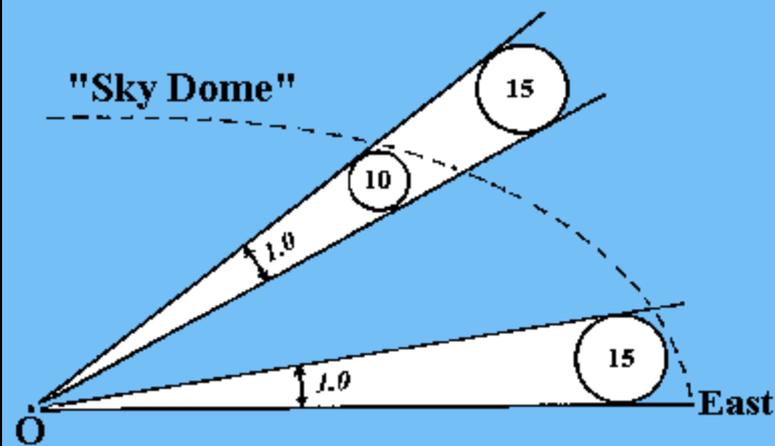


FIGURE 5 Conventional Diagram



Кажущаяся большая Луна у горизонта, из-за кажущейся сплюснутости небесной сферы:
разная способность человека оценивать вертикальные и горизонтальные расстояния, отсюда - ошибки в определении угловых высот



Астрономия

Методы определения расстояний



- 1.рулетка
- 2.р/св.локация
- 3.триангуляция
- 4.с.параллакс
- 5.неб.механика
- 6.г.параллакс
- 7.фотометрия
- 8.кр.смещение
- 9.диаметры
- 10."на глаз"



Астрономия

Методы определения расстояний



Moon measure

Scientists using telescopes in Texas, Hawaii, France, Germany and Australia have determined the distance between the Moon and Earth to within one inch. A look at how the measurement is made:

- 1 Telescope beams laser at moon
- 2 Mirrors left by Apollo astronauts and one unmanned Soviet mission reflect laser beam
- 3 Laser returns to same telescope 2.6 seconds later
- 4 The distance can be calculated by marking the time it takes for the laser pulse to make the round trip, a technique called laser ranging

The Moon is 1.25 billion feet or 15 billion inches away, give or take an inch

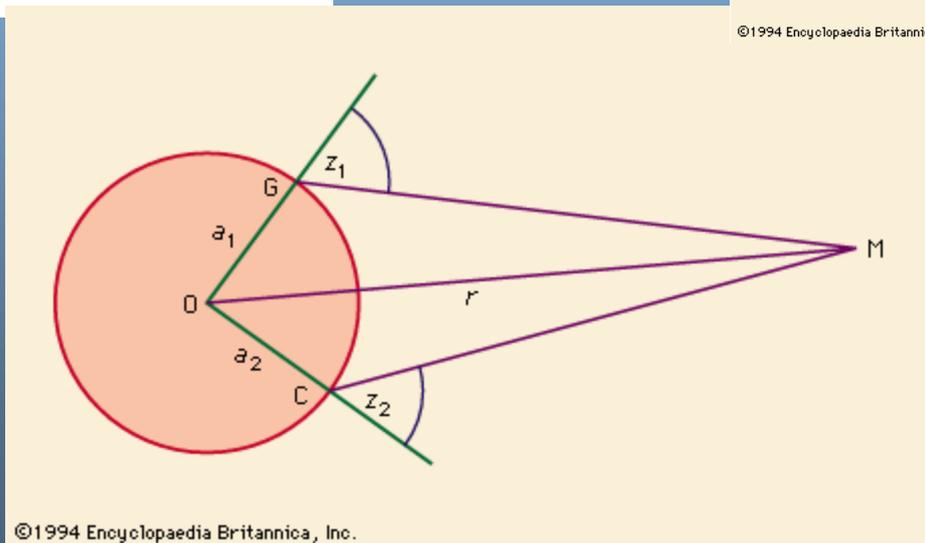
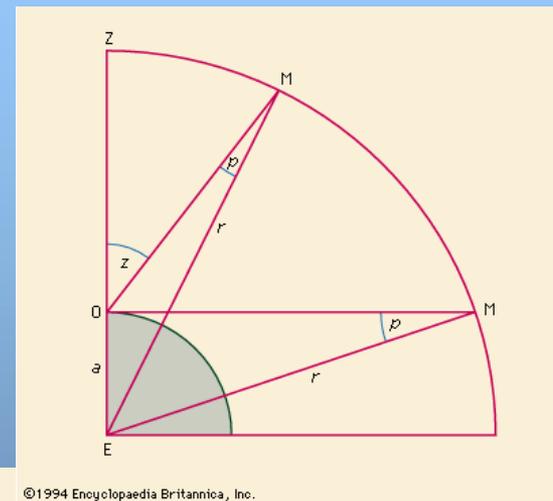
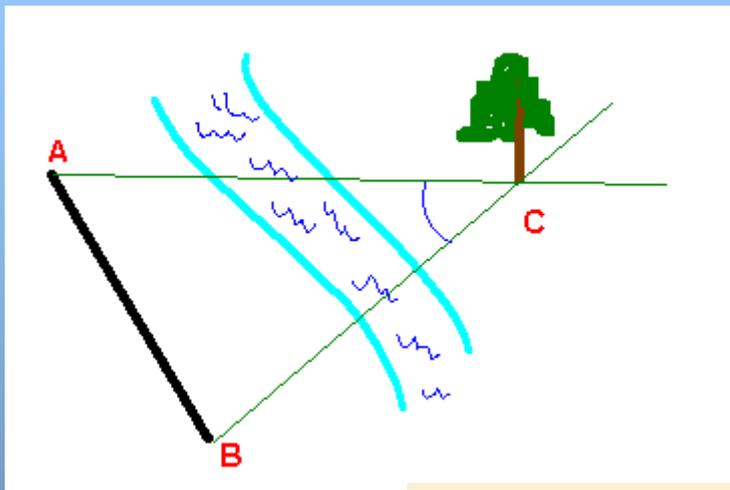
Source: University of Michigan

AP/Justin Gilbert



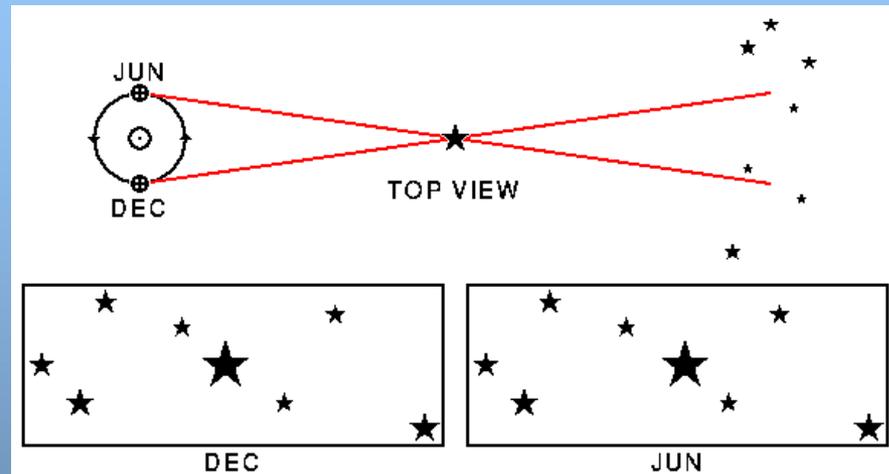
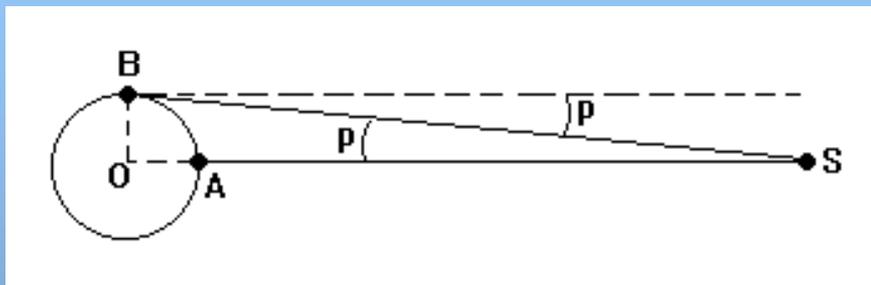
Астрономия

Методы определения расстояний - параллакс



Астрономия

Методы определения расстояний - параллакс

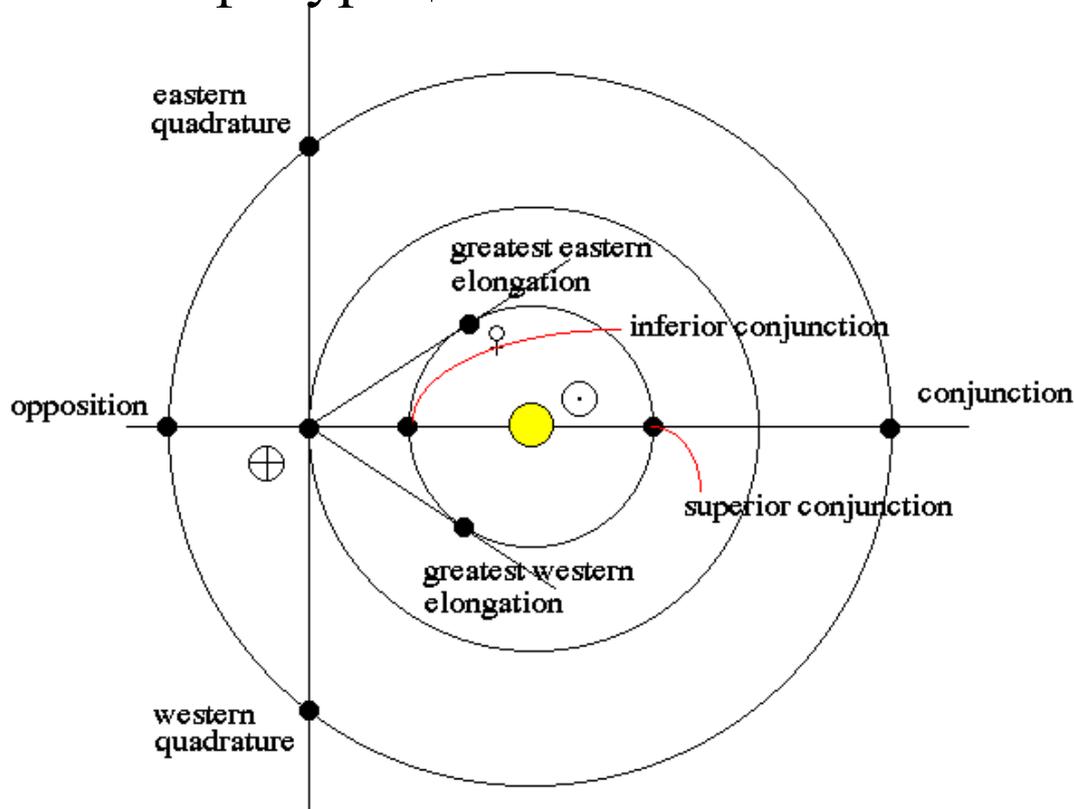


Астрономия

Методы определения расстояний - небесная механика



Конфигурации планет



3-й закон Кеплера:

$$T_1^2 / T_2^2 = a_1^3 / a_2^3$$

Уравнение синодического движения:

$$1/S = 1/T - 1/T_3$$

(для нижних планет);

$$1/S = 1/T_3 - 1/T$$

(для верхних планет)



Астрономия



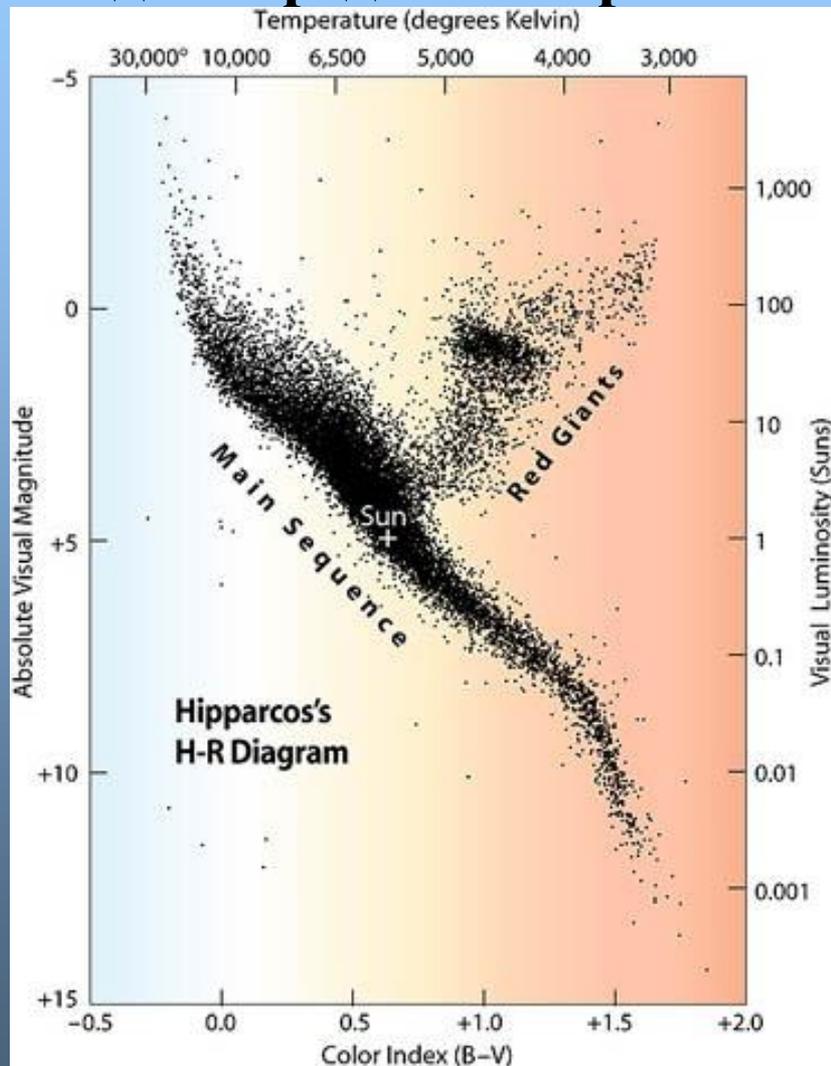
Методы определения расстояний - фотометрия

- **Фотометрия** - применение закона освещенности: $E \sim 1/r^2$;
- Звездная величина **m**- "блеск" светила, т.е. освещенность, которую создает светило в месте его наблюдения. "Звездная величина - это взятый со знаком минус логарифм по основанию 2,512 от освещенности, создаваемой данным светилом на площадке, перпендикулярной к лучу", 2.512 из соображения, чтобы интервал 5 звездных величин давал разность в блеске (освещенности) ровно в 100 раз: ($E_m/E_{m+1} = 2,512$; $E_m/E_{m+5} = 100$) Звезда **0^m** создает освещенность $2,78 \cdot 10^{-6}$ люкс, или во всем видимом спектре 10^6 кв/см²сек или только в зеленой линии - 10^3 кв/см²сек).
- Абсолютная звездная величина **M** - звездная величина, которую имело бы светило, находясь на расстоянии 10 пк (32,6 св.лет) от наблюдателя. Т.о. при сравнении абсолютных звездных величин светил сравниваются их светимости. Зная видимые звездные величины и степень поглощения света межзвездной средой можно определять расстояния до светил:
 $m_1 - m_2 = -2.5 \cdot \lg E_1/E_2$;
 $\lg r = 1 + 0,2 \cdot (m - M)$; **M** - из диаграммы Герцшпрунга-Рессела,
m- из наблюдений.



Астрономия

Методы определения расстояний - фотометрия +



$\lg r = 1 + 0,2*(m-M);$
 M - из диаграммы Герцшпрунга-Рессела,
 m - из наблюдений.

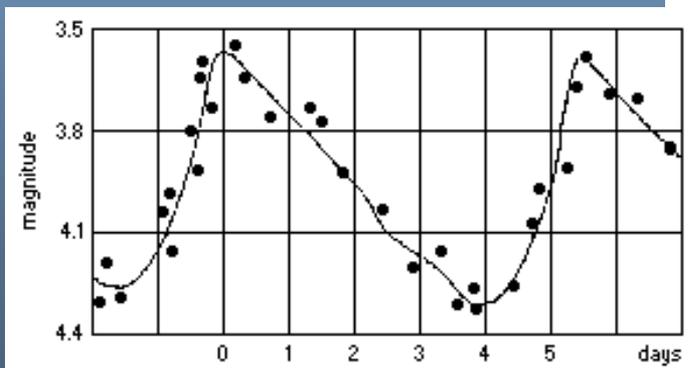
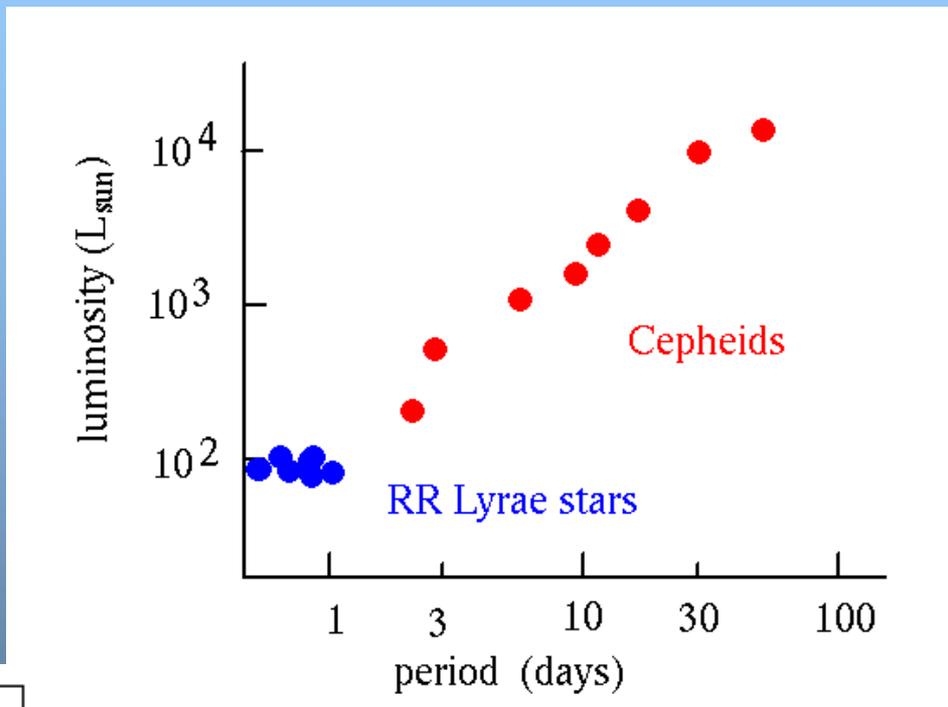
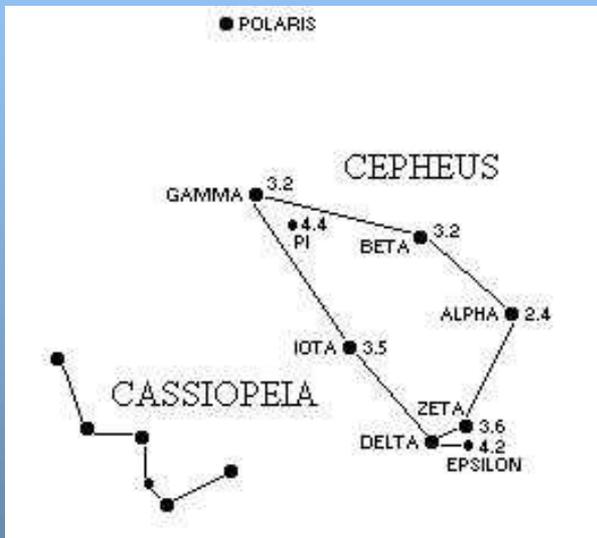


Астрономия

Методы определения расстояний - фотометрия +

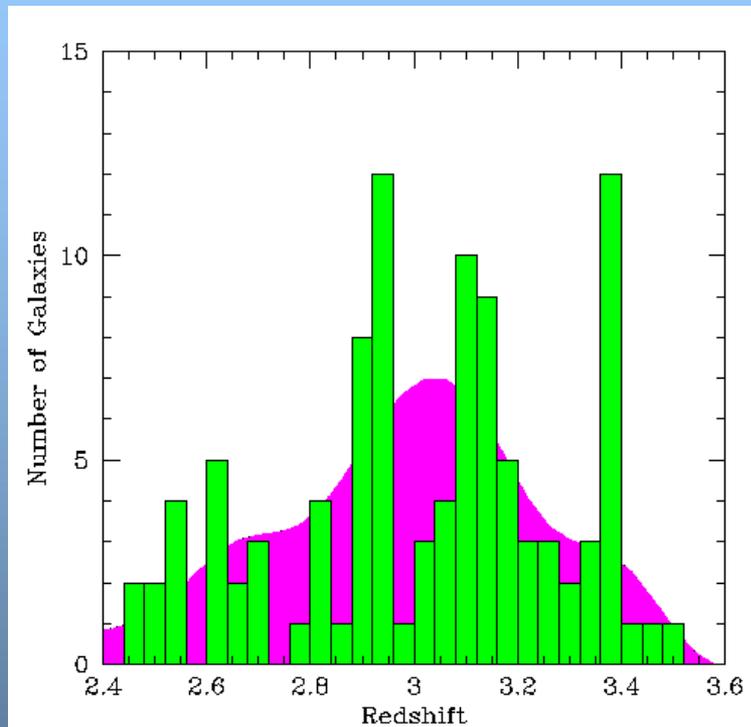
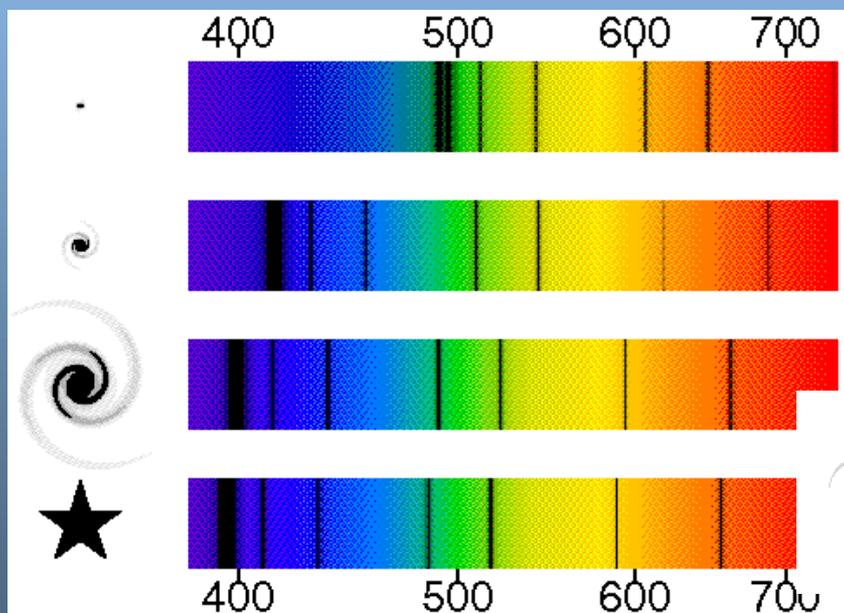
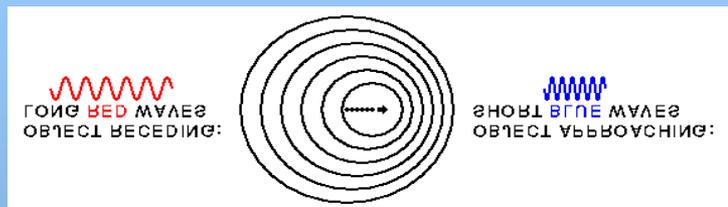


Цефеиды



Астрономия

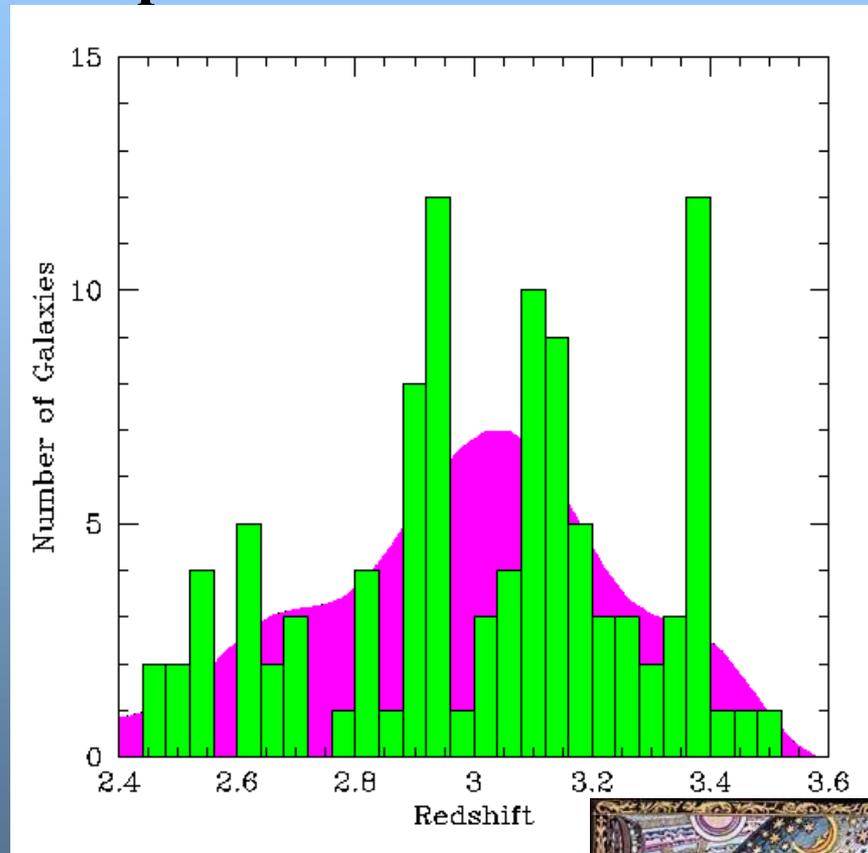
Методы определения расстояний - красное смещение



Астрономия

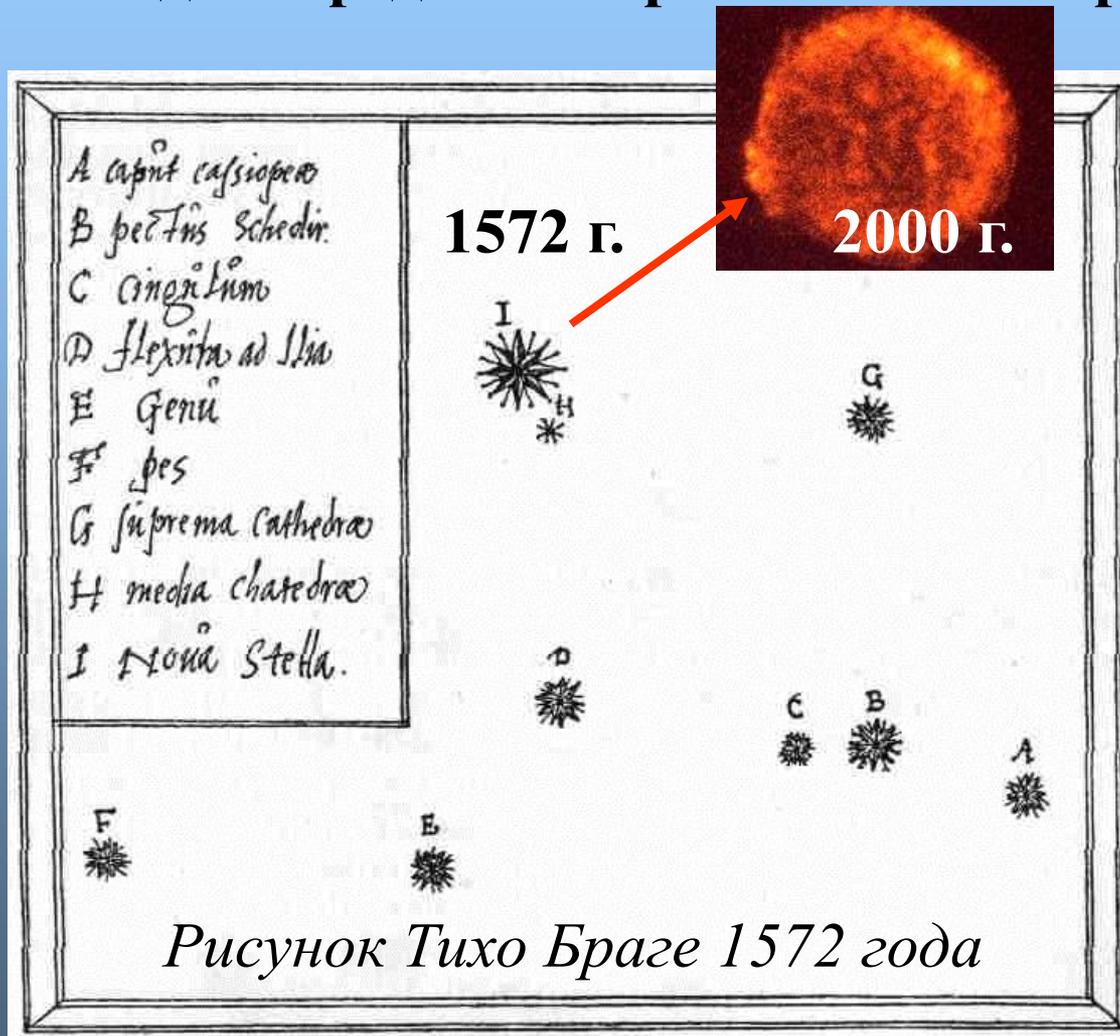
Методы определения расстояний - красное смещение

Постоянная Хаббла – коэффициент пропорциональности между скоростью удаления внегалактических объектов и расстоянием до них. Точно на сегодня не определена и разными исследователями принимается равной от 55 до 140 км/с на Мпс.



Астрономия

Методы определения расстояний - характерные детали



Наблюдение за
расширением
оболочки Сверхновой
Звезды,
которую наблюдал
Тихо Браге
11 ноября 1572 года в
созвездии
Кассиопея

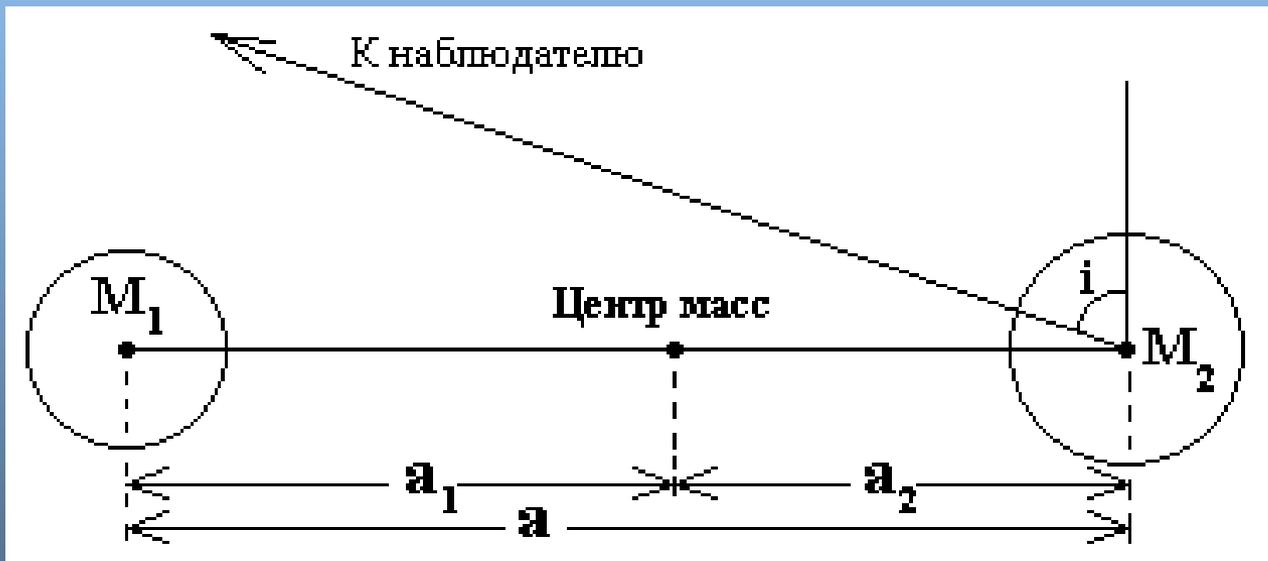


Астрономия

Методы определения масс

Из 3-го закона Кеплера

$$M_1 * a_1 - M_2 * a_2 = 0$$



Астрономия

Время и календарь

Универсальный календарь-конвертер <http://emr.cs.uiuc.edu/home/reingold/>

другой вариант календаря-конвертера <http://www.fourmilab.ch/documents/calendar/>

Время и его измерение, история <http://physics.nist.gov/>

Время сейчас <http://www.time.gov/>



Дискуссия по глобальной хронологии А.Т.Фоменко

1) Новая хронология мировой истории

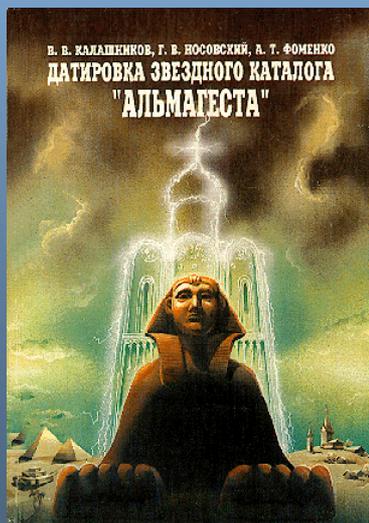
<http://www.univer.omsk.su/foreign/fom/fomr.htm>

2) Нескалигерова история

<http://rts.kiam.ru/history/>

3) Новая хронология

<http://www.newchrono.ru/>



Астрономия

Время и календарь



Время сейчас <http://www.time.gov/>

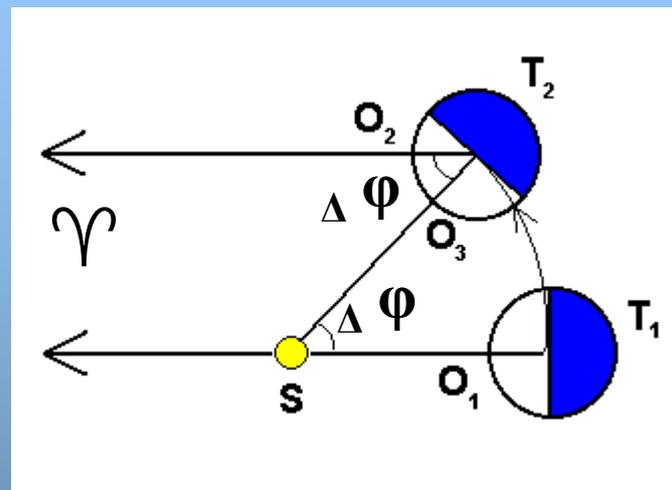
Сутки [*] - интервал времени между двумя последовательными одноименными кульминациями {*}

[**звездные**] - {точки весеннего равноденствия}

[**истинные солнечные**] {истинного Солнца}

[**средние (солнечные)**] {"среднего" Солнца}

“Среднее” Солнце - воображаемая (вычисляемая) точка, равномерно движущаяся по небесному экватору и завершающая по нему полный оборот за один тропический год.



$$\Delta \varphi \sim 1^0; \quad 1^0 \sim 4^m$$

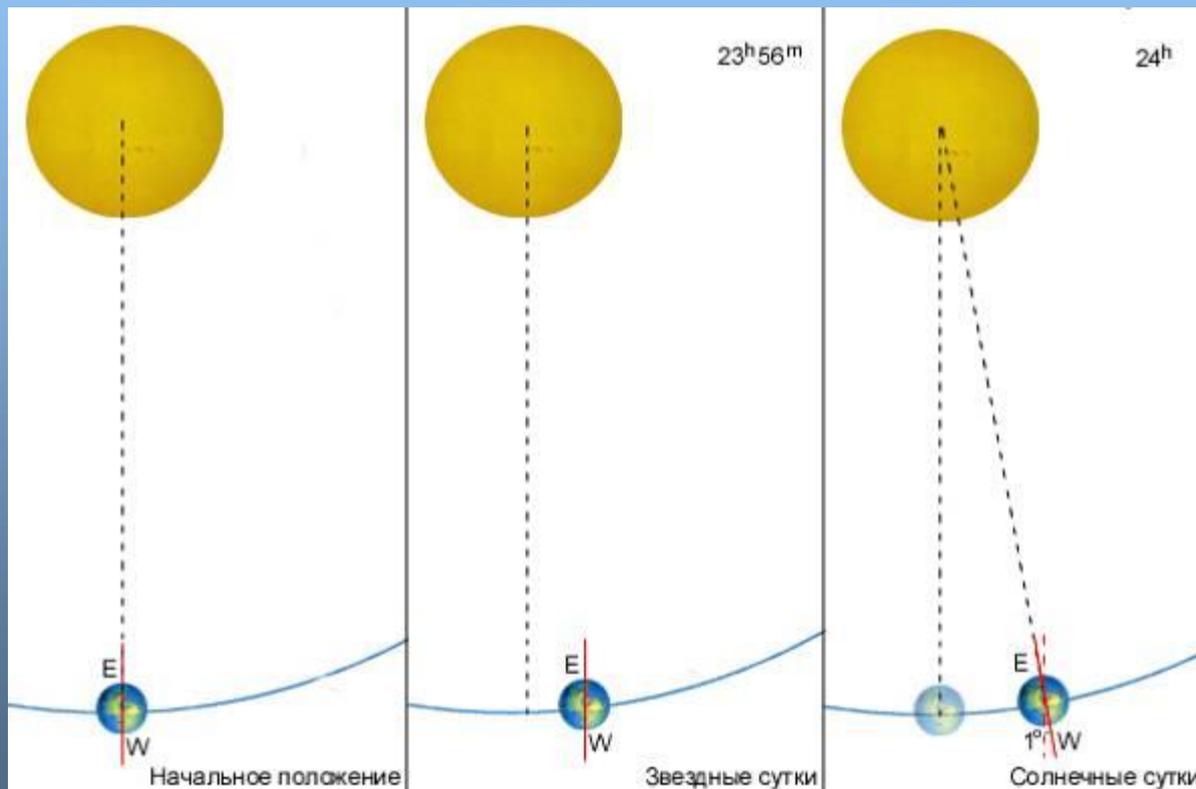


Астрономия

Время и календарь



Время и его измерение, история <http://physics.nist.gov/>



Астрономия

Время и календарь



Сутки [*] - интервал времени между двумя последовательными одноименными кульминациями {*}

[**истинные солнечные**]

{истинного Солнца}

[**средние (солнечные)**]

{“среднего” Солнца} **Точка весеннего равноденствия**

“Среднее” Солнце - воображаемая (вычисляемая) точка, равномерно движущаяся по небесному экватору и завершающая по нему полный оборот за один тропический год.

Время сейчас <http://www.time.gov/>

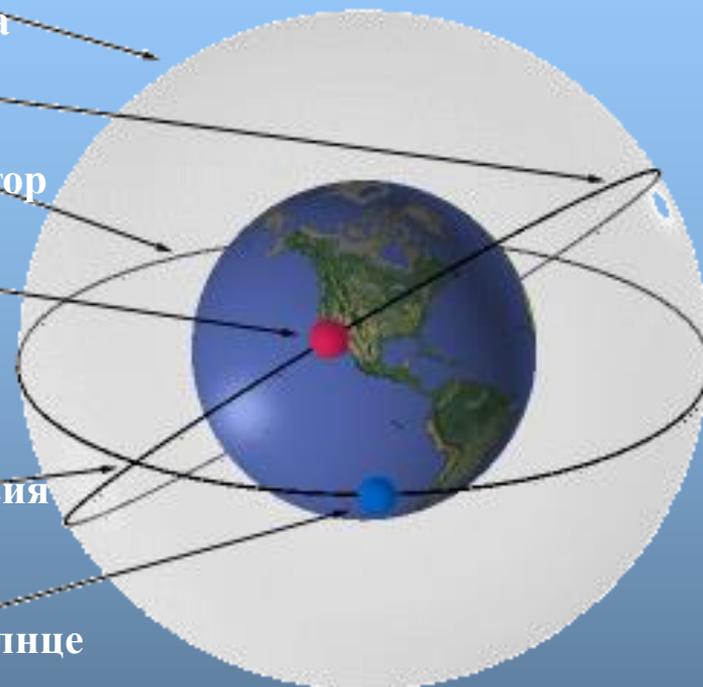
Небесная сфера

Эклиптика

Небесный экватор

Истинное Солнце

Среднее Солнце



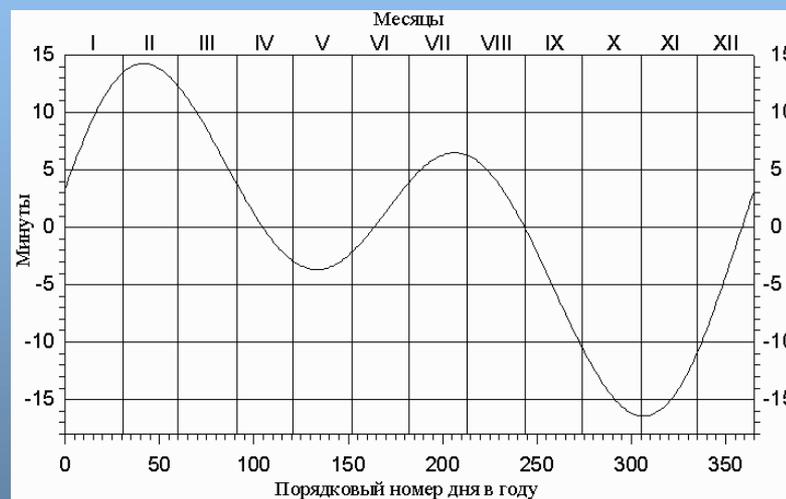
Астрономия

Время и календарь



Время сейчас <http://www.time.gov/>

Универсальный календарь-конвертер <http://emr.cs.uiuc.edu/home/reingold/>



JD - Юлианские дни, в 1583 году,

Ж.Скалигер: **JD** = 1.0 в полдень 1.01.4713 г. до н.э.

На Гринвичском меридиане, т.е. **GMT** = 12^h, так,
в полдень GMT 28.02.2001 наступил **JD**=2 451 969



Астрономия

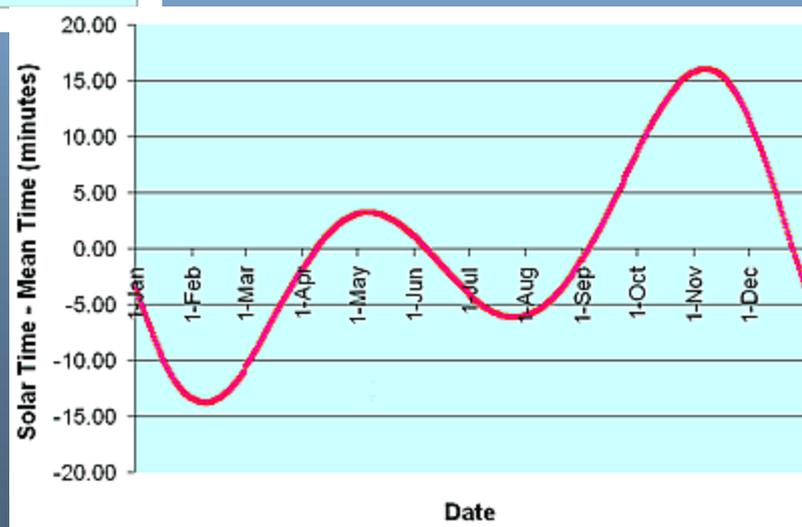
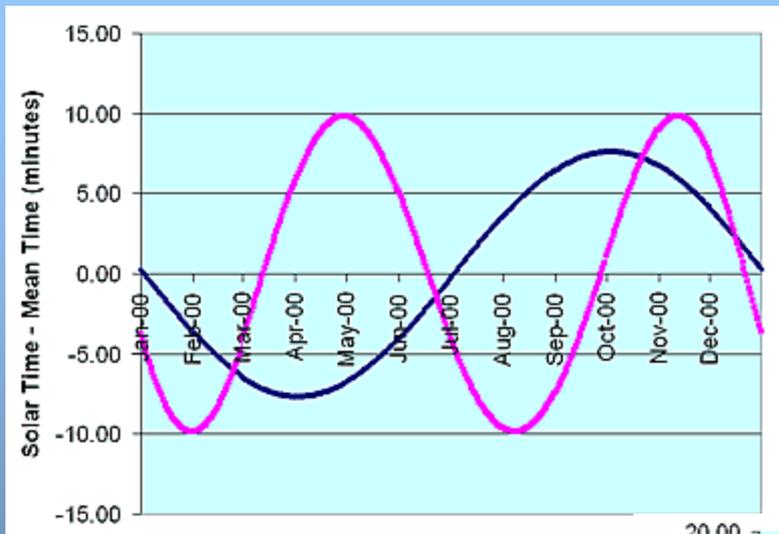
Время и календарь



Время сейчас <http://www.time.gov/>

Вариации неравномерности времени из-за наклона оси Земли к эклиптике, (лиловая линия), и неравномерности движения Земли по эллиптической орбите (синяя линия).

Уравнение времени - сумма этих двух эффектов.

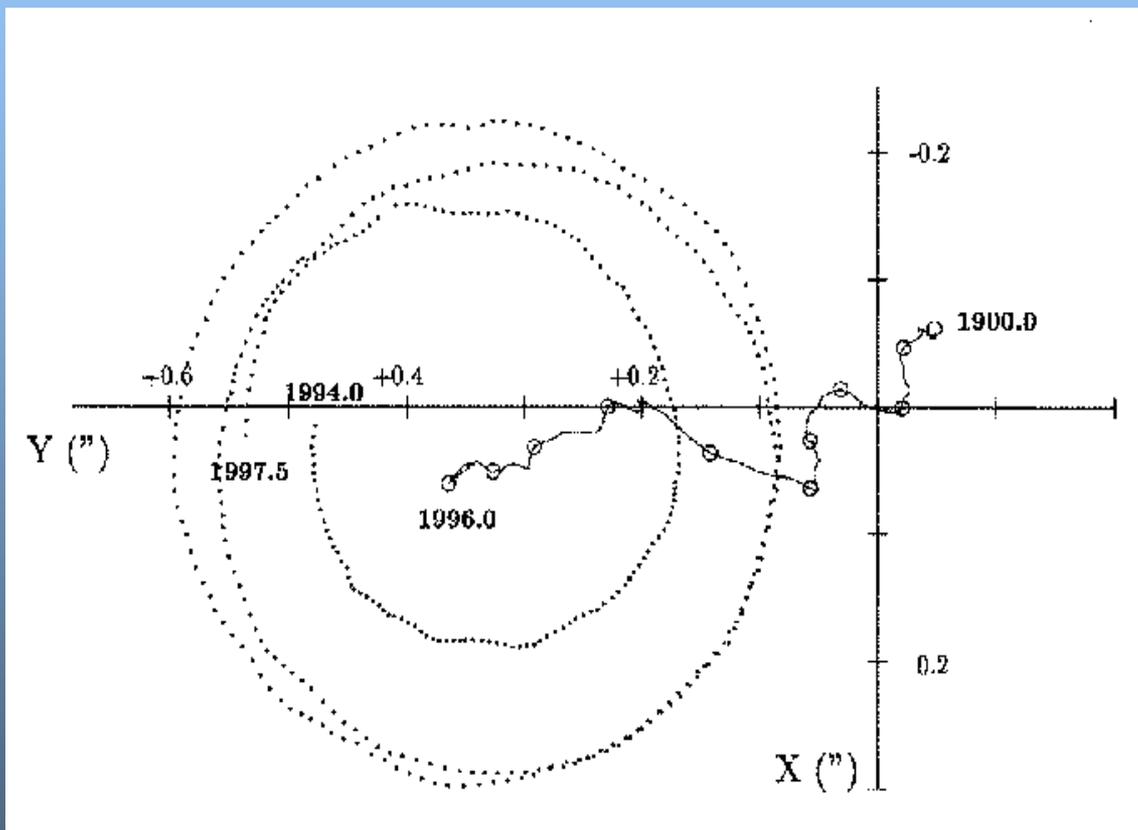


Астрономия

Время и календарь



Время и его измерение, история <http://physics.nist.gov/>



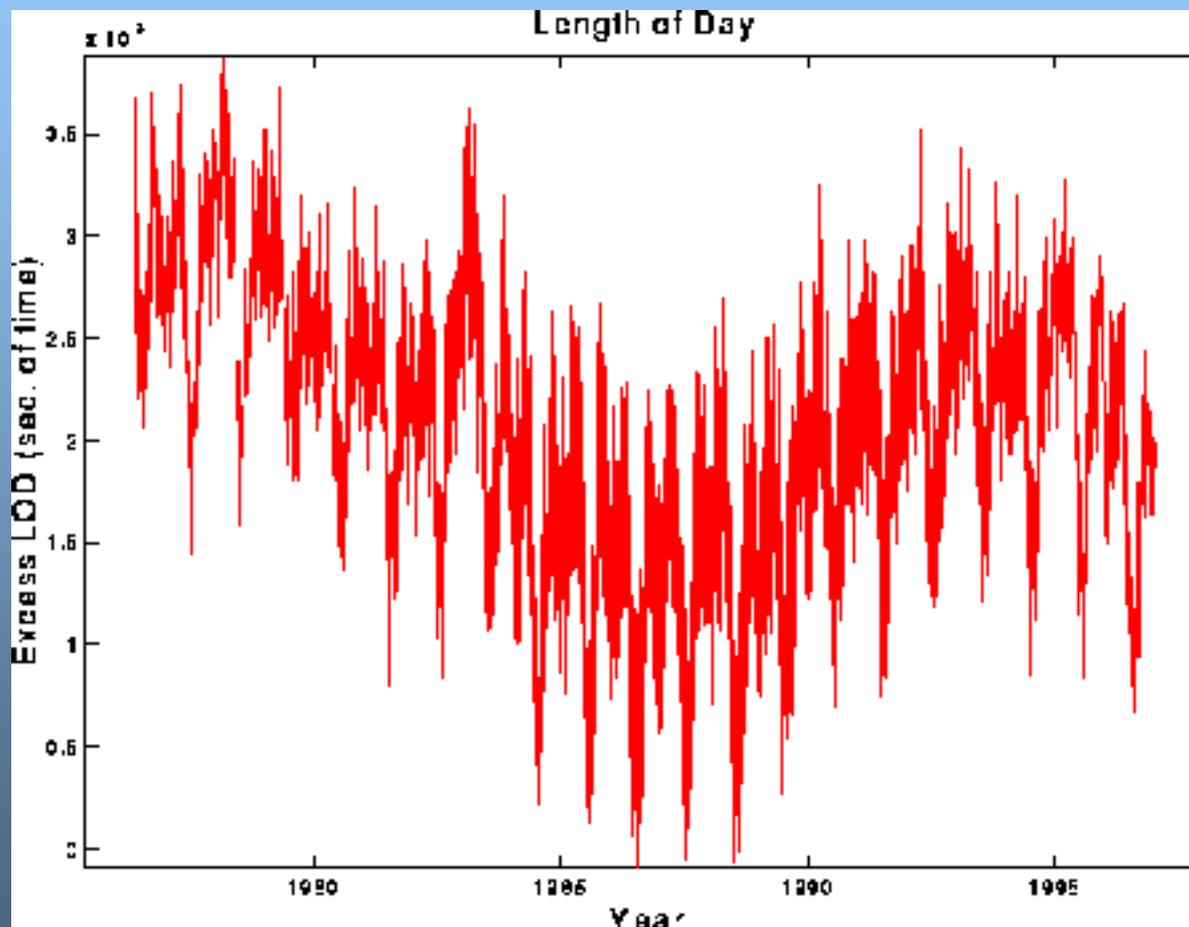
Астрономия

Время и календарь



Время и его измерение, история

<http://physics.nist.gov/>



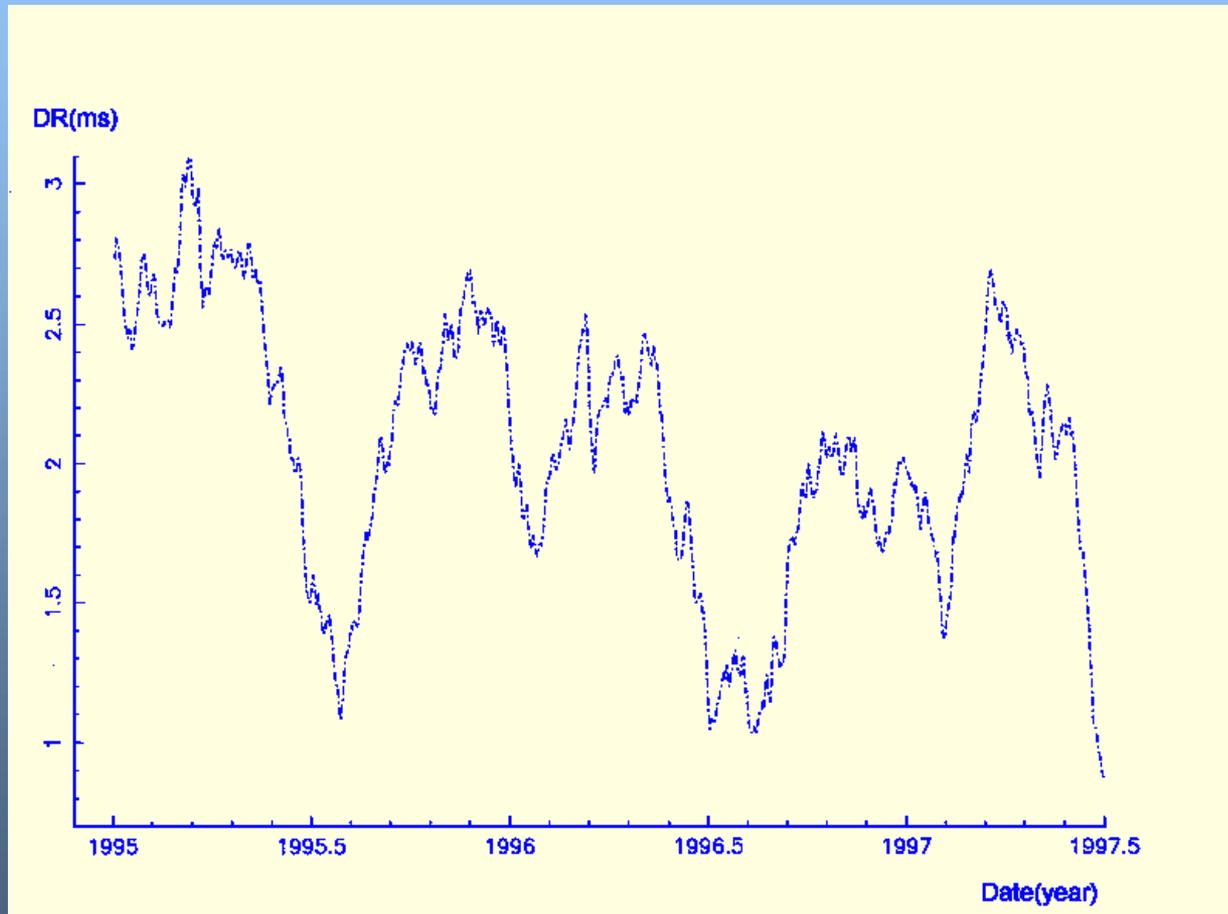
Астрономия

Время и календарь



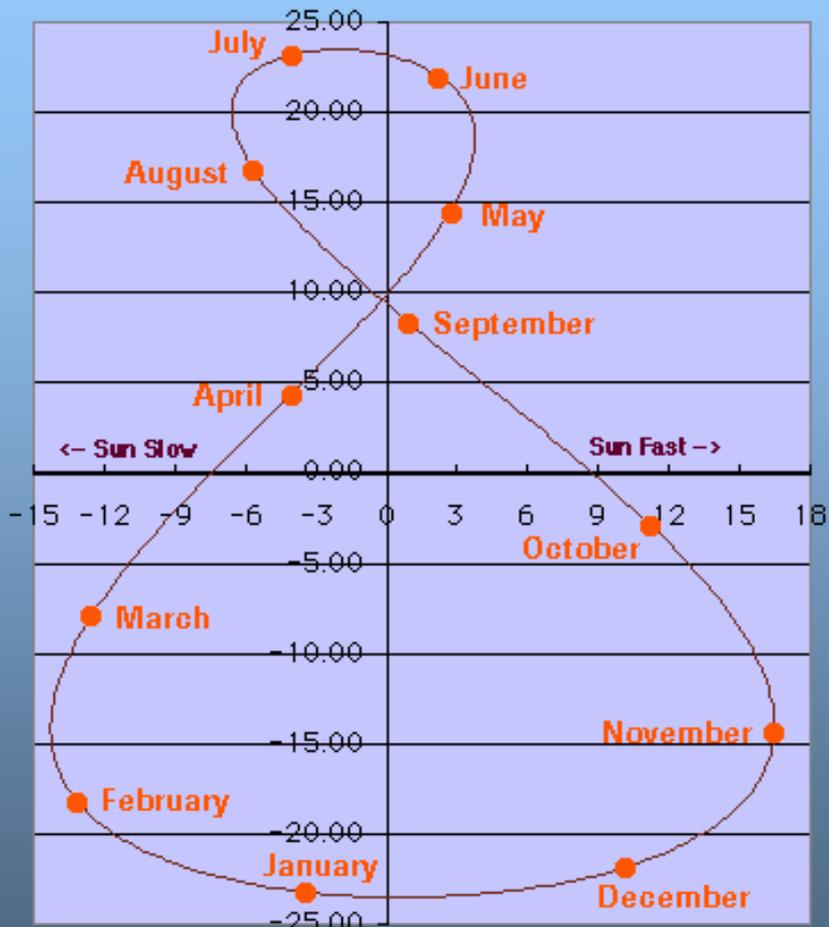
Время и его измерение, история

<http://physics.nist.gov/>



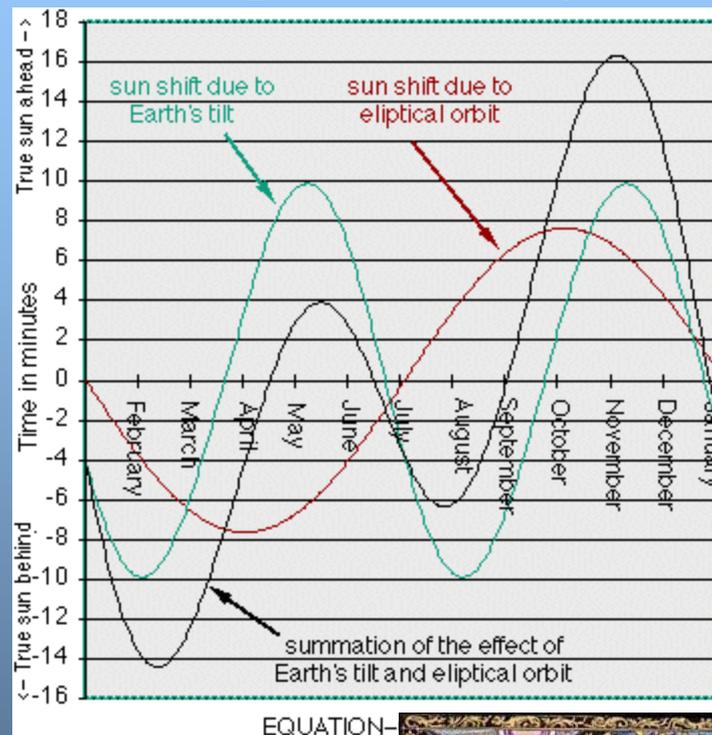
Астрономия

Время и календарь



Аналема Солнца

Время сейчас <http://www.time.gov/>



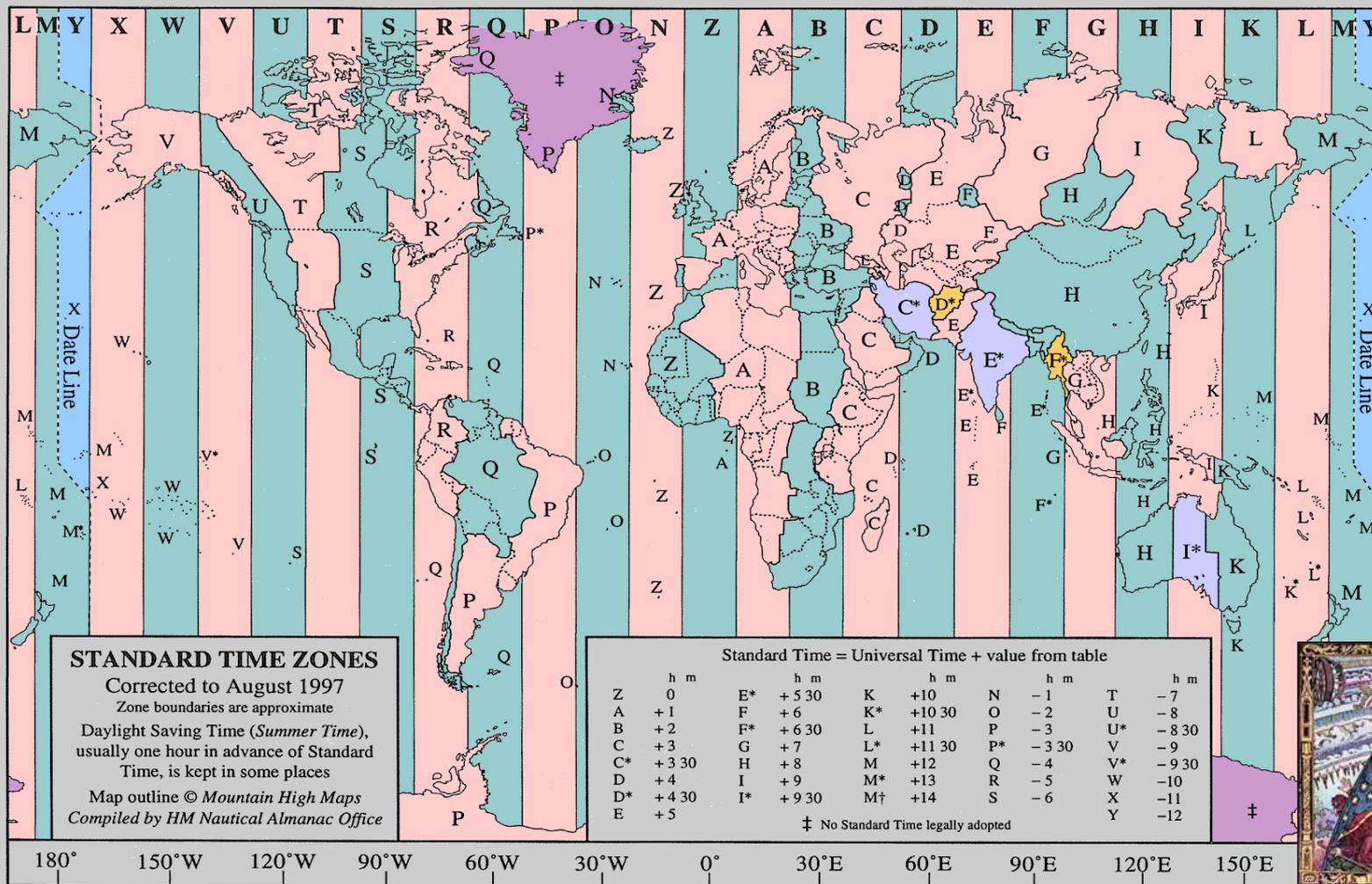
Уравнение времени - сумма двух эффектов.



Астрономия

Время и календарь

Время сейчас <http://www.time.gov/>

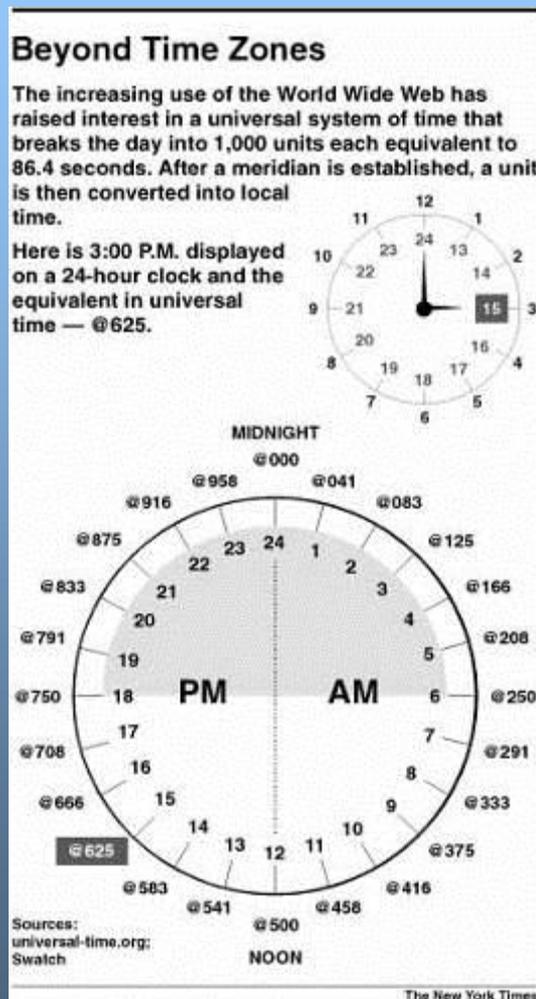


Астрономия

Время и календарь



Время сейчас <http://www.time.gov/>



AM - ante meridiem (до полудня)
PM - post meridiem (после полудня)
GMT или UT - Всемирное время,
Гринвичское среднее время
ET - эфемеридное время,
IAT - атомное время

Поясное время - с 1884 года,
уточненные часовые пояса - с 1981 г,
декретное время (+1 час) - с 1930 г,
летнее время (+1 час) - с 1981 г.



Астрономия

Небесная механика

Законы Кеплера и возмущения

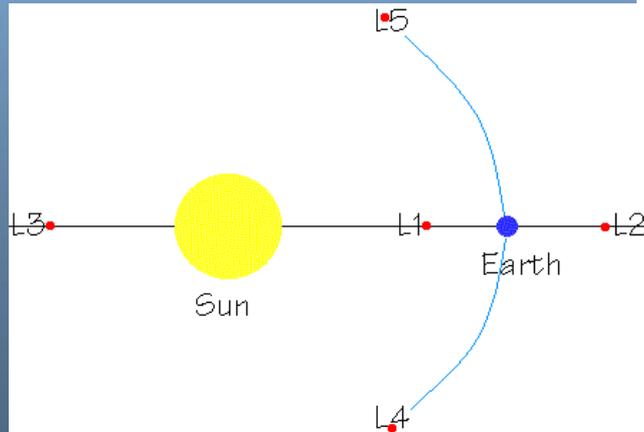
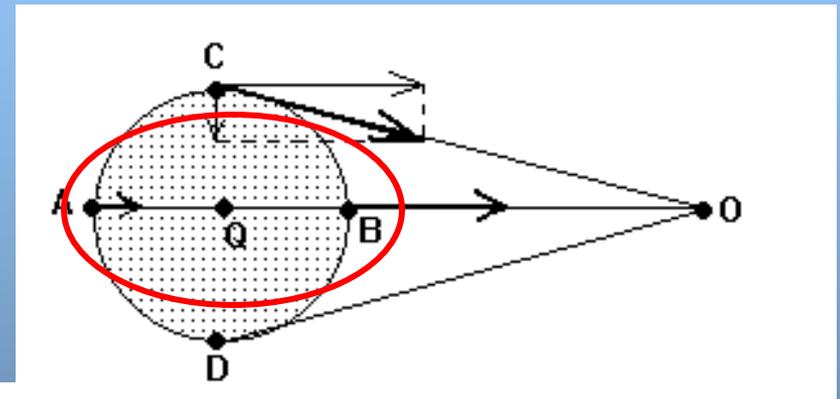


Время сейчас <http://www.time.gov/>

3) Задача N-тел

2) задача 3-х тел

1) задача 2-х тел (1-2)



Возмущенное движение

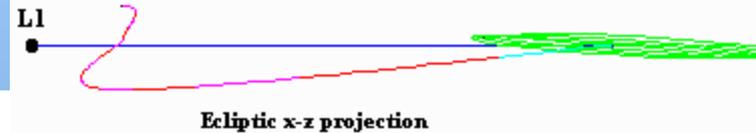
Частное решение:
точки Лагранжа
АСЕ, СОНО...



Астрономия

Небесная механика

Законы Кеплера и возмущения



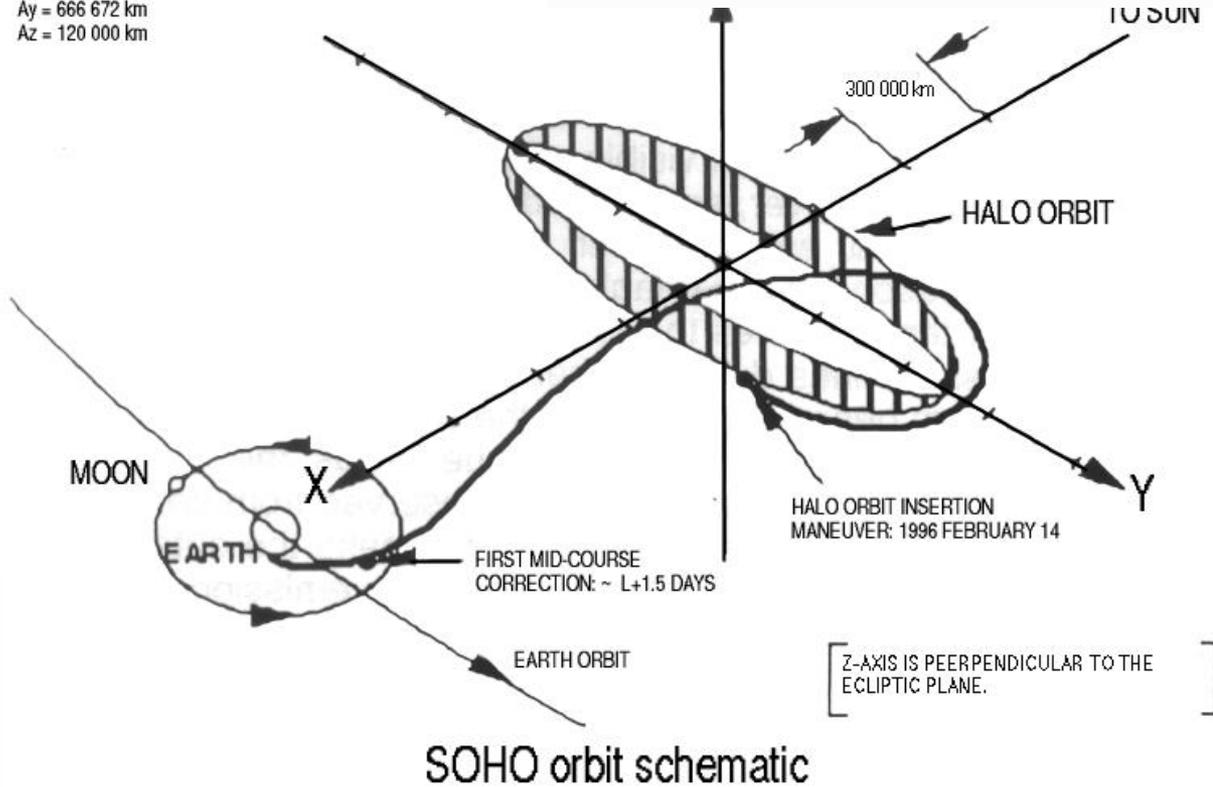
Частное решение:
точки Лагранжа
АСЕ, SOHO...

Nominal orbital parameters:

$Ax = 206\,448$ km

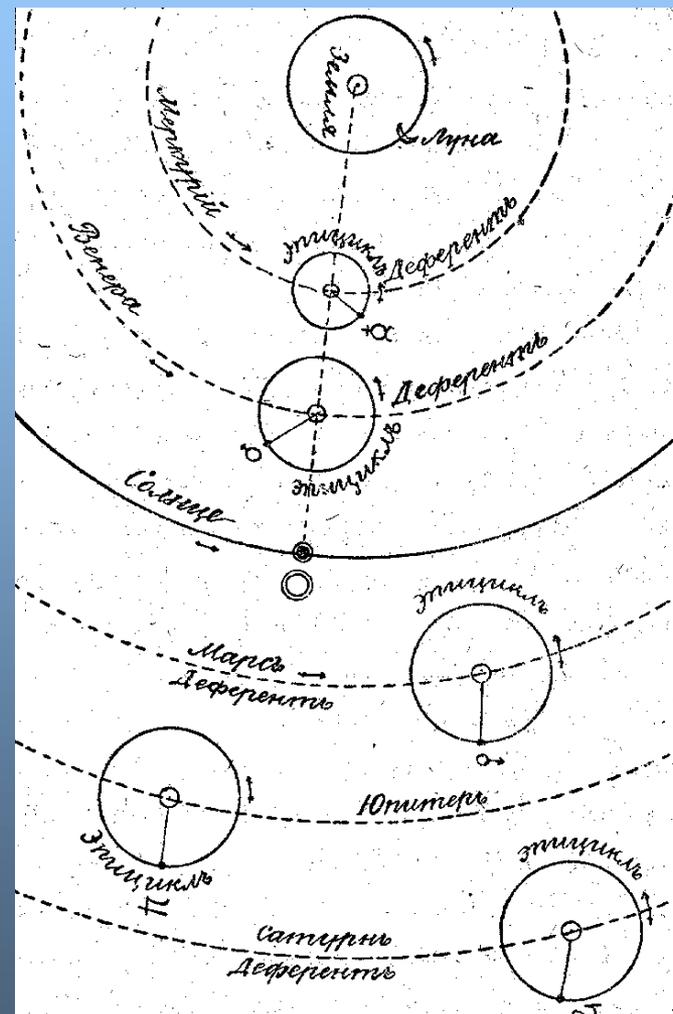
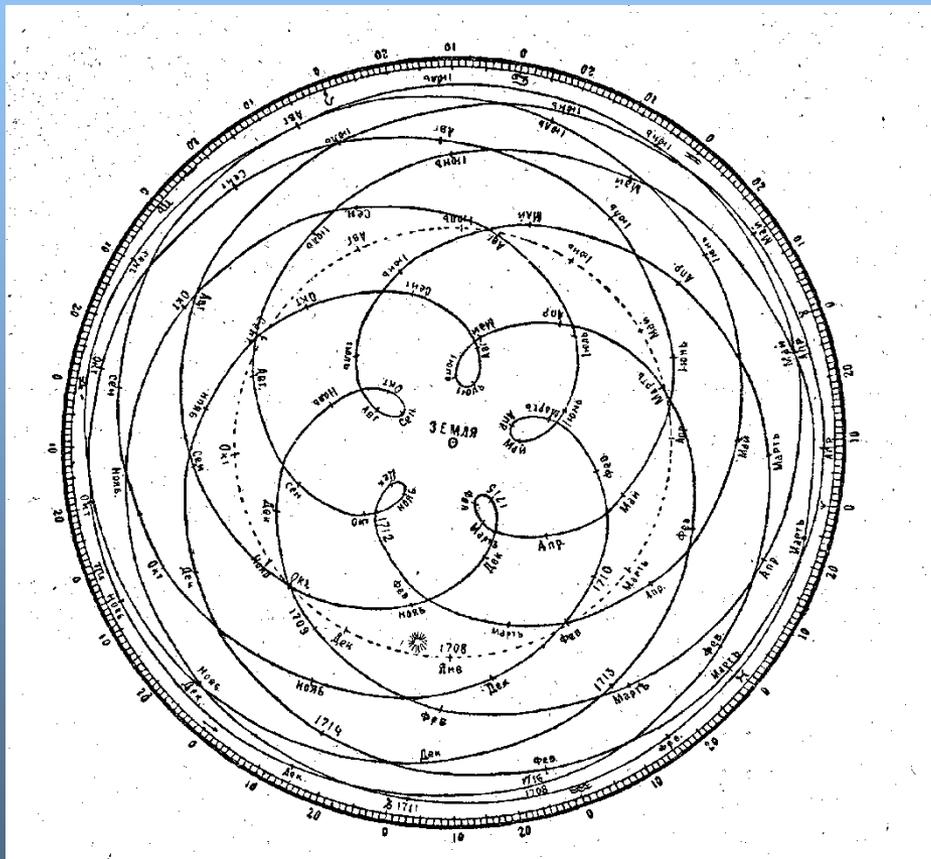
$Ay = 666\,672$ km

$Az = 120\,000$ km



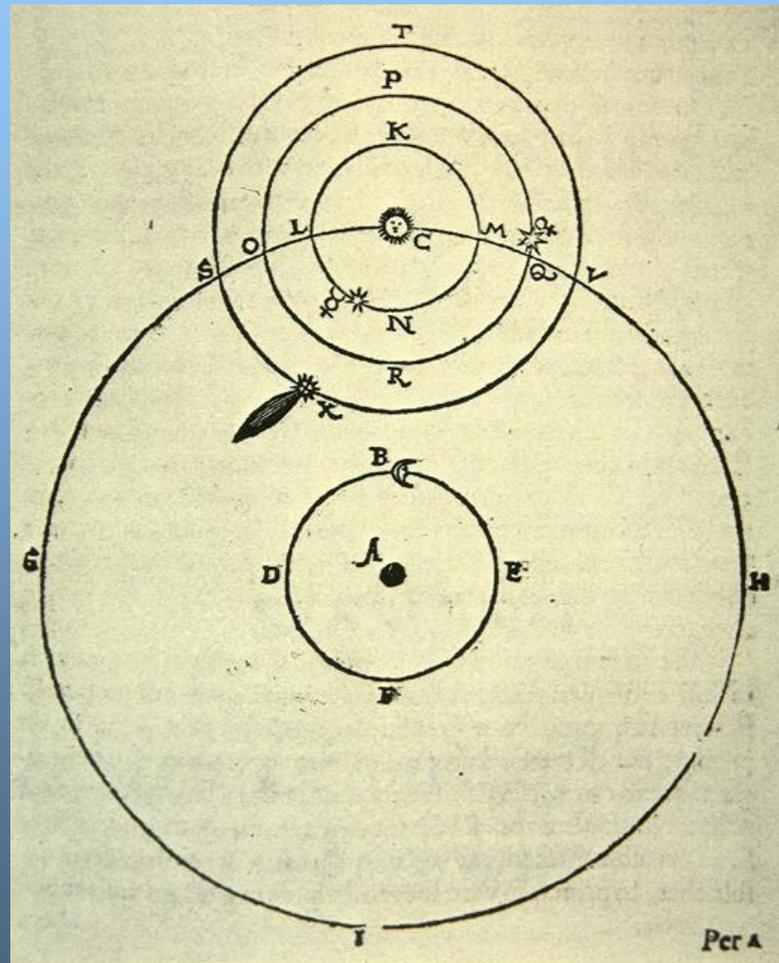
Астрономия

История астрономии - геоцентрическая система



Астрономия

История астрономии - Тихо Браге



Астрономия

История астрономии - Исаак Ньютон



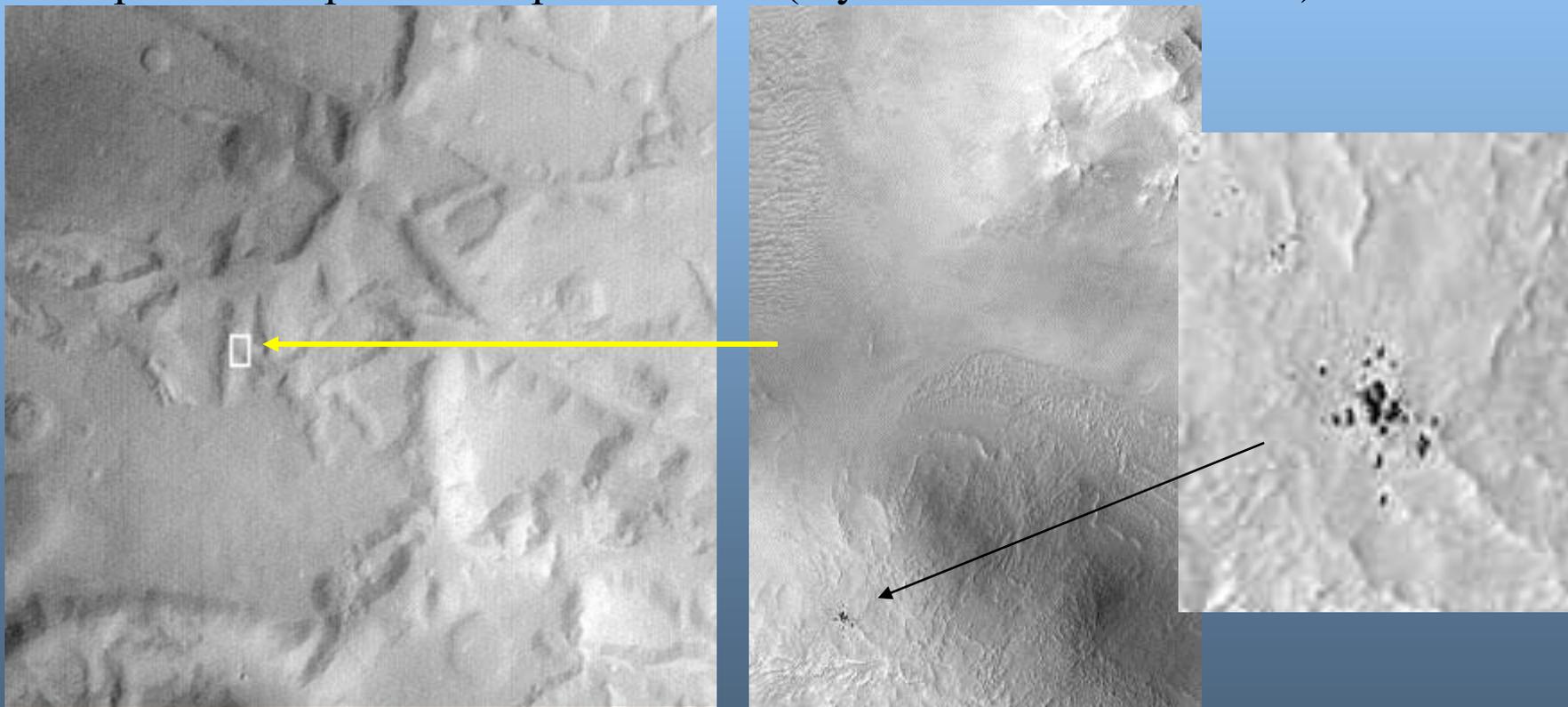
Астрономия

AstroNews - новости астрономии

Сообщение о работе студентов, изучающих снимки с Марса, полученных с аппарата **Mars Global Surveyor (MGS)**, на которых изображены странные черные камни (mysterious black boulders)



MGS
Марс



Астрономия

AstroNews - новости астрономии

Сообщение о работе студентов, изучающих снимки с Марса, полученных с аппарата **Mars Global Surveyor (MGS)**, на которых изображены странные черные камни (mysterious black boulders)



MGS
Марс

