

Астрономия

Небесная сфера - системы координат



SkyGlobe



(c) 2003

mez@karelia.ru

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

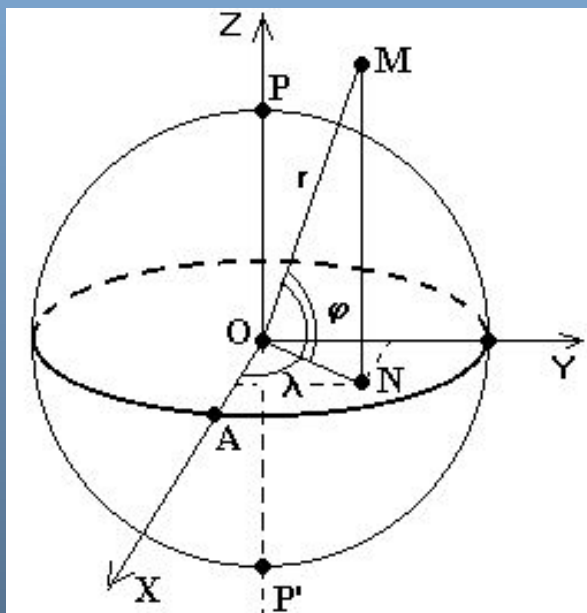
SkyGlobe



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.

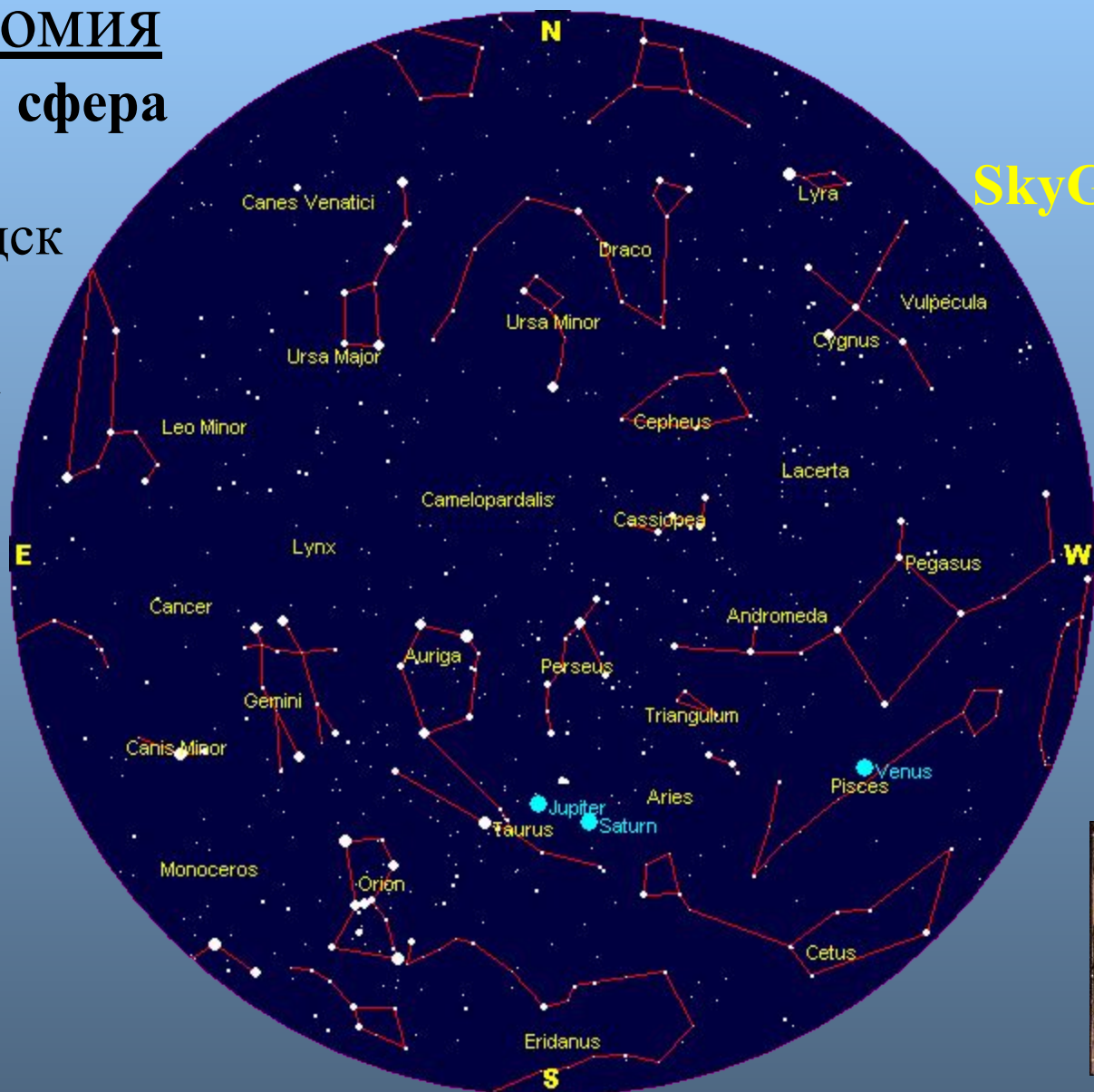
Какое движение (физическая основа) задает систему координат?



Астрономия

Небесная сфера

Петрозаводск
21.02.2001
18:30 МСК



SkyGlobe



(c) 2003

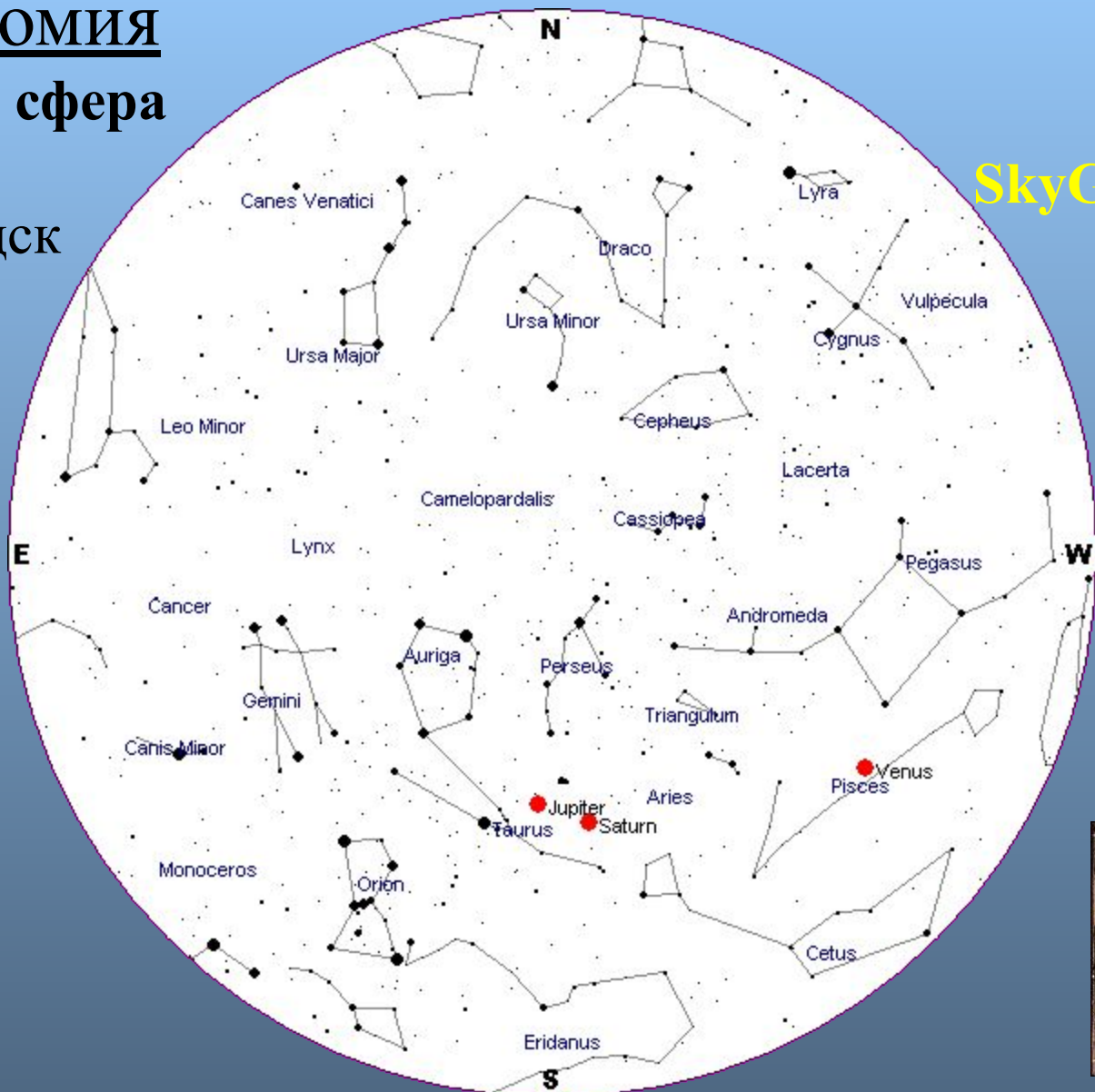
mez@karelia.ru

3

Астрономия

Небесная сфера

Петрозаводск
21.02.2001
18:30 МСК



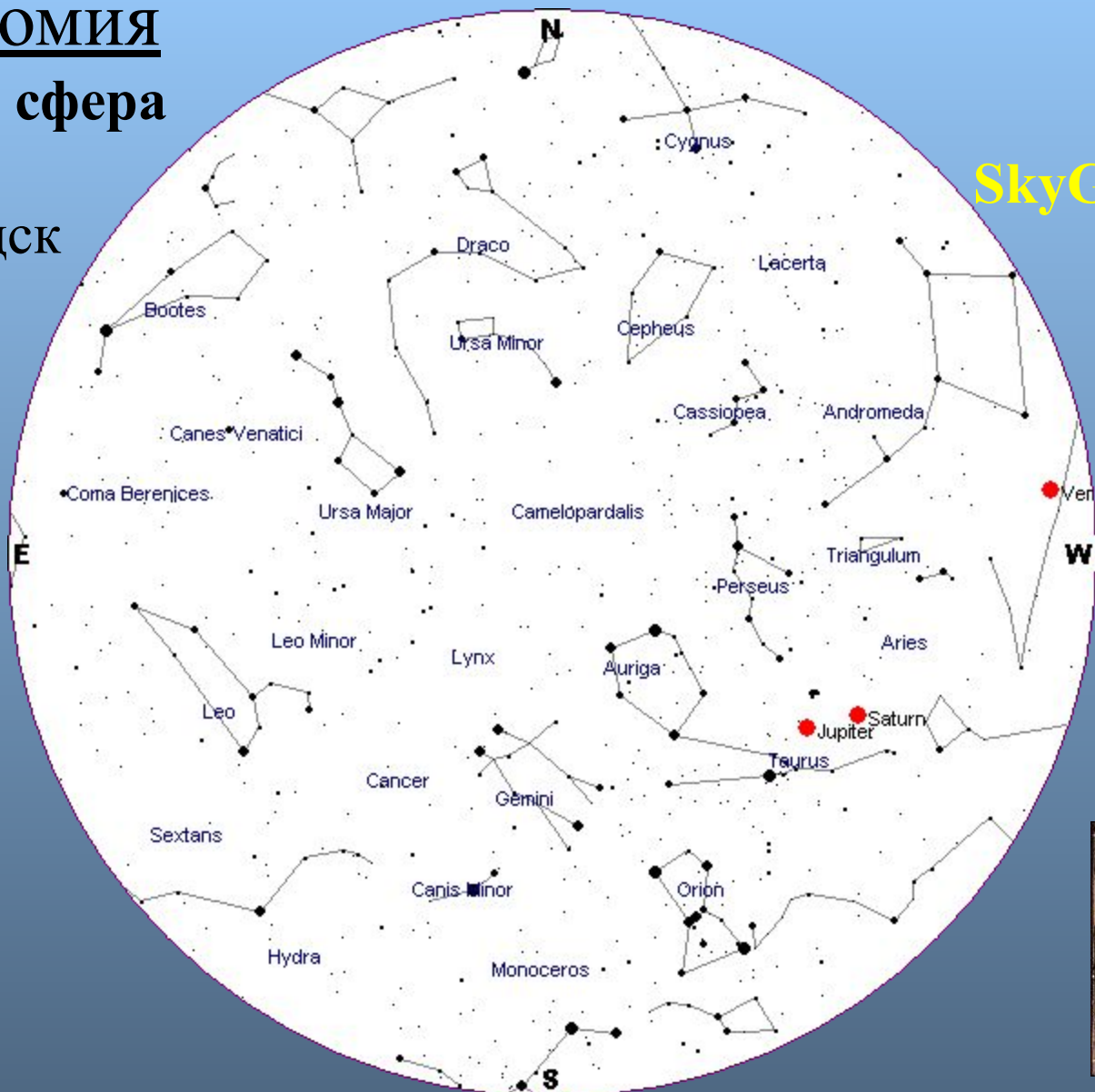
SkyGlobe



Астрономия

Небесная сфера

Петрозаводск
21.02.2001
21:30 МСК



SkyGlobe



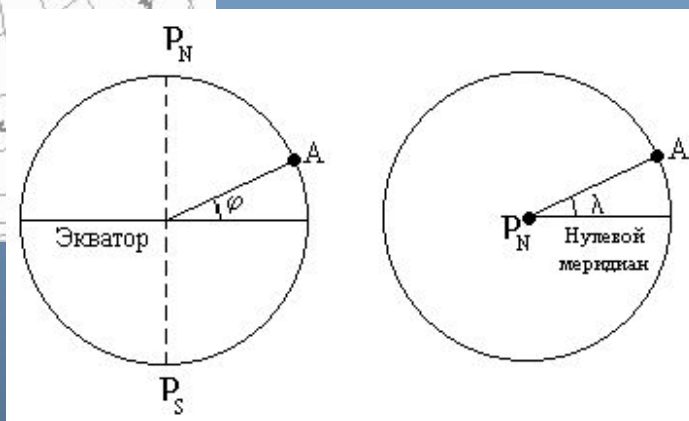
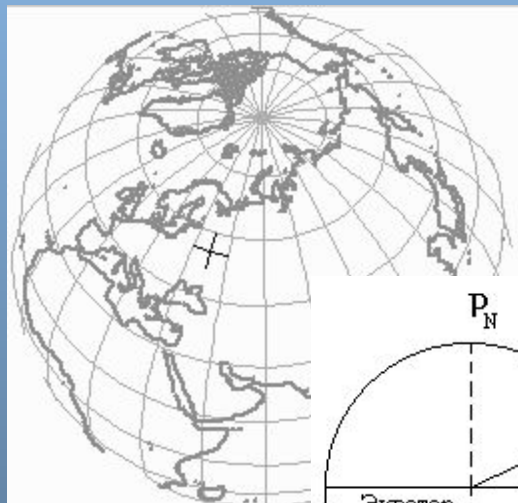
Астрономия

Небесная сфера - системы координат

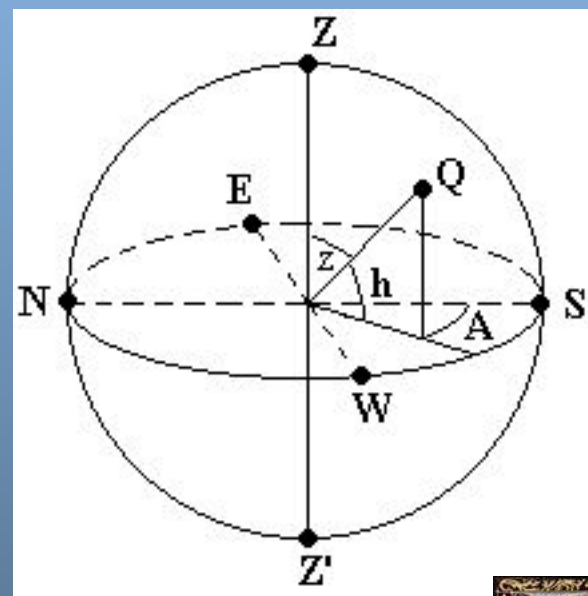


SkyGlobe

Географические координаты



Горизонтальная с.к.



Географические с.к.

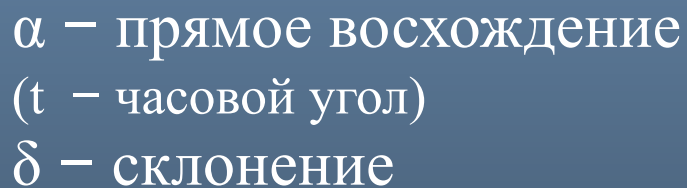
Применение GPS





Экваториальная с.к.

SkyGlobe



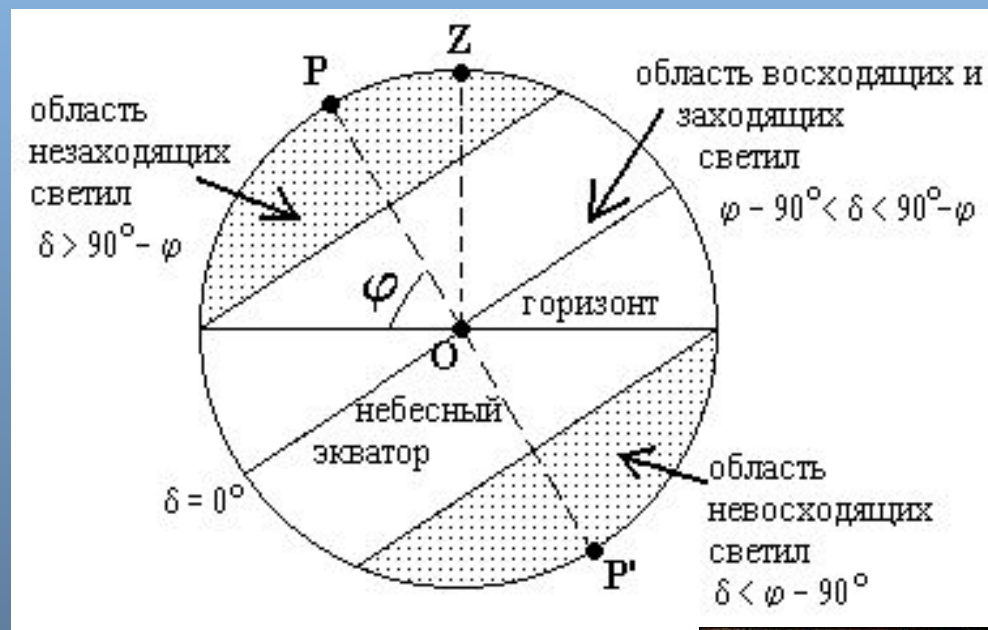
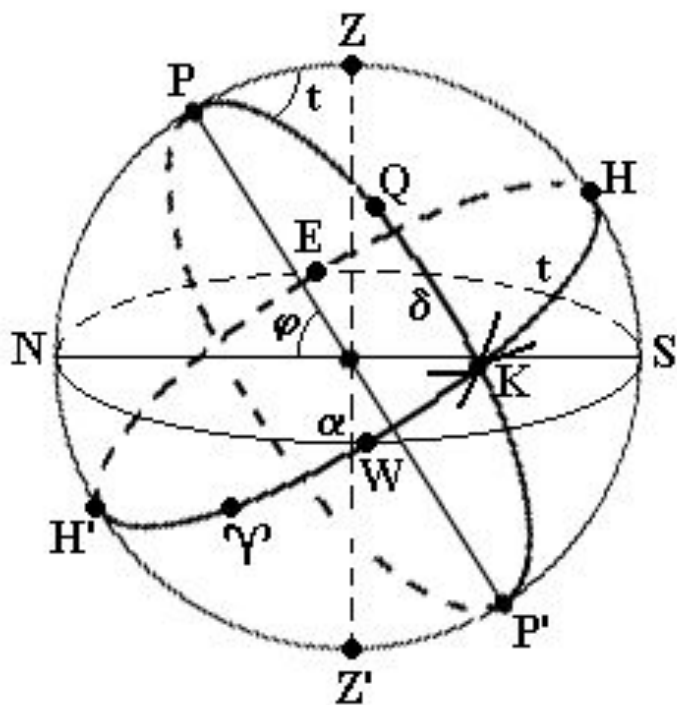
Теорема о высоте полюса мира

Астрономия

Небесная сфера - системы координат

Экваториальная с.к.

SkyGlobe



Движение светил



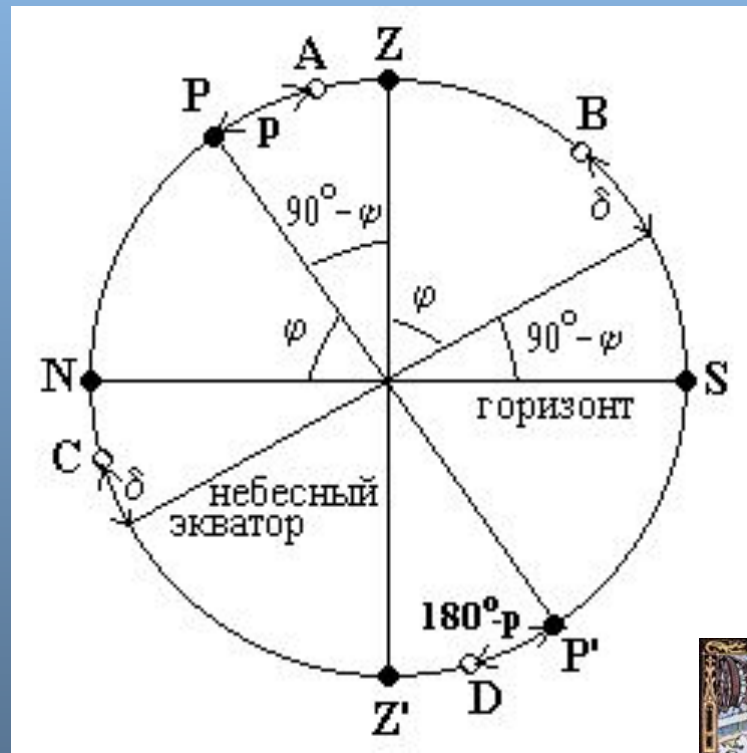
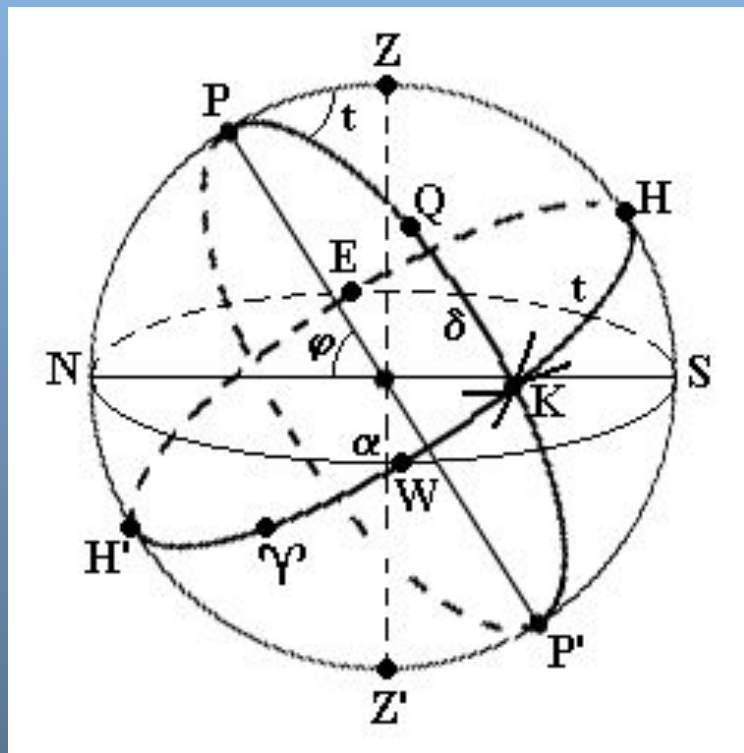
α – прямое восхождение
 δ – склонение

Астрономия

Небесная сфера - системы координат

Экваториальная с.к.

SkyGlobe



α – прямое восхождение
 δ – склонение

Кульминации светил



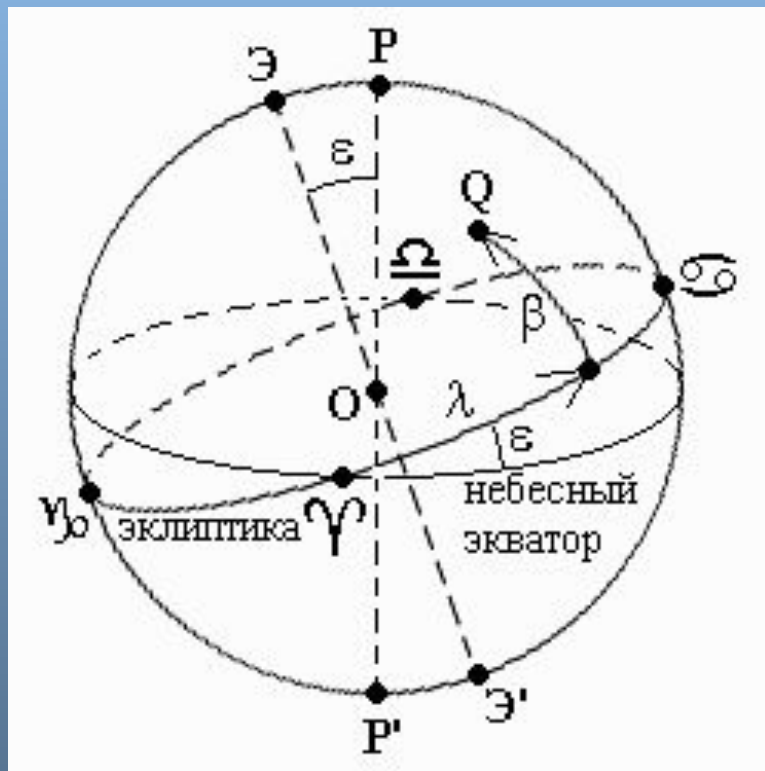
Астрономия

Небесная сфера - системы координат



Эклиптическая (эклиптикальная) с.к.

SkyGlobe



γ- точка весеннего
равноденствия

♎- точка осеннего
равноденствия

β – эклиптикальная
широта

λ – эклиптикальная
долгота

♊- точка летнего
солнцестояния

♐- точка зимнего
солнцестояния

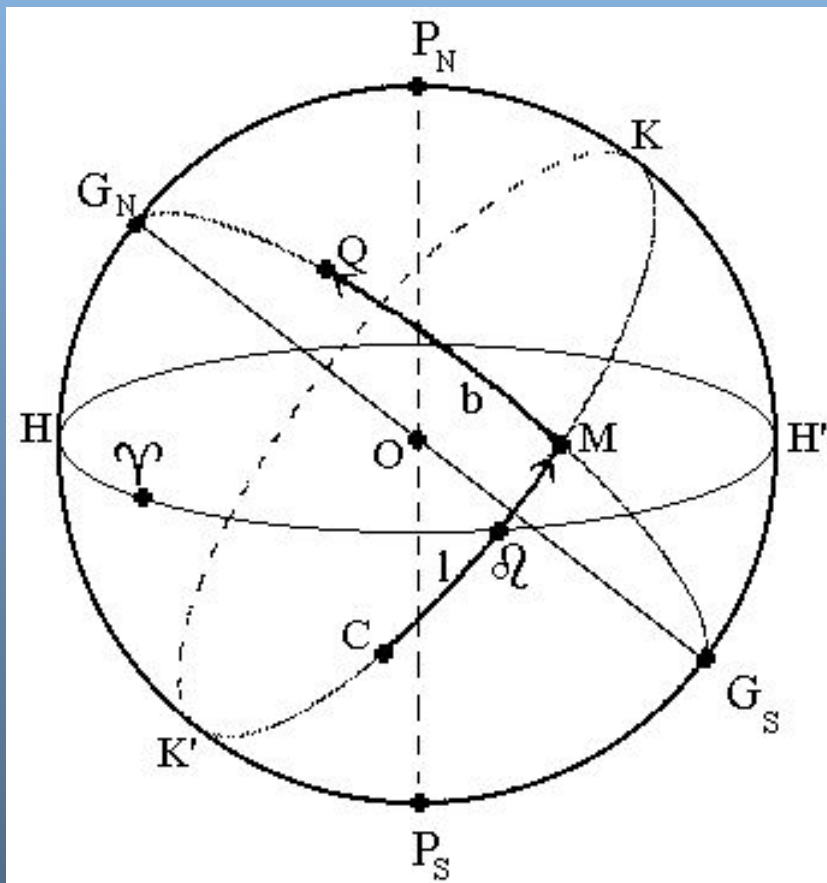


Небесная сфера - системы координат



Галактическая с.к.

SkyGlobe



☿- 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 $22\text{-}25$ 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

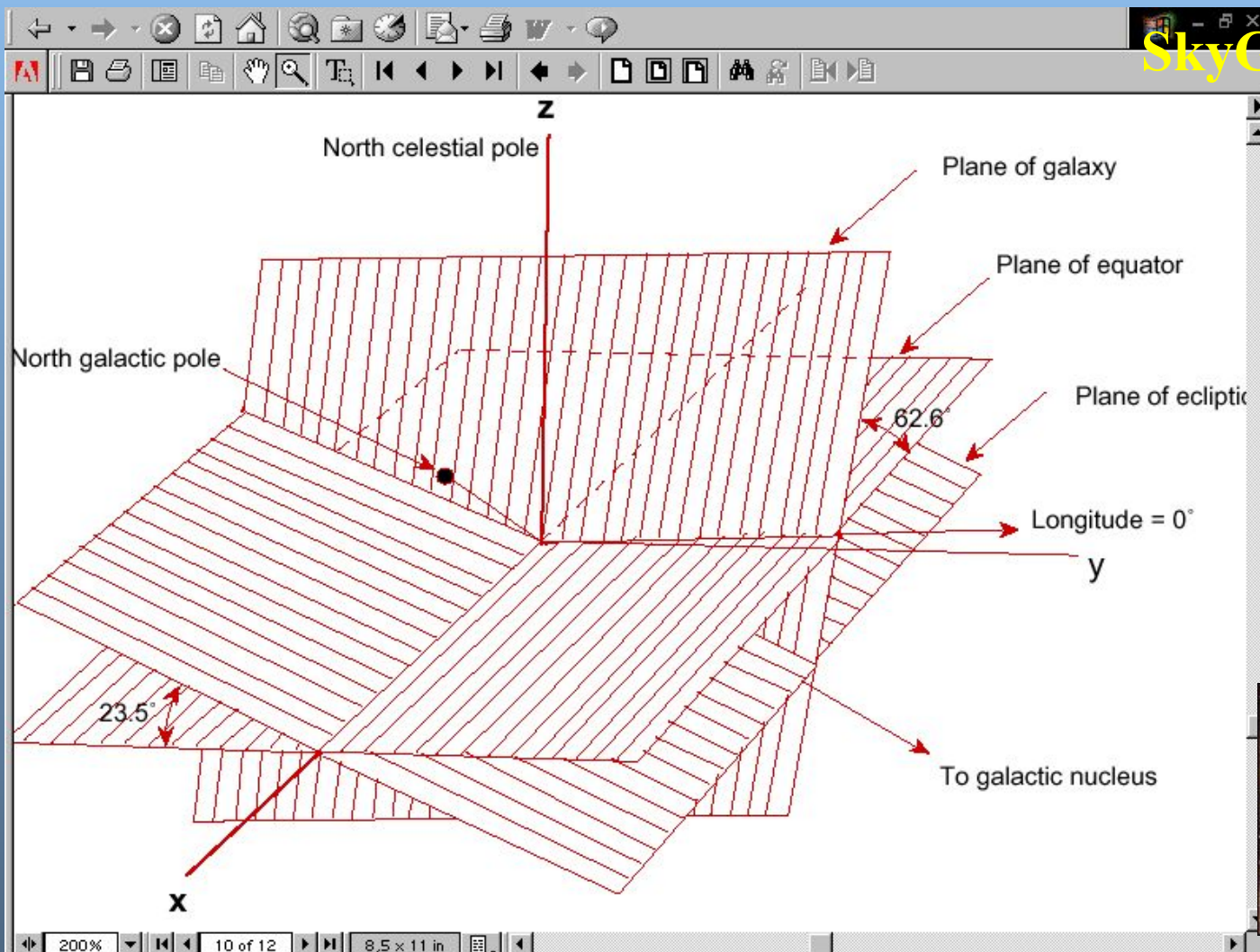


Астрономия

Небесная сфера - системы координат



SkyGlobe

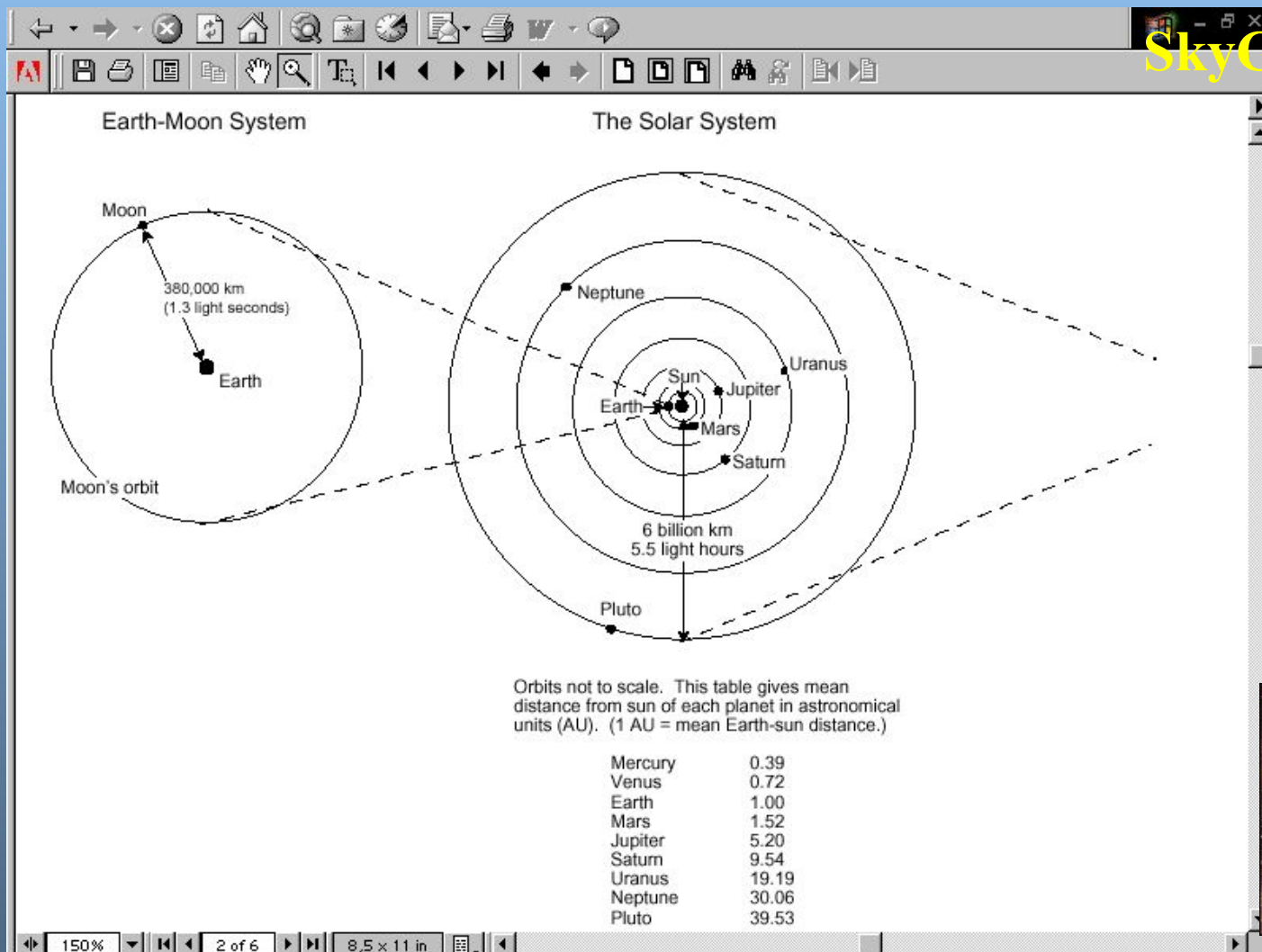


Астрономия

Небесная сфера - системы координат



SkyGlobe

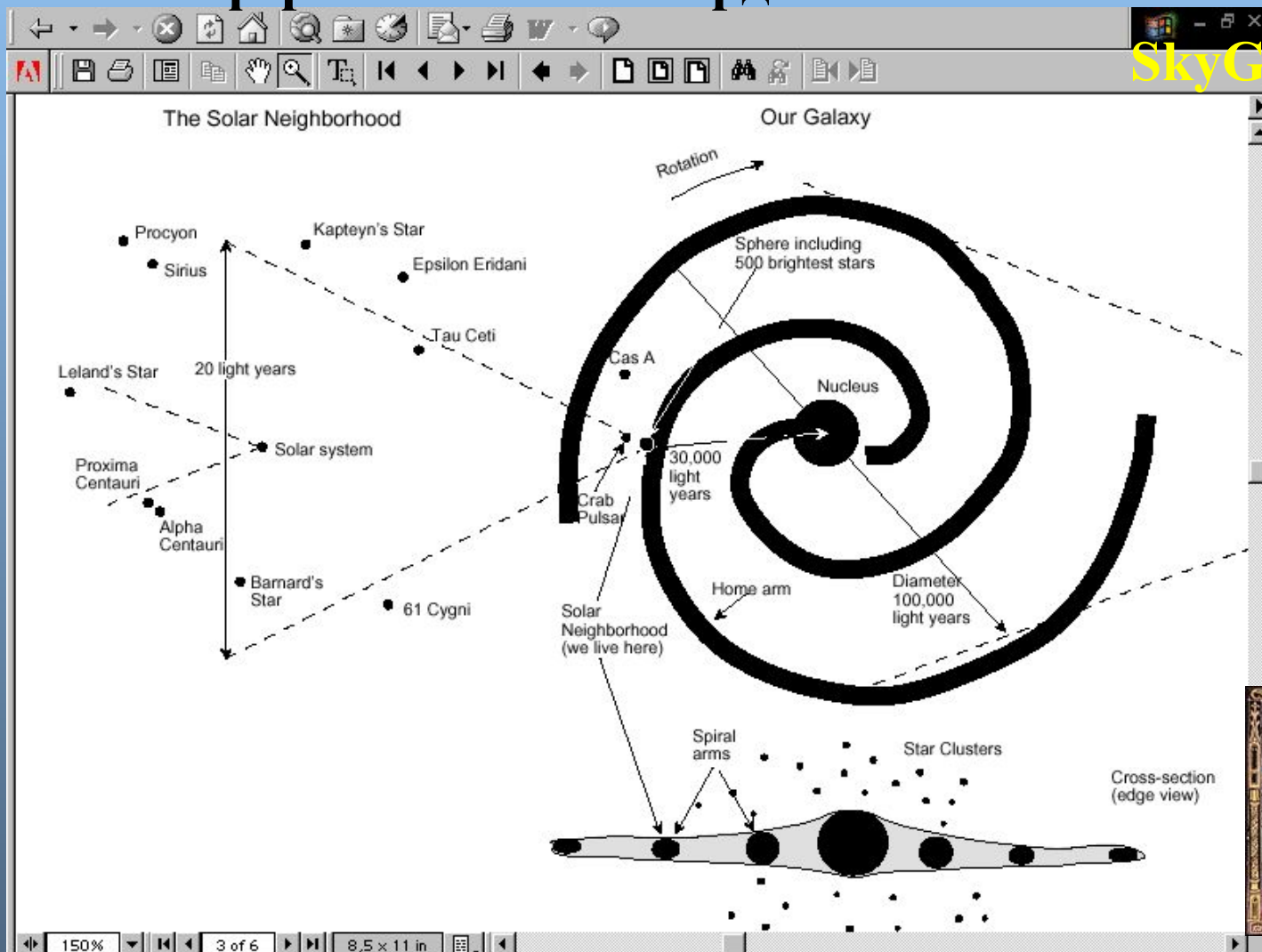


Астрономия

Небесная сфера - системы координат



SkyGlobe

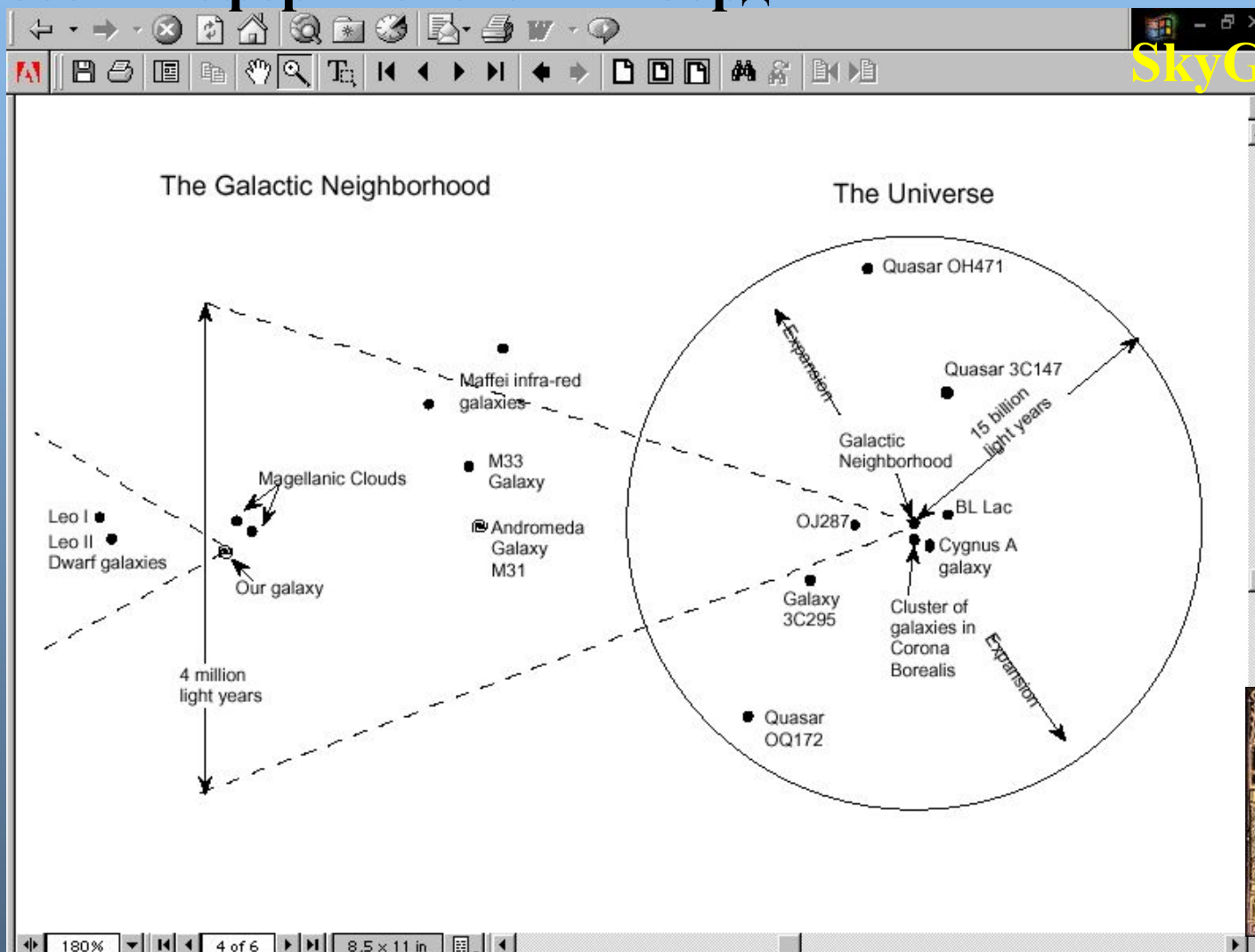


Астрономия

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

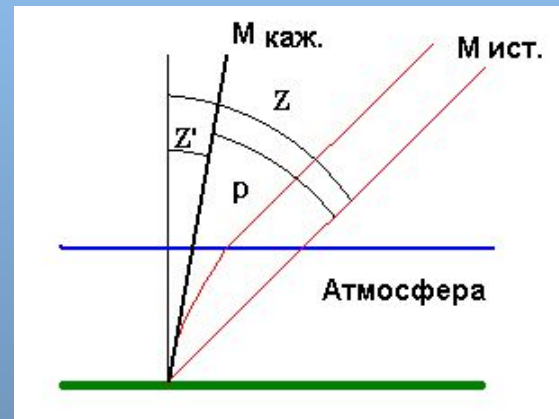
- **Наблюдатель находится на движущемся небесном теле,** число движений велико, вклад их в искажение различен: вращение Земли вокруг оси, вокруг З. Вокруг ц.м. системы Земля-Луна, обращение вокруг Солнца, движение вместе с Солнечной системой вокруг центра Галактики, движение относительно локальной группы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



Астрономия

Факторы, искажающие положение светил на небесной сфере

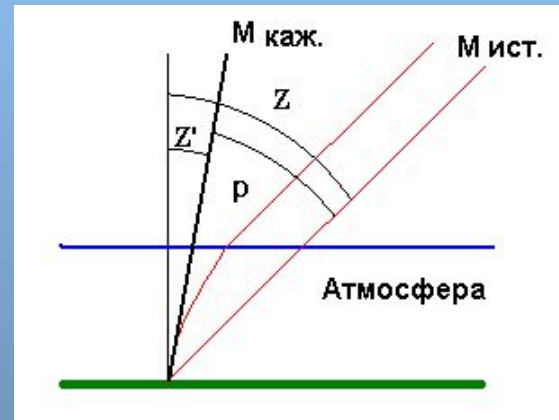
- Рефракция
- Суточный параллакс
- Годичный параллакс
- Аберрация
 - суточная аберрация
 - годичная аберрация
- Прецессия
- Нутация
- Собственные движения светил



Астрономия

Факторы, искажающие положение светил на небесной сфере

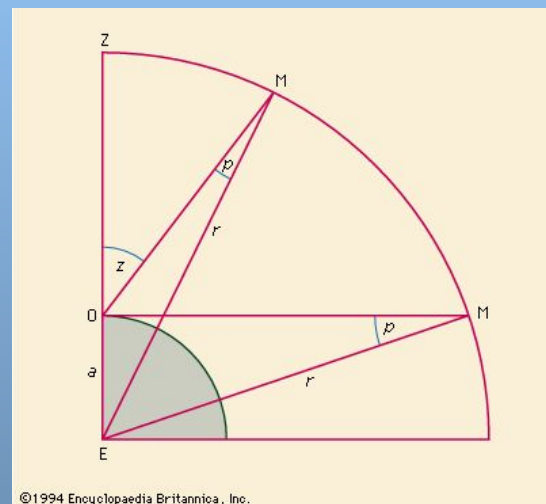
- Рефракция -
от 0 до 35' (' - угловая минута)



Астрономия

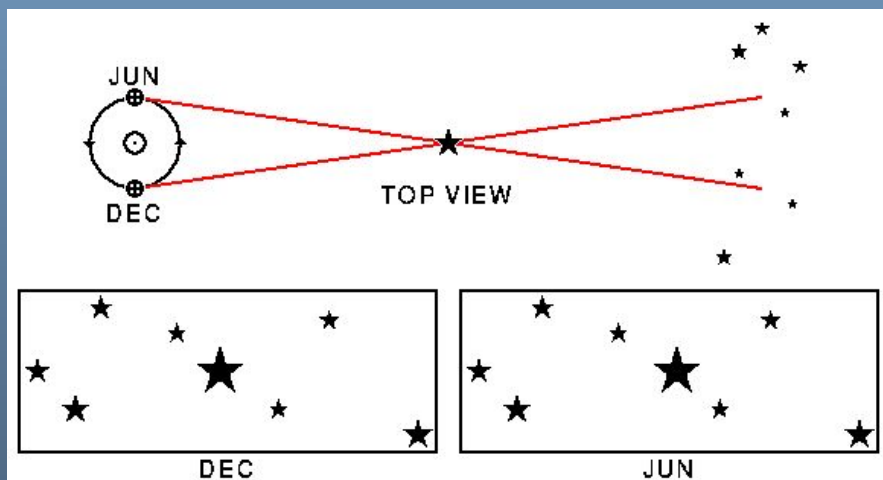
Факторы, искажающие положение светил на небесной сфере

- **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

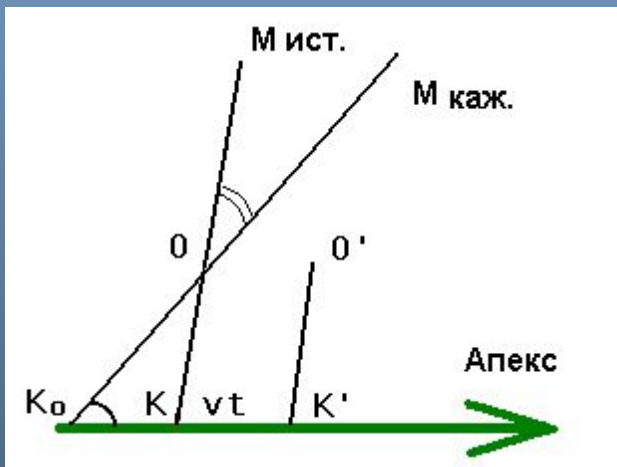


Астрономия



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

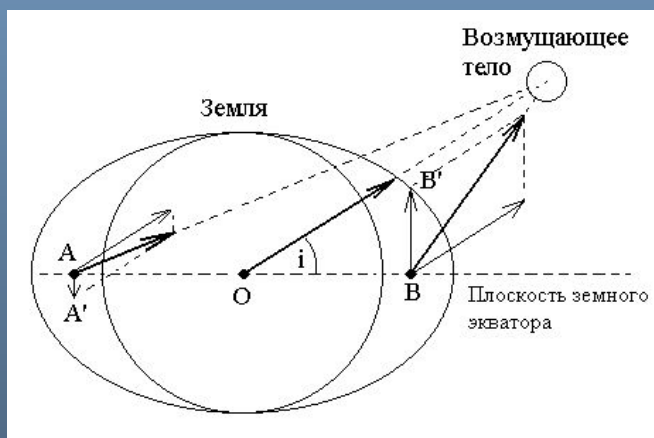
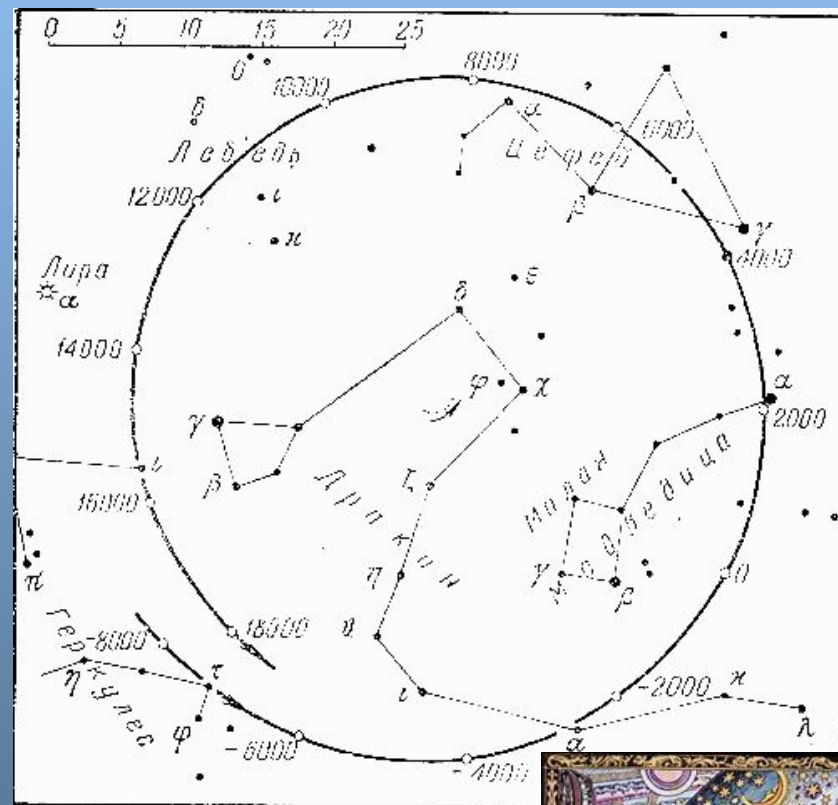
Факторы, искажающие положение светил на небесной сфере

- **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 $10'',27$

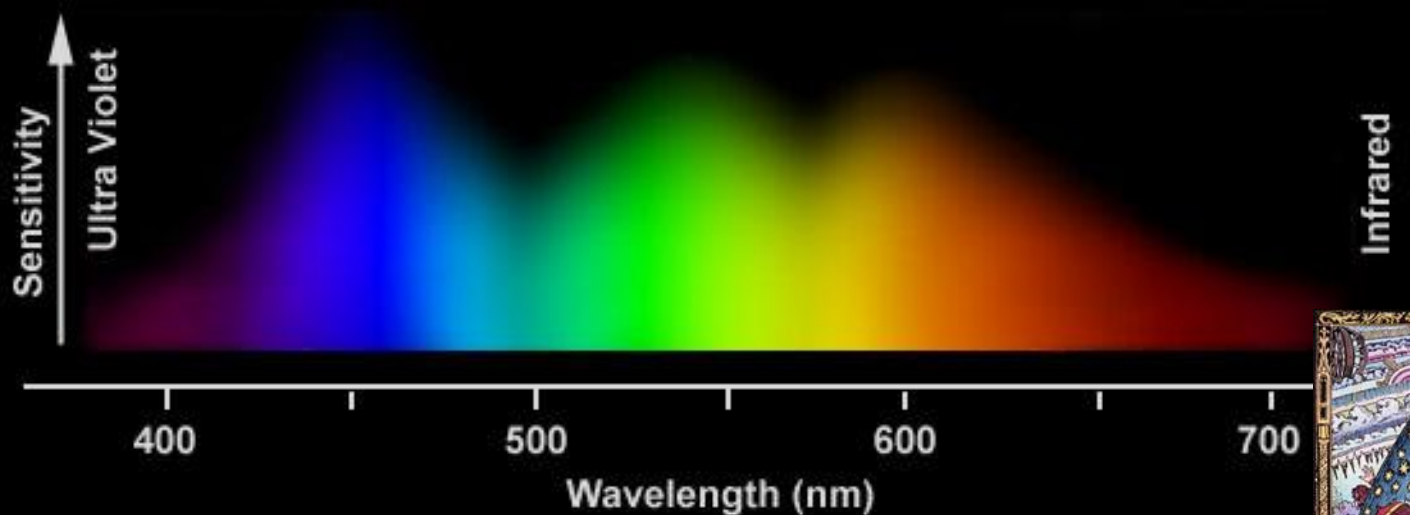
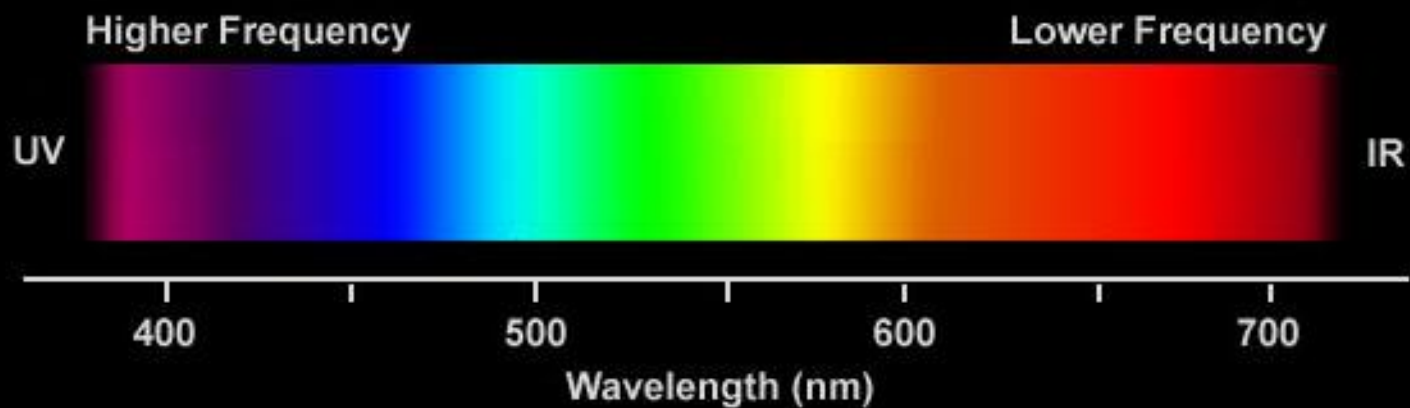
& Большой Медведицы - в год $0'',36$

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



Астрономия

Оптические «обманы» - физика и физиология



Астрономия

Оптические «обманы» - физика и физиология

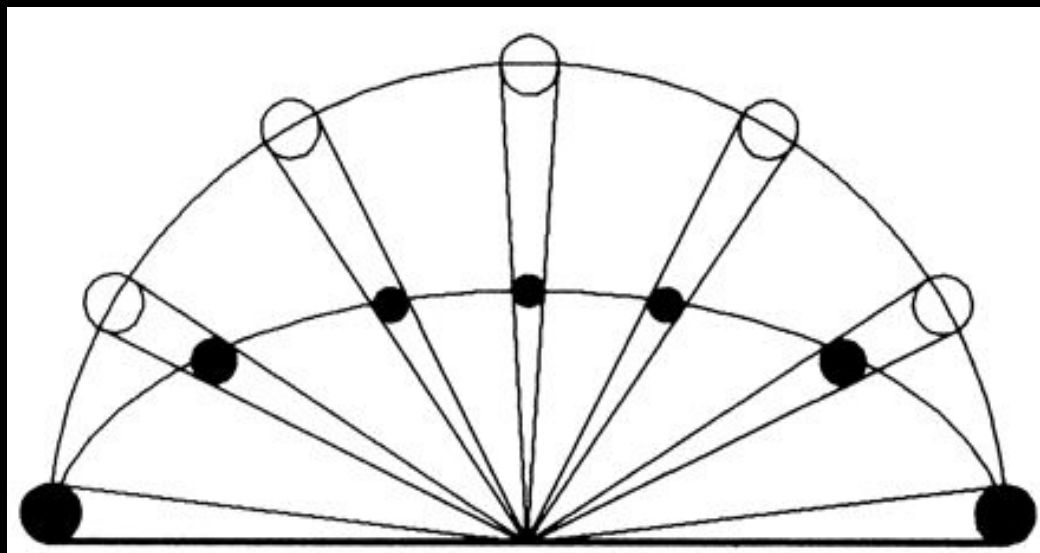
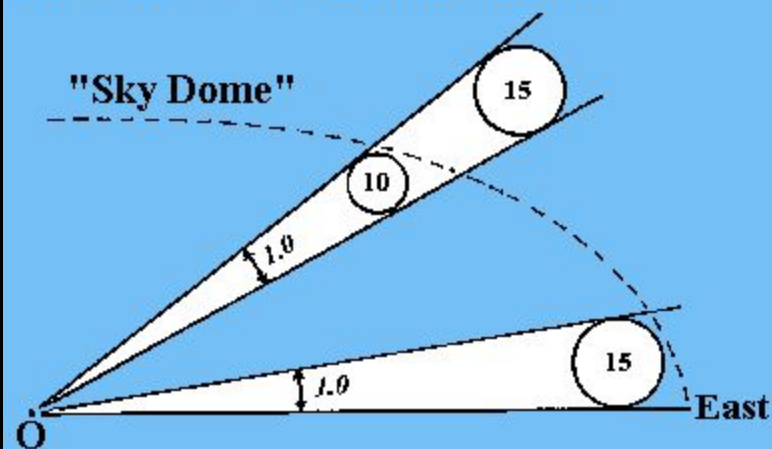


FIGURE 5 Conventional Diagram



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

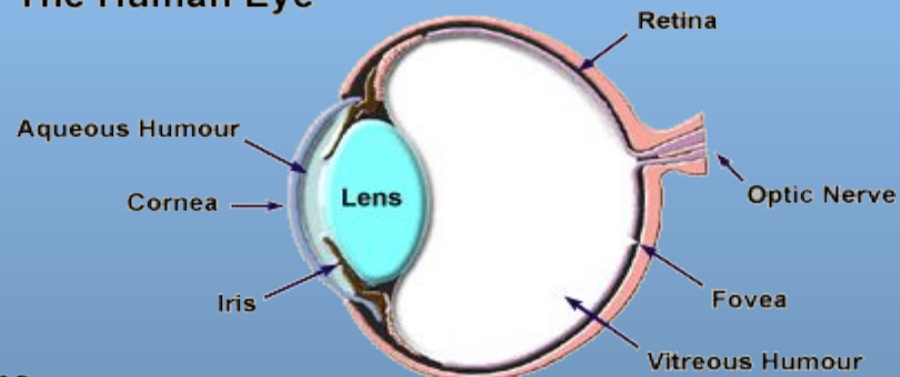


Астрономия

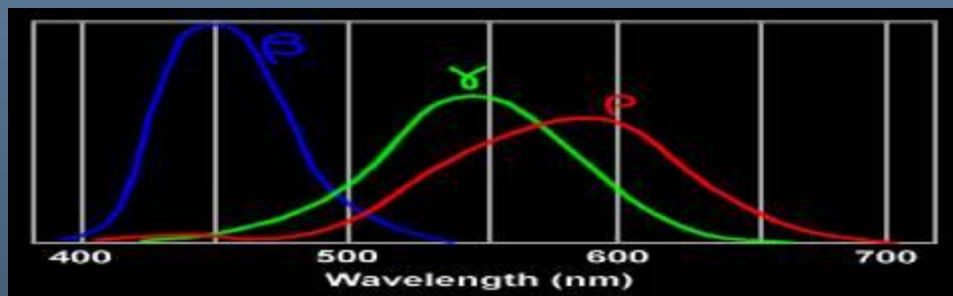
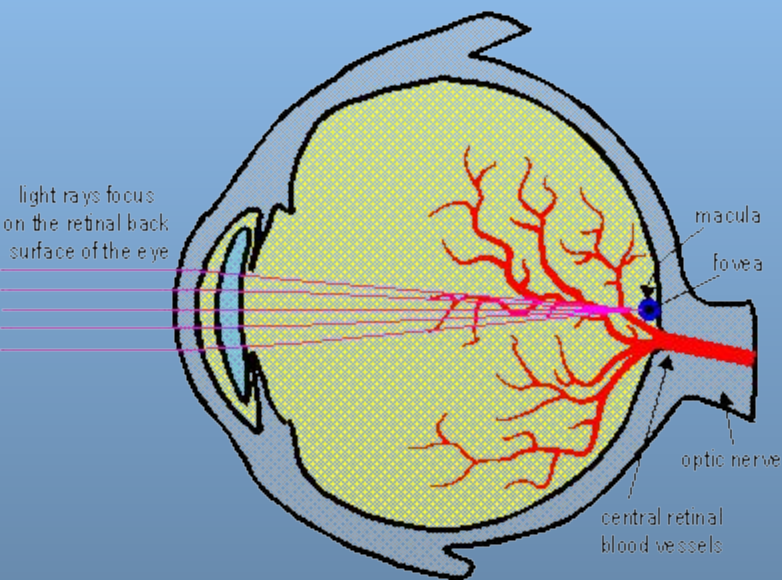
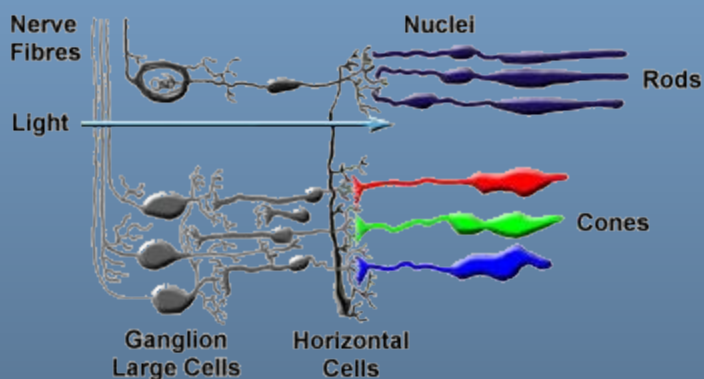
Оптические «обманы» - физика и физиология



The Human Eye



The Retina



Астрономия

Оптические «обманы» - физика и физиология



<http://www.sandlotscience.com/Moonillusion/moonillusion1.htm>

Роль «текстуры» - рельсы

Роль «текстуры» - тень и шарик

Роль «текстуры» - параллели

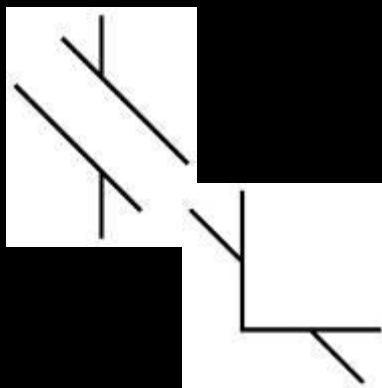
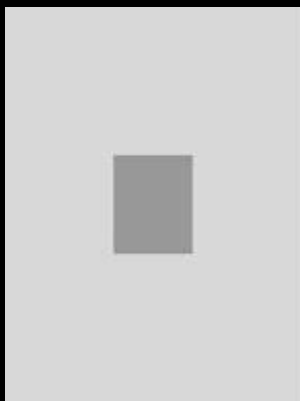
Роль «текстуры» - тень и шарик

Роль «контура» - BananaCard



Астрономия

Оптические «обманы» - физика и физиология



Роль «текстуры»- рельсы

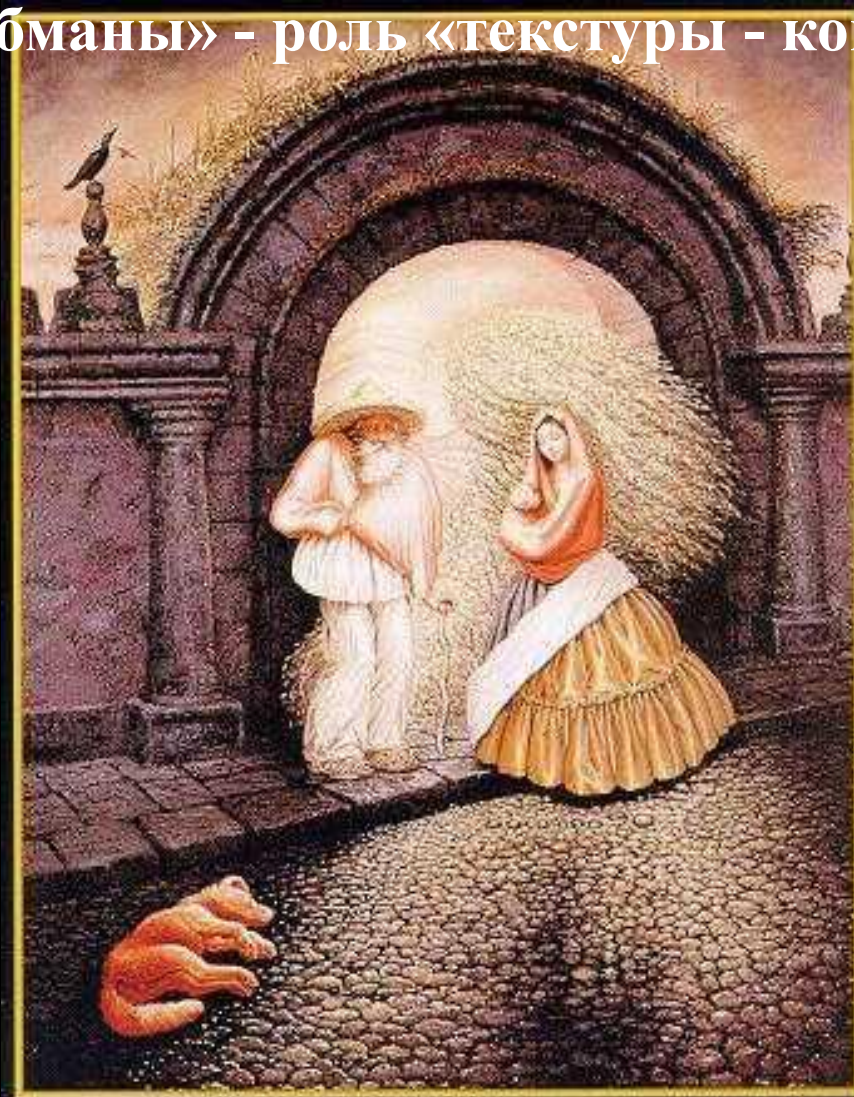
Роль «текстуры» - тень и шарик

Роль «текстуры» - параллели



Астрономия

Оптические «обманы» - роль «текстуры - контекста»



Астрономия

Методы определения расстояний



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

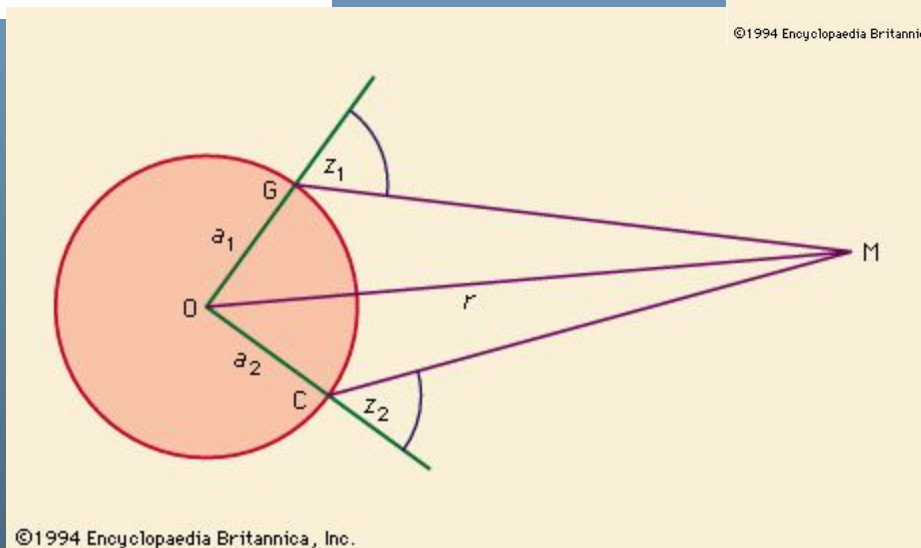
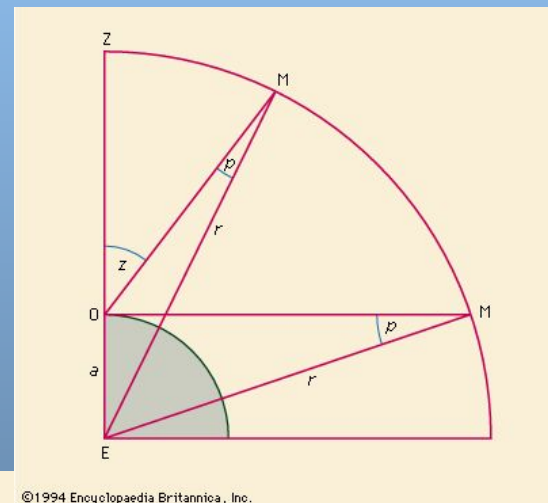
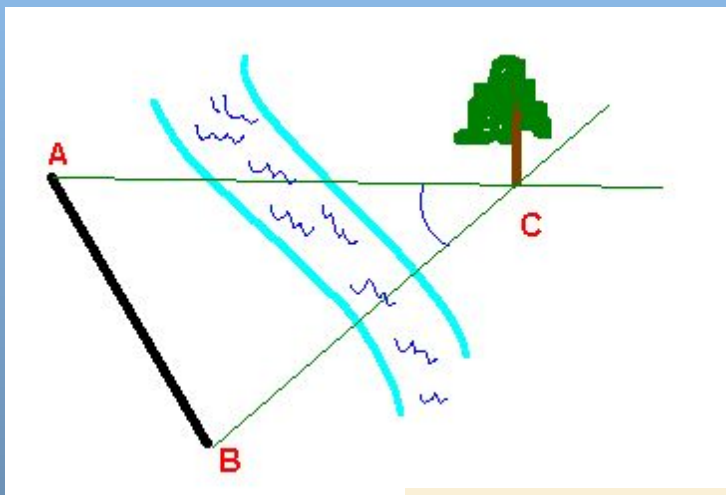
The Moon is 1.25 billion feet or 15 billion inches away, give or take an inch

Source: University of Michigan

AP/Justin Gilbert

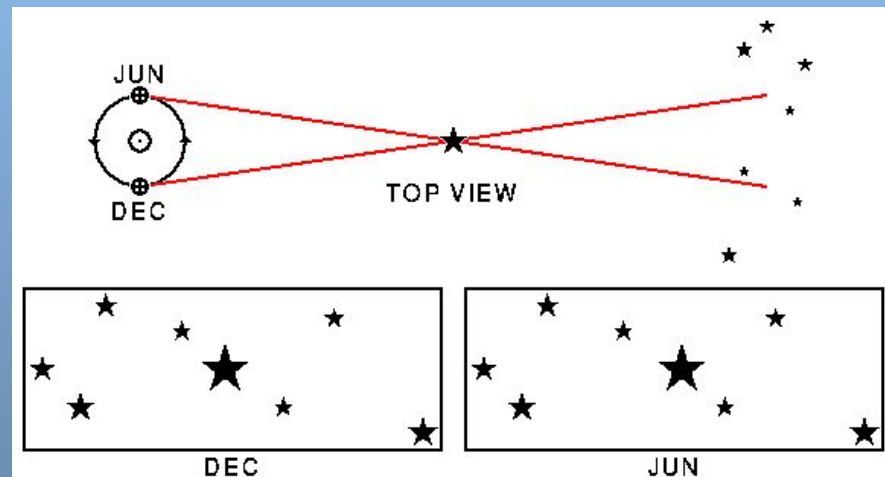
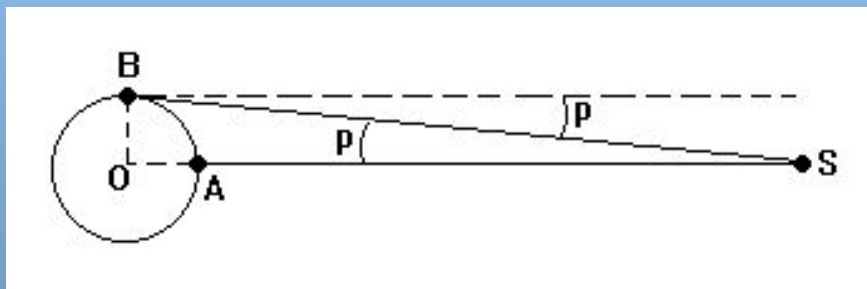


Методы определения расстояний - параллакс



Астрономия

Методы определения расстояний - параллакс

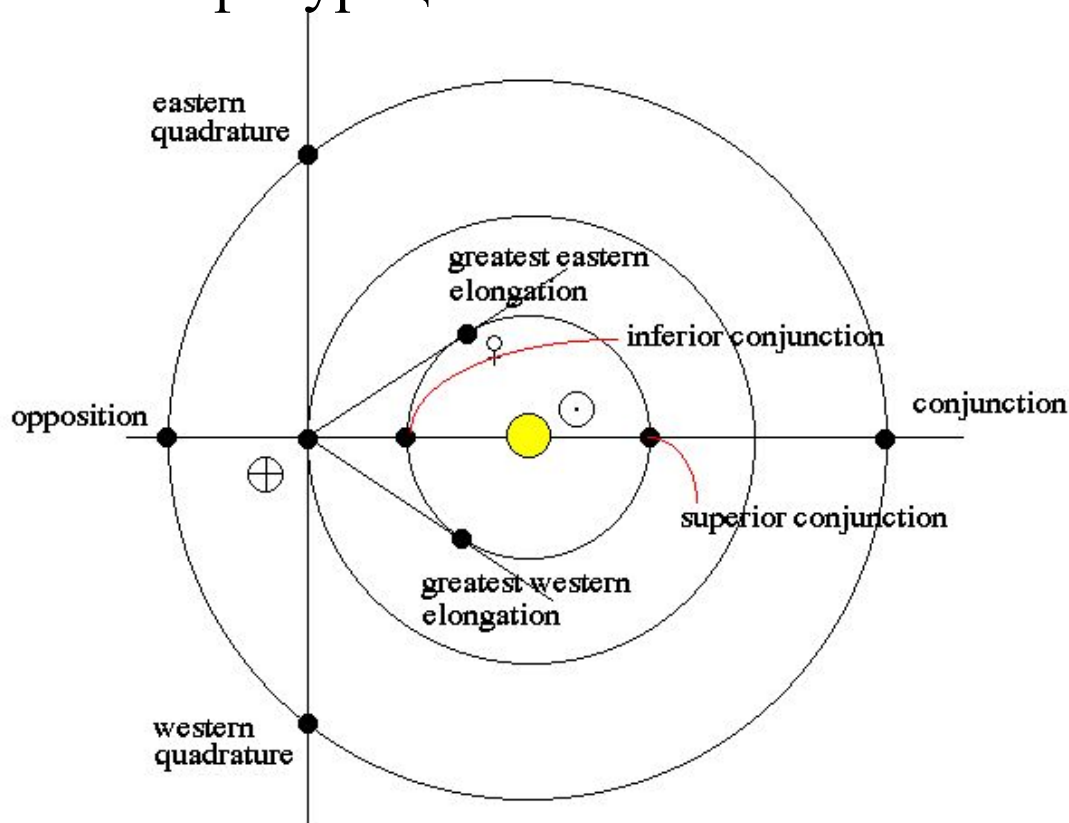


Астрономия

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



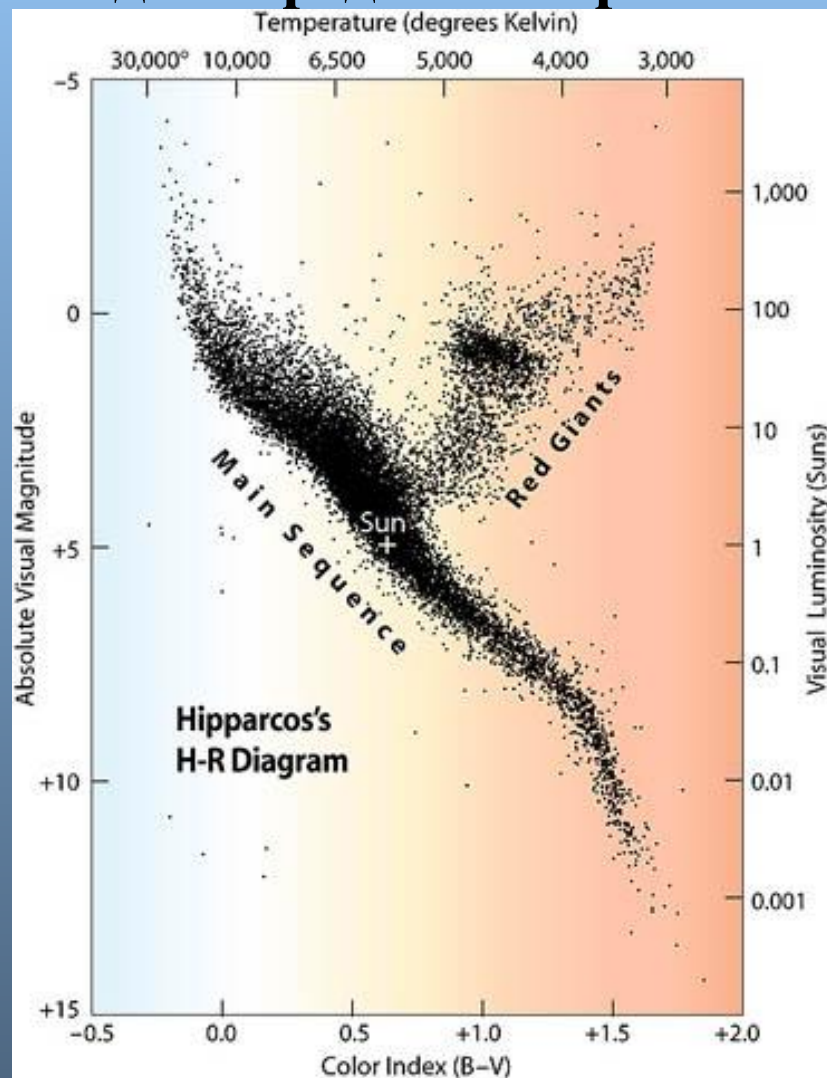
Методы определения расстояний - фотометрия

- **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 +



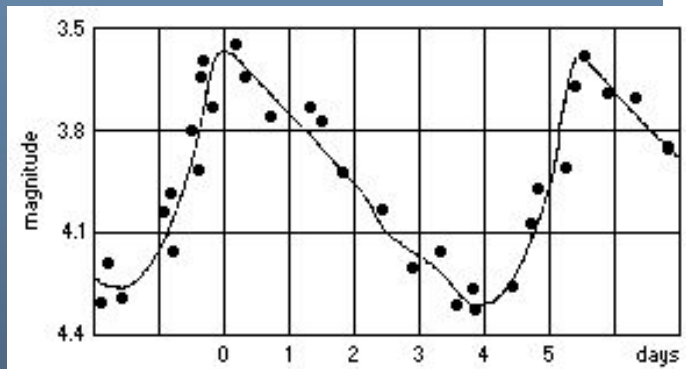
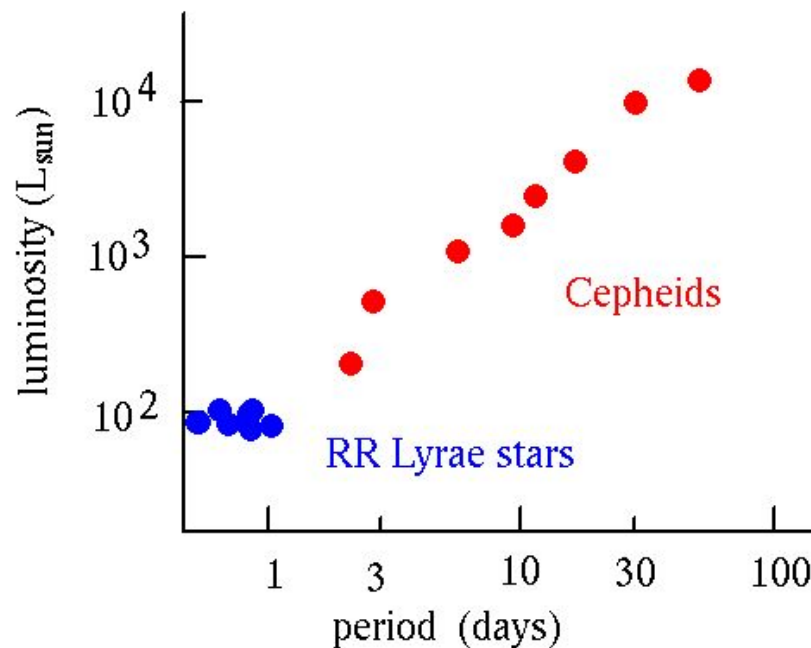
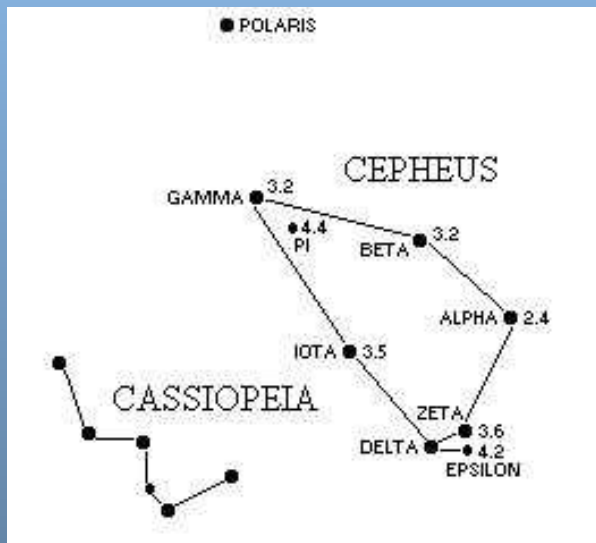
$\lg r = 1 + 0,2*(m-M)$; M
- из диаграммы
Герцшпрунга-Рессела,
 m - из наблюдений.



Астрономия

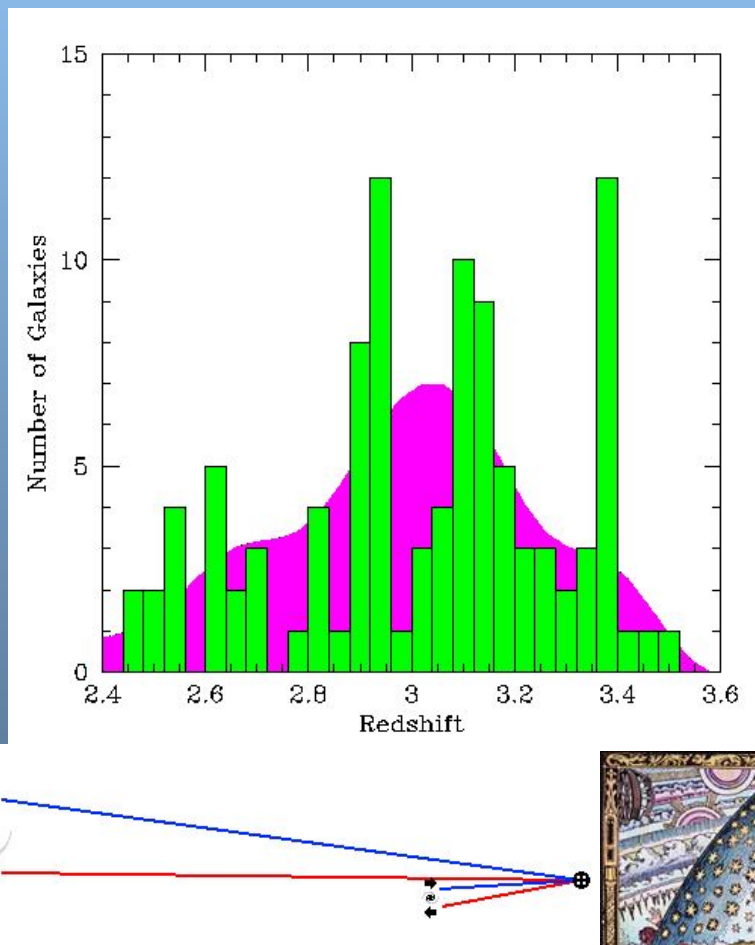
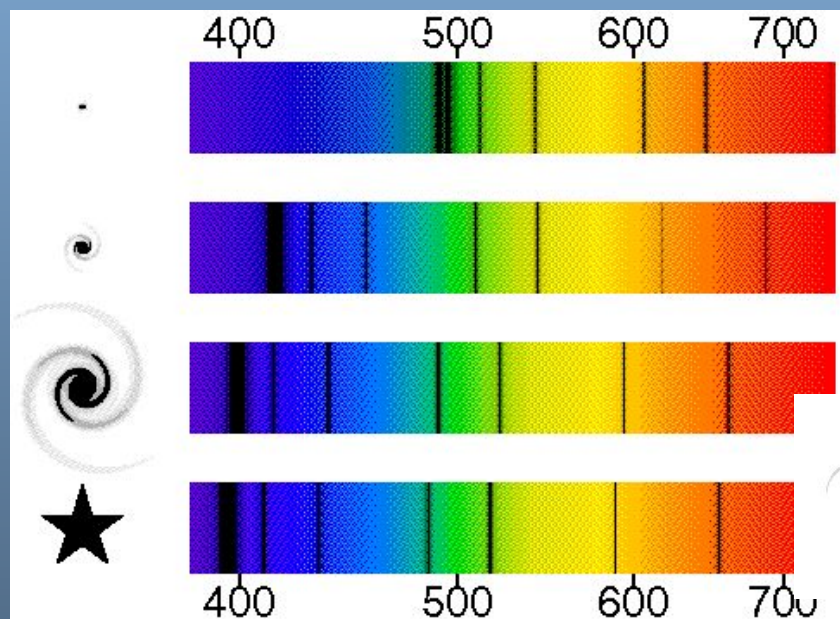
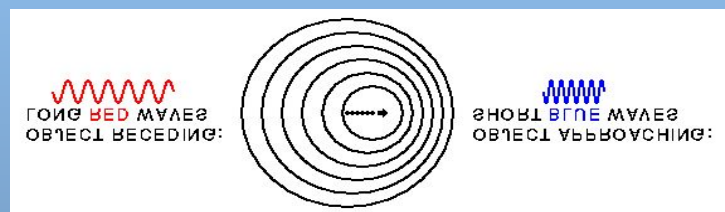
Методы определения расстояний - фотометрия +

Цефеиды



Астрономия

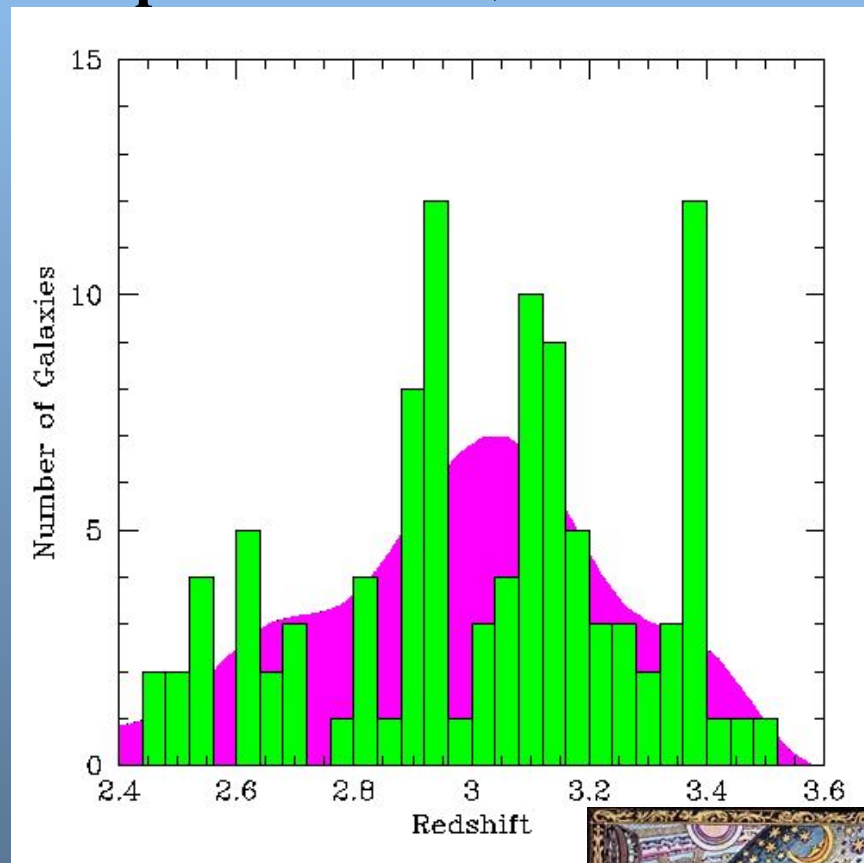
Методы определения расстояний - красное смещение



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

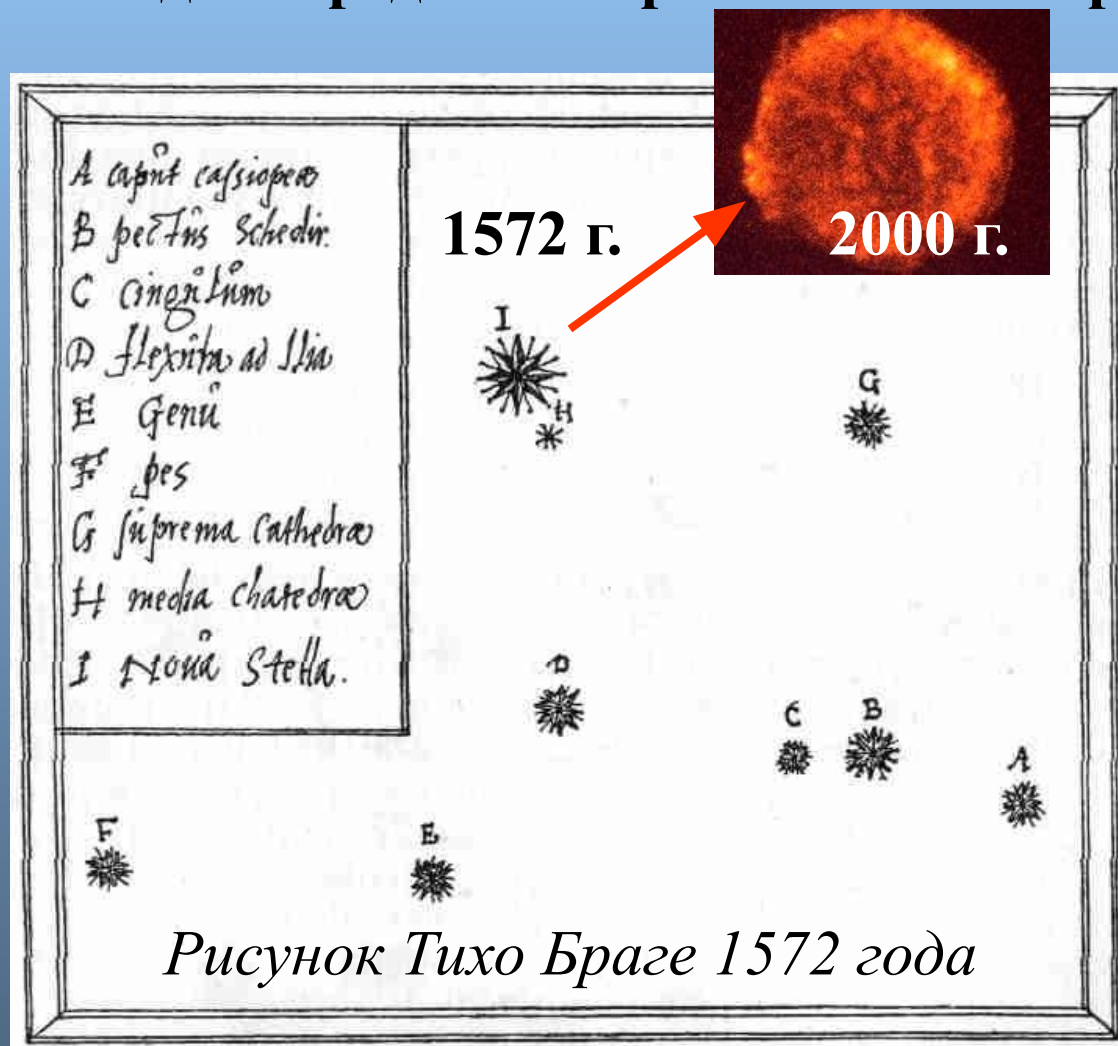


Рисунок Тихо Браге 1572 года

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

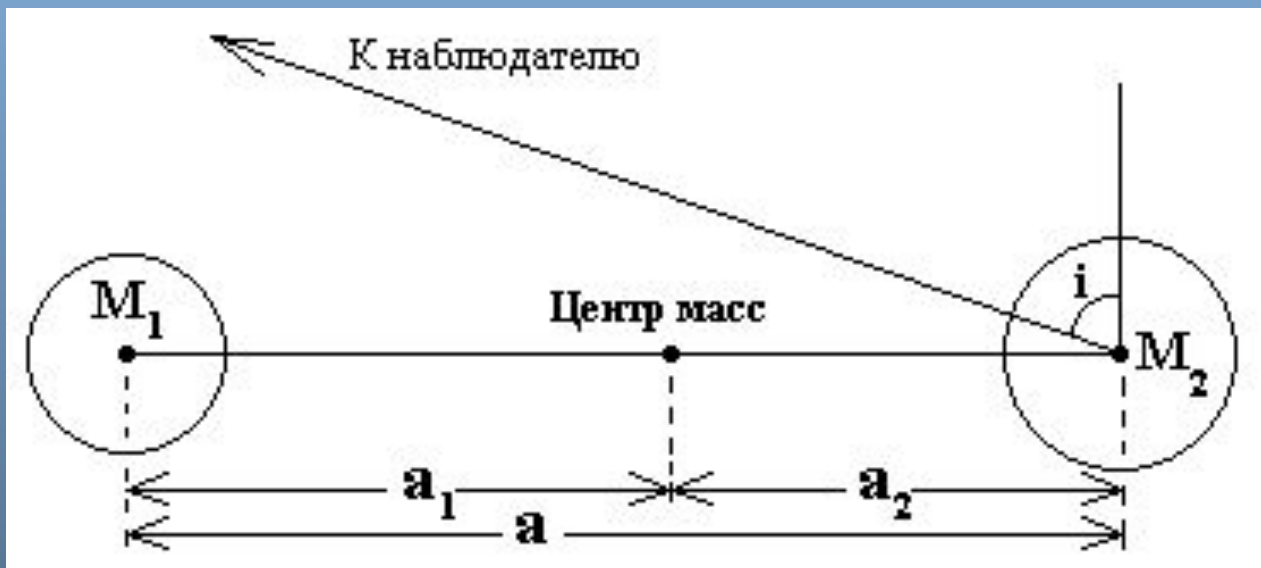


Астрономия

Методы определения масс

Из 3-го закона Кеплера

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



Астрономия

Время и календарь



Универсальный календарь-конвертер

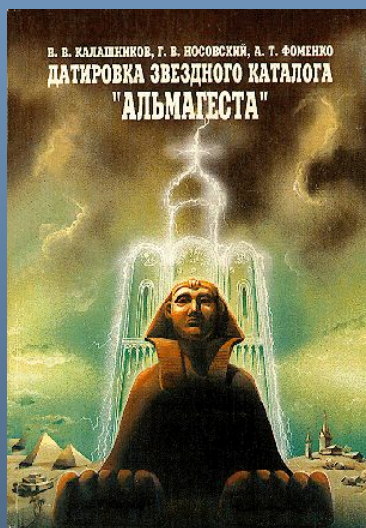
<http://emr.cs.uiuc.edu/home/reingold/> Универсальный календарь-конвертер

<http://emr.cs.uiuc.edu/home/reingold/> <http://physics.nist.gov/>

Время и его измерение, история <http://www.fourmilab.ch/documents/calendar/>

другой вариант календаря-конвертера <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) Нескалигеровая история

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

3) Новая хронология

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



Астрономия

Время и календарь



Время сейчас <http://www.time.gov/>

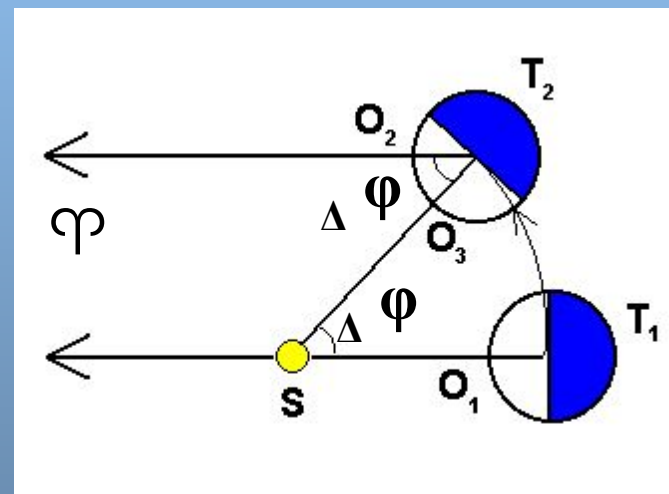
Сутки [*] - интервал времени между двумя последовательными одноименными кульминациями {*}

[**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.



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

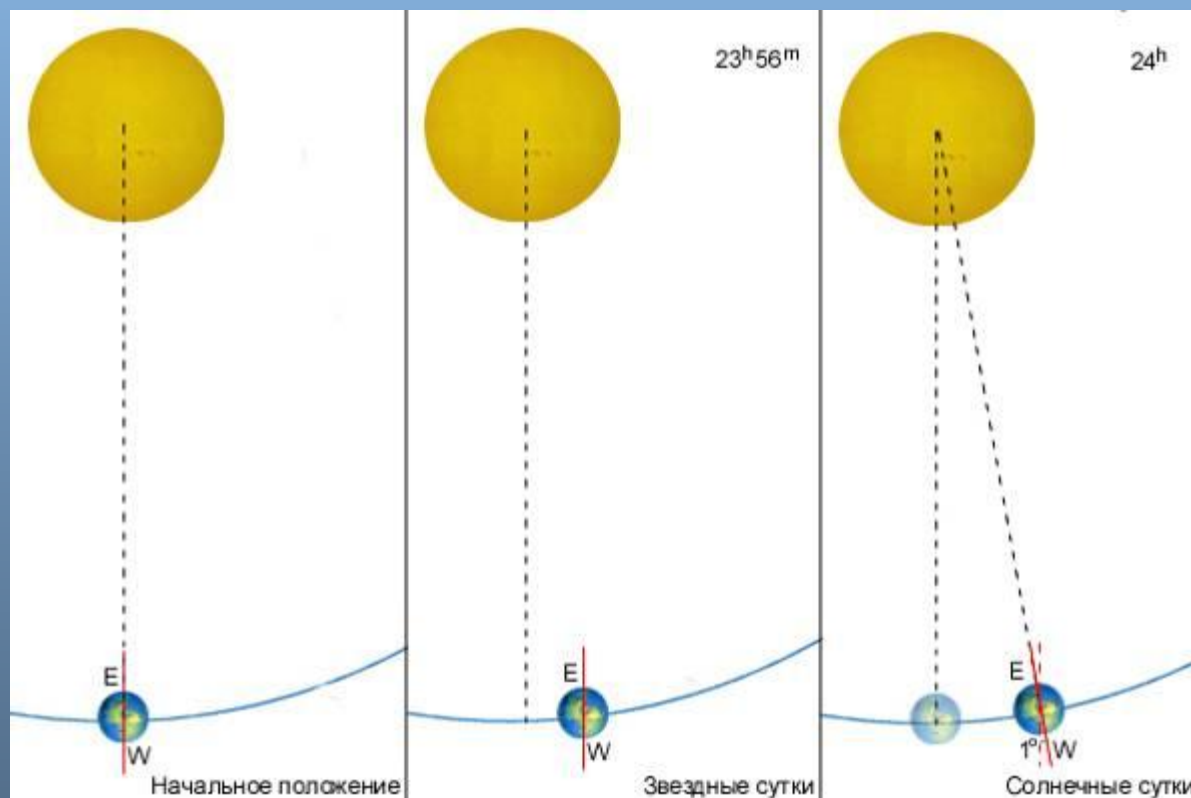


Астрономия

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/>

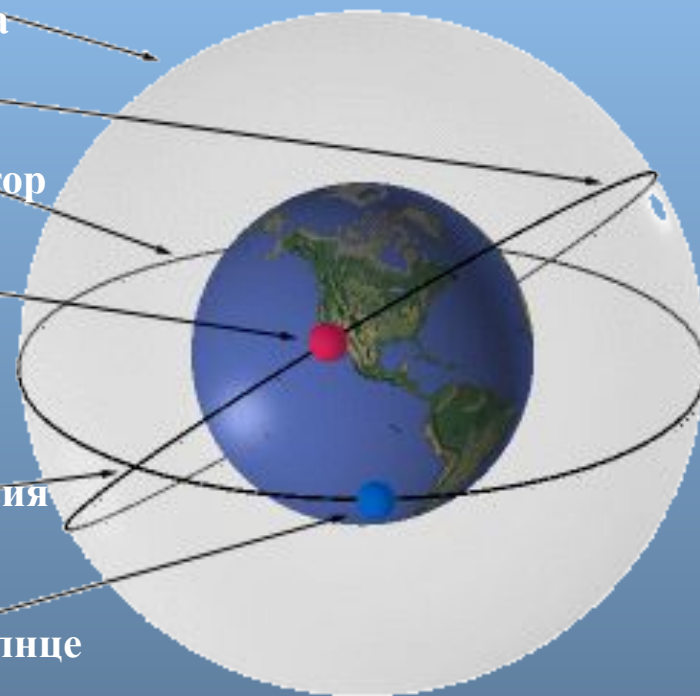
Небесная сфера

Эклиптика

Небесный экватор

Истинное Солнце

Среднее Солнце



Астрономия

Время и календарь

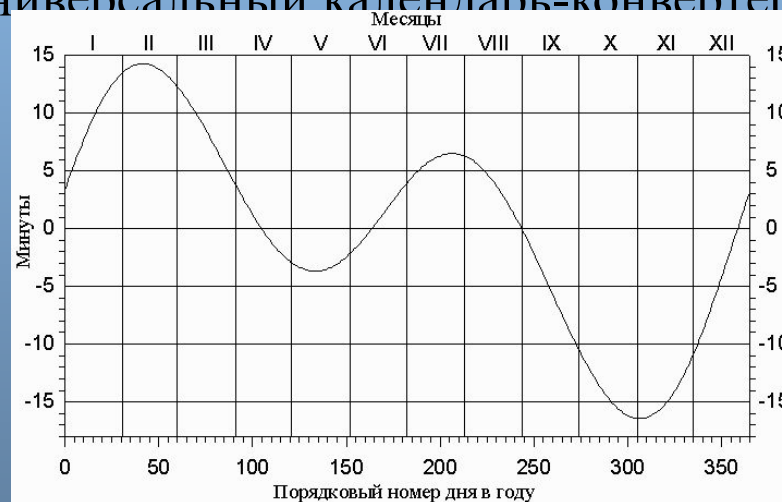


Время сейчас <http://www.time.gov/>

Универсальный календарь-конвертер

<http://emr.cs.uiuc.edu/home/reingold/>

Универсальный календарь-конвертер



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

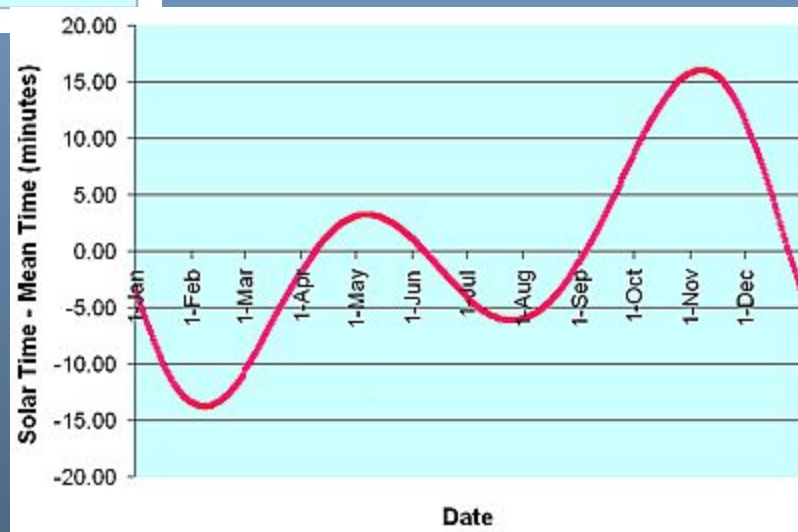
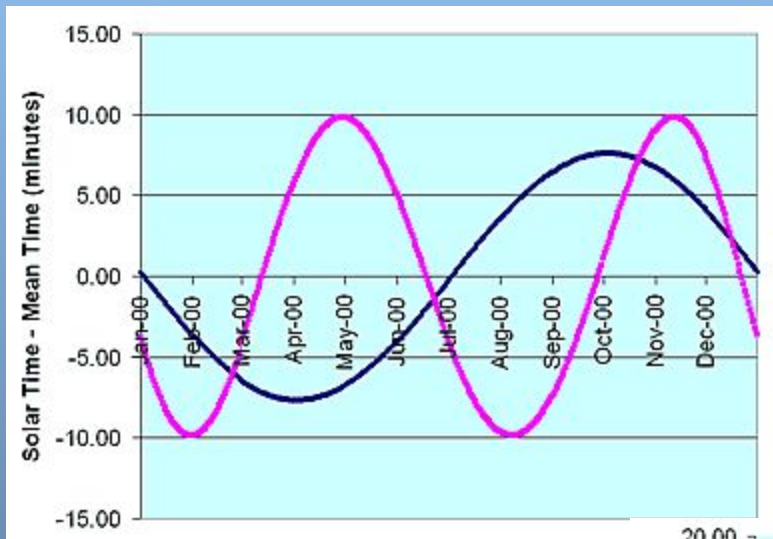
Время и календарь



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.

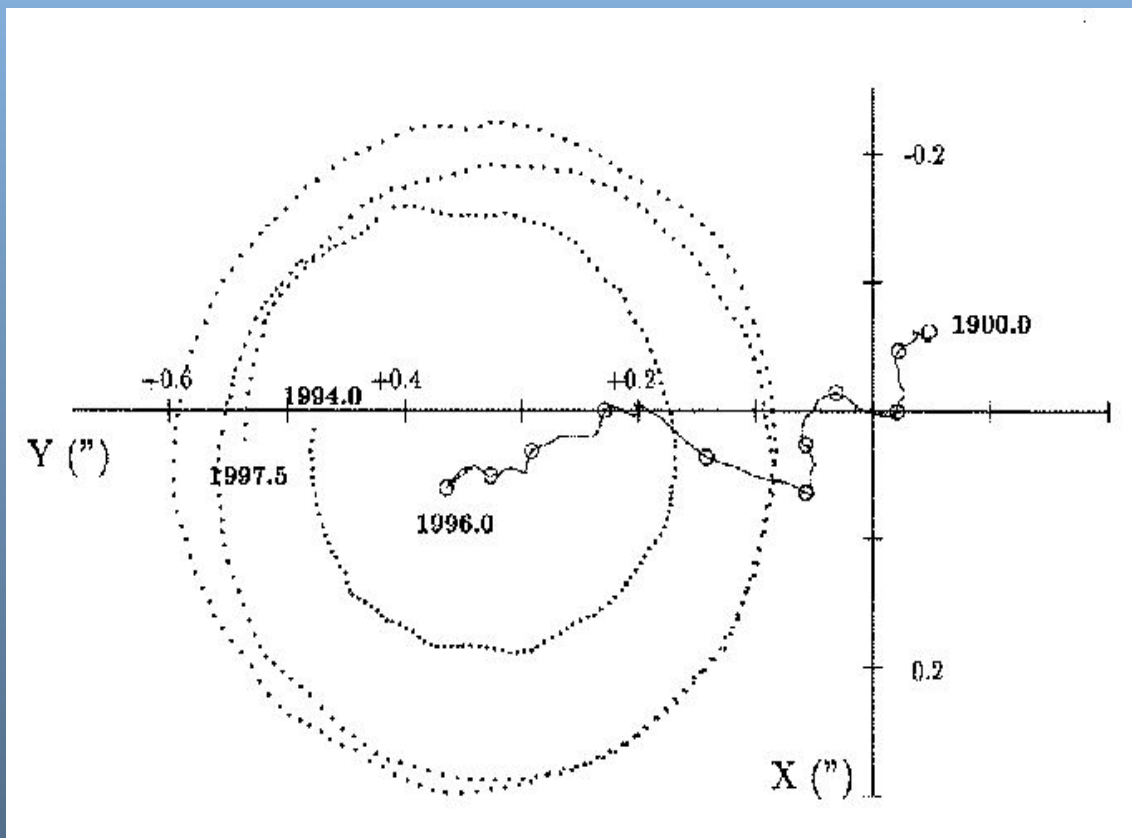


Астрономия

Время и календарь



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



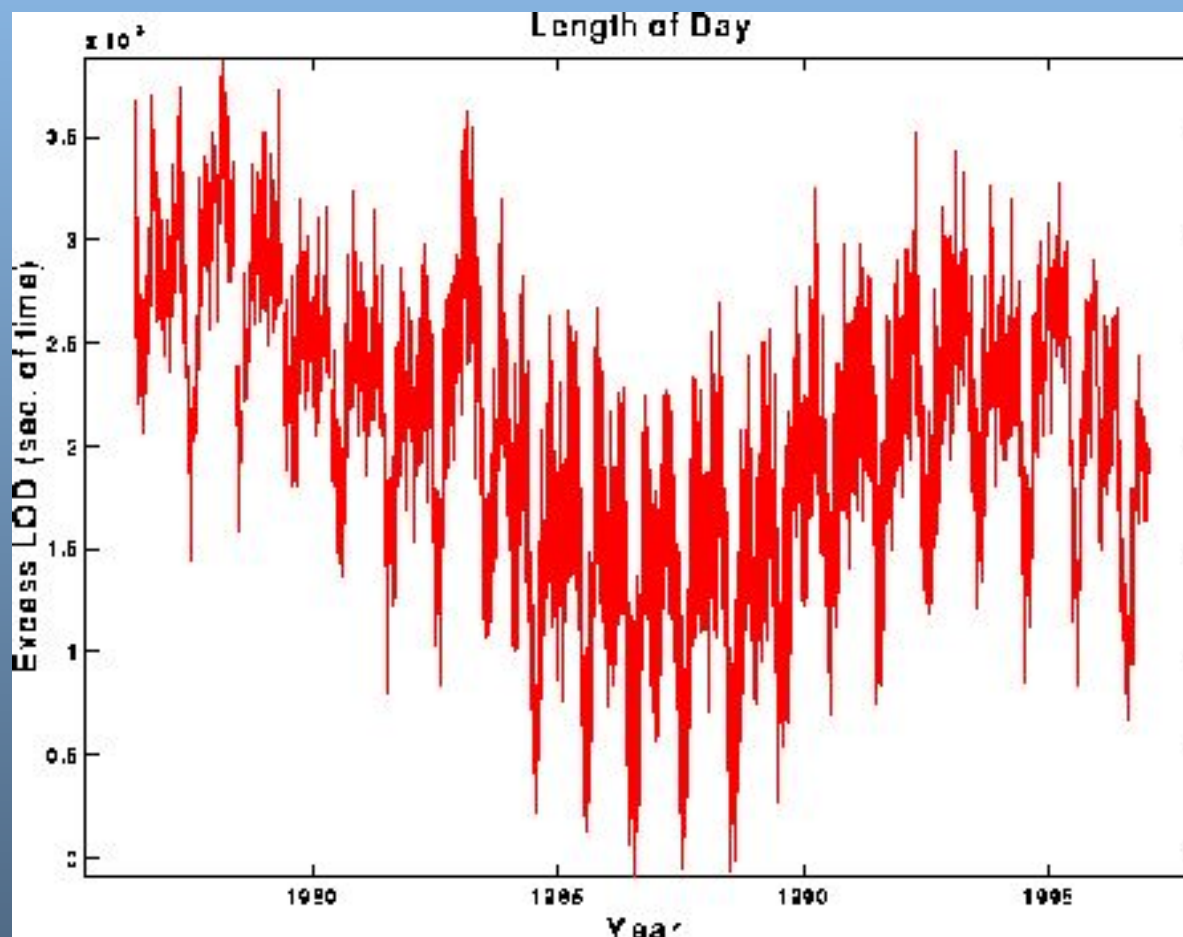
Астрономия

Время и календарь



Время и его измерение, история

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



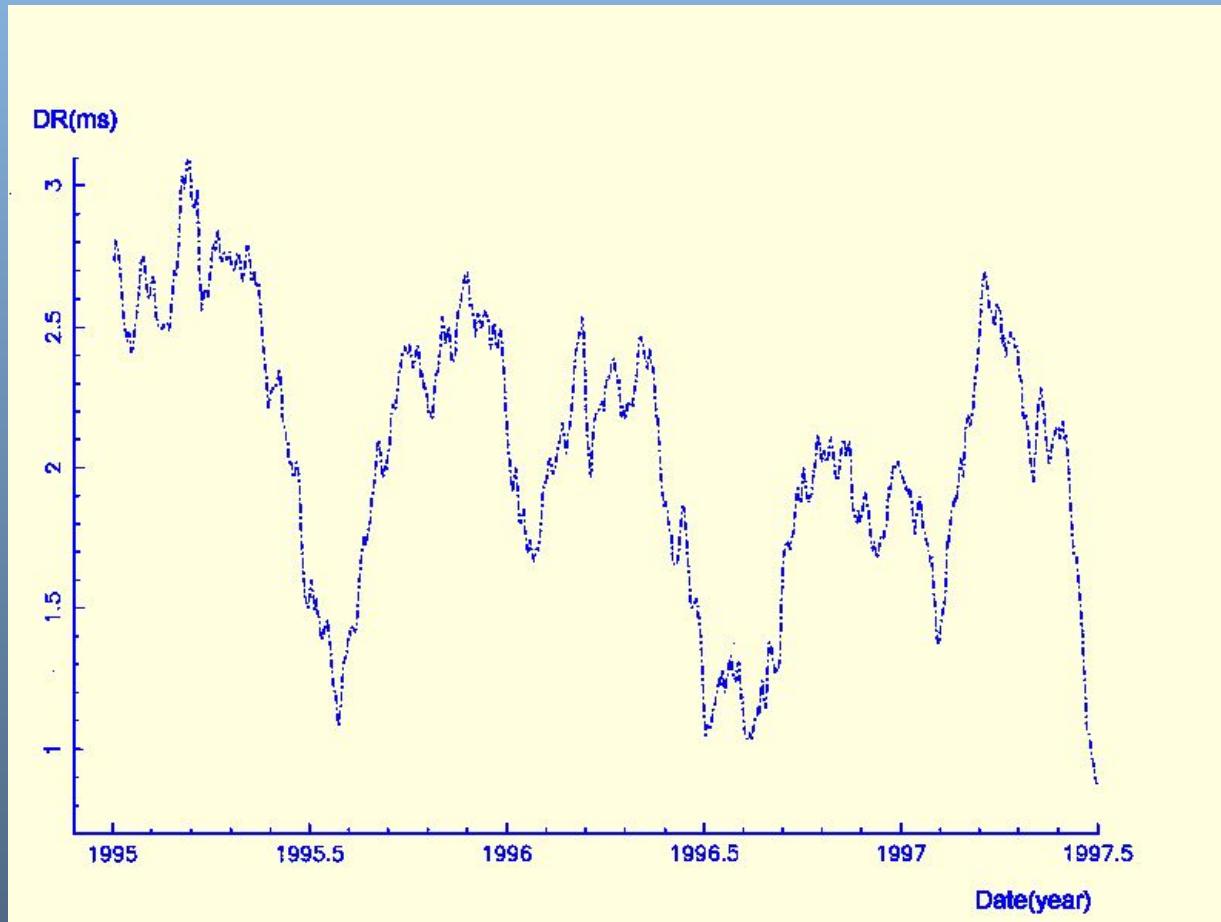
Астрономия

Время и календарь



Время и его измерение, история

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



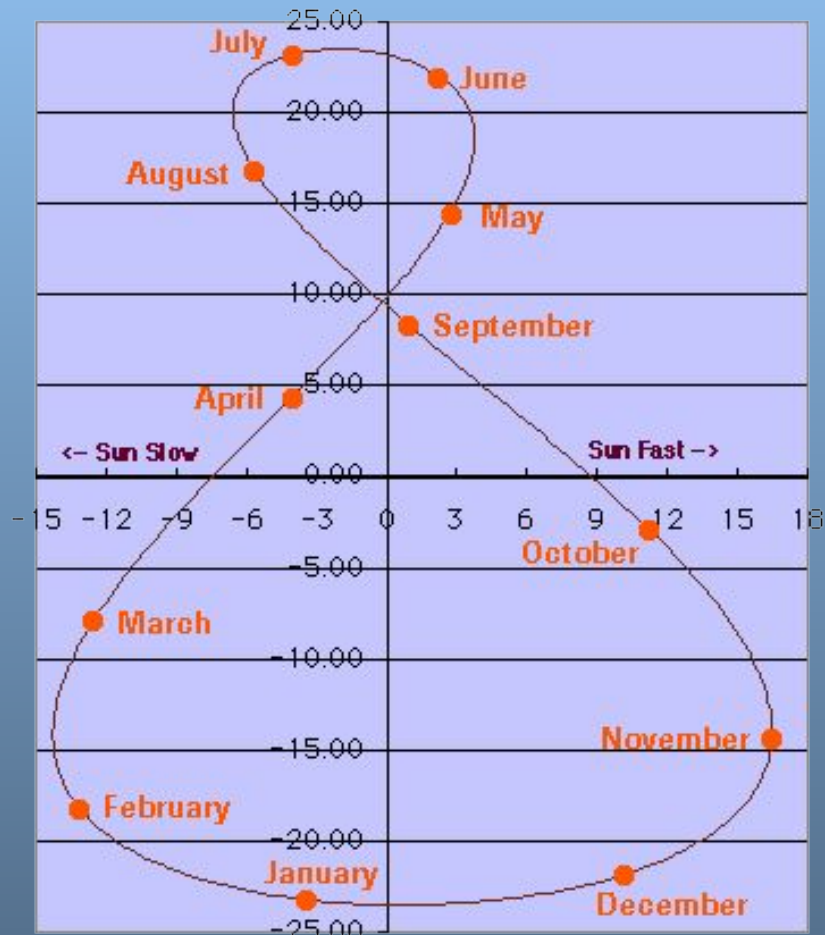
(c) 2003

mez@karelia.ru



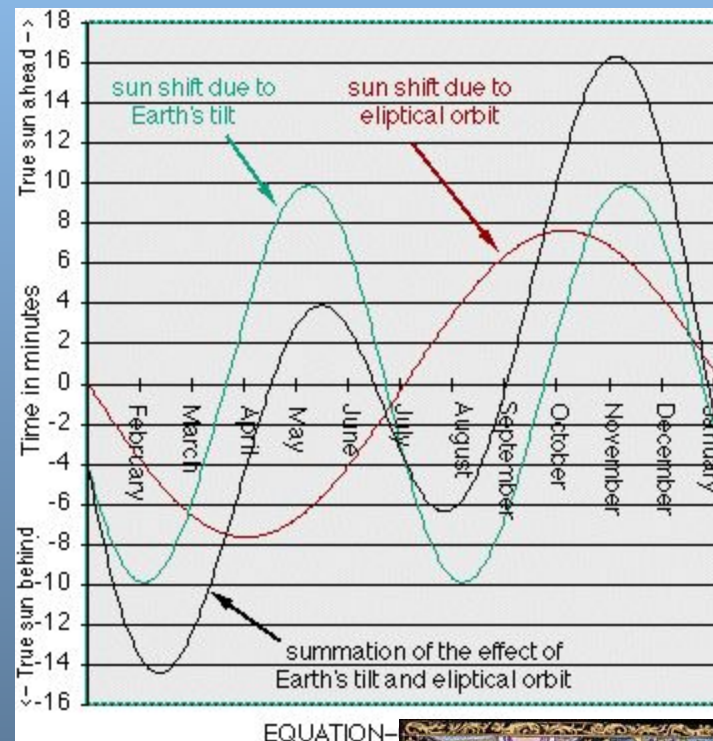
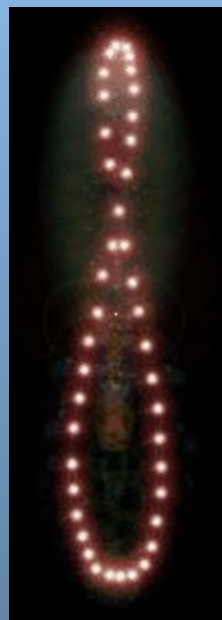
Астрономия

Время и календарь



Аналема Солнца

Время сейчас <http://www.time.gov/>



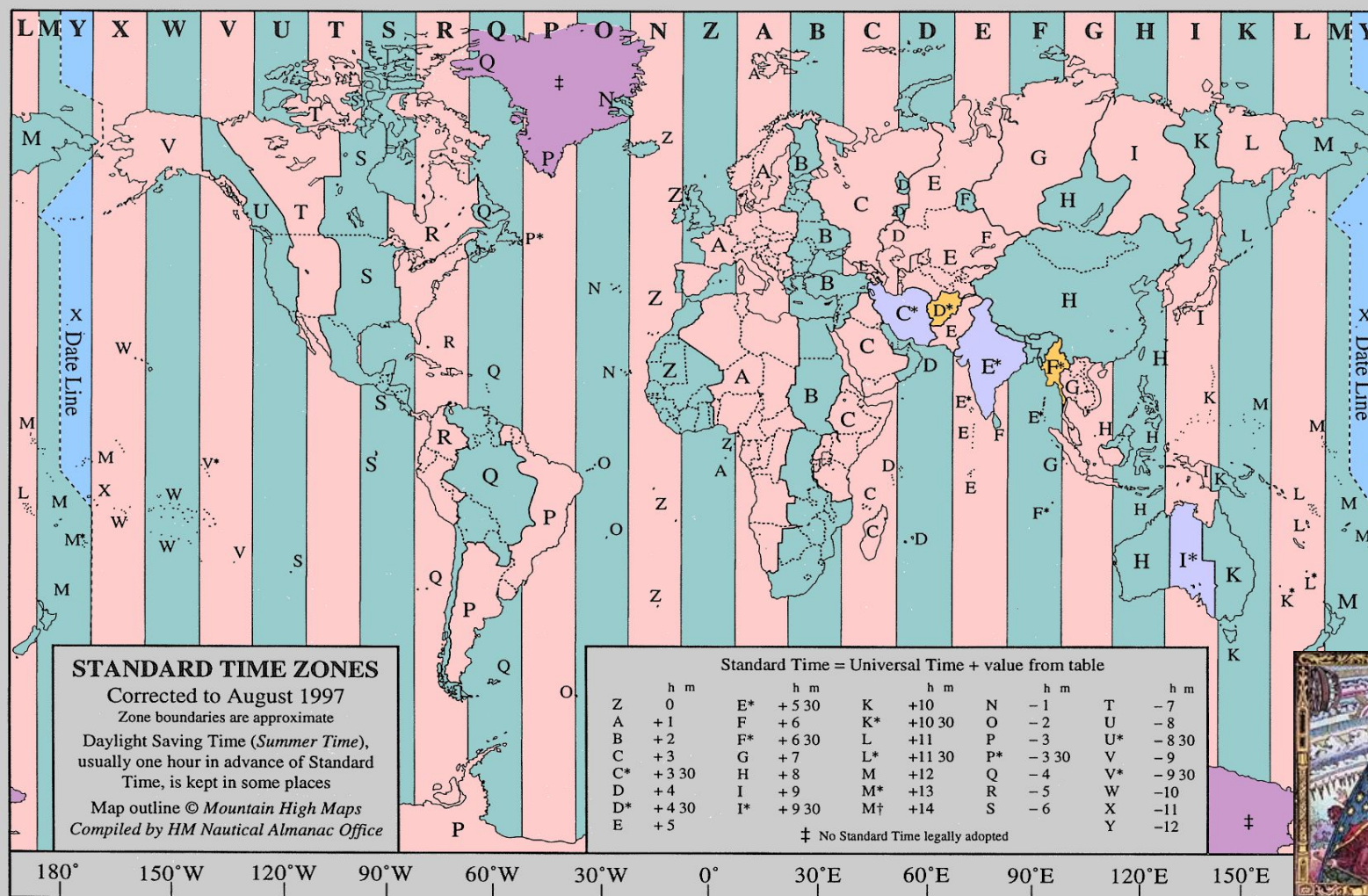
Уравнение времени - сумма двух эффектов.



Астрономия

Время и календарь

Время сейчас <http://www.time.gov/>

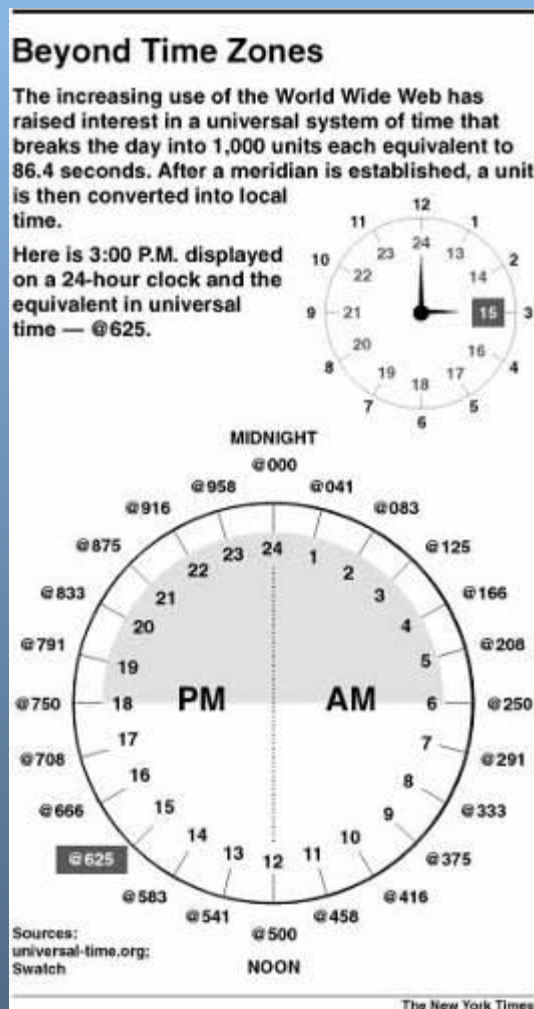


Астрономия

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

ЕТ - 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



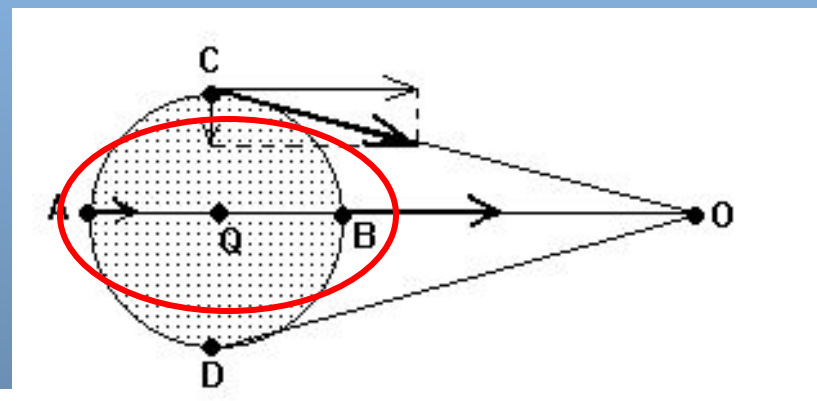
Время сейчас <http://www.time.gov/>

3) Задача N-тел

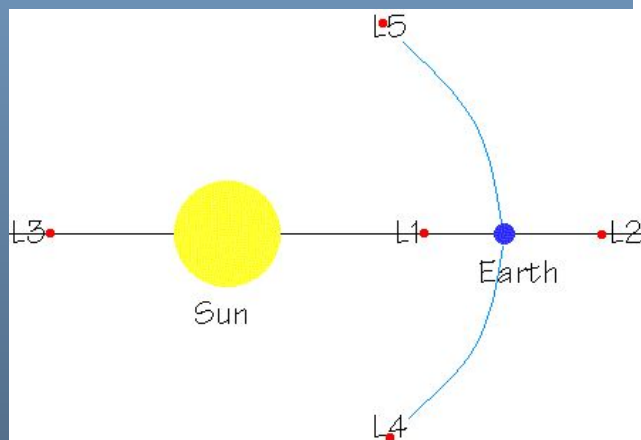
2) задача 3-х тел

1) задача 2-х тел 1)

задача 2-х тел (1-2)



Возмущенное движение



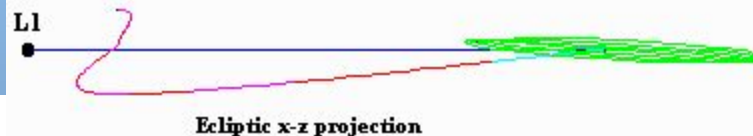
Частное решение:
точки Лагранжа
ACE, SOHO...



Астрономия

Небесная механика

Законы Кеплера и возмущения

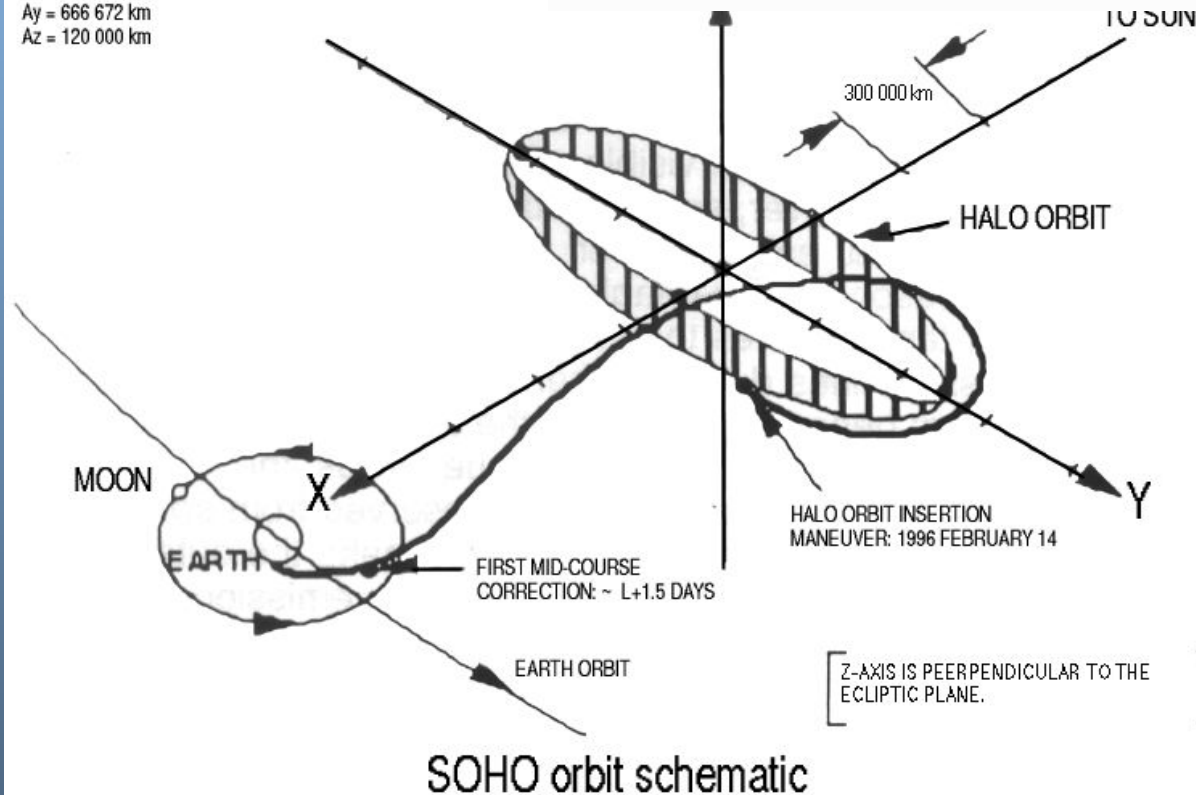


Nominal orbital parameters:

$Ax = 206\,448\text{ km}$

$Ay = 666\,672\text{ km}$

$Az = 120\,000\text{ km}$

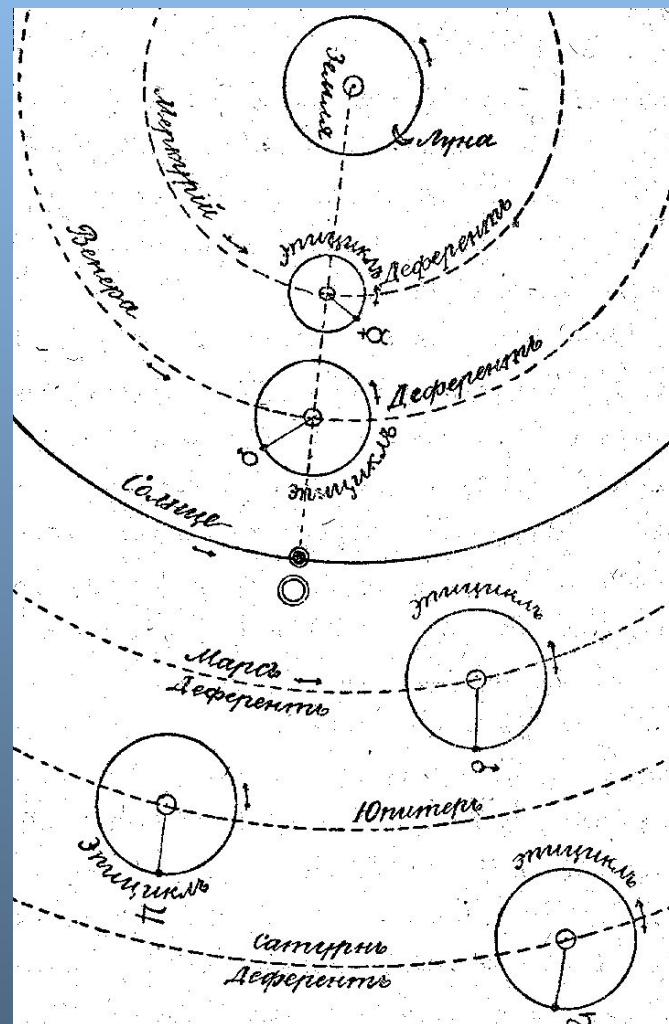
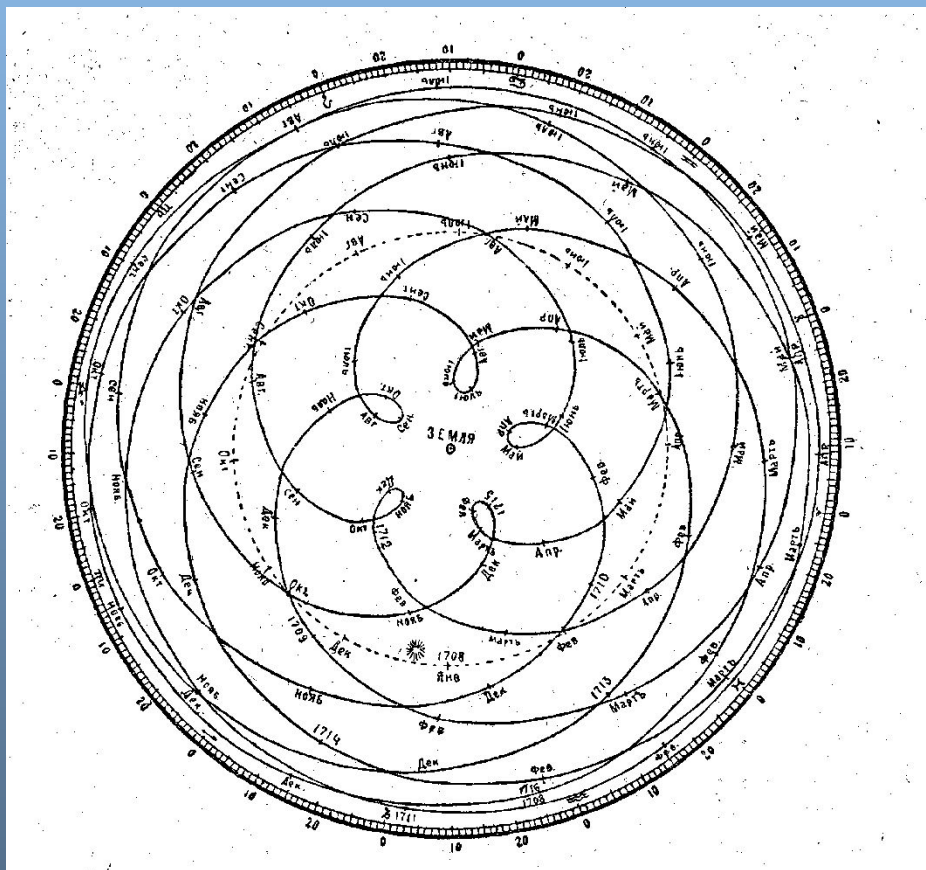


Частное решение:
точки Лагранжа
АСЕ, SOHO...



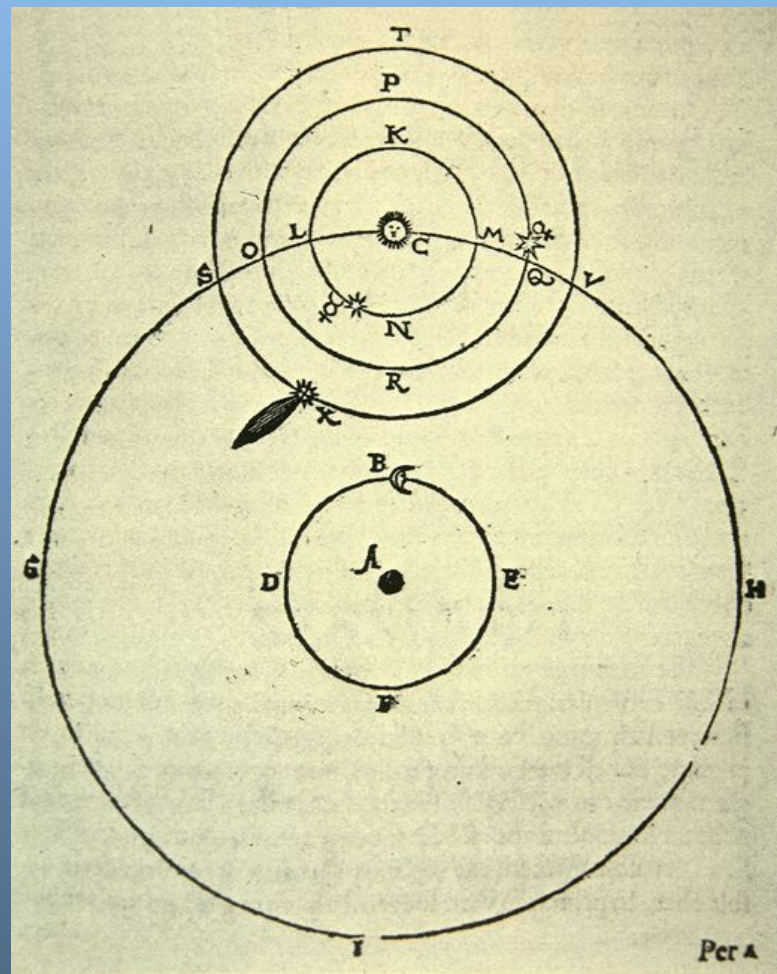
Астрономия

История астрономии - геоцентрическая система



Астрономия

История астрономии - Тихо Браге



Астрономия

История астрономии - Исаак Ньютон



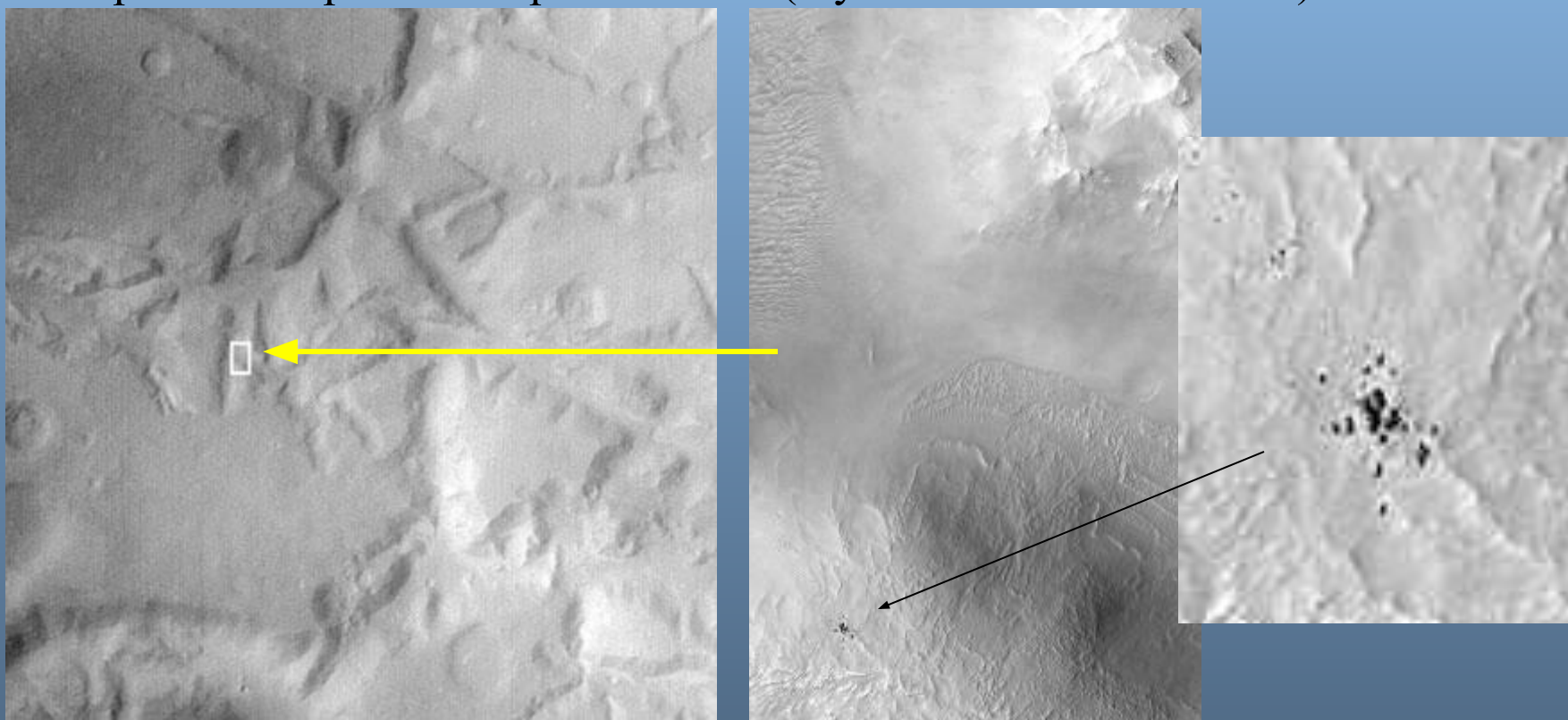
Астрономия

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 Surveyer (MGS)**, на которых изображены странные черные камни (mysterious black boulders)



MGS
Марс

