

Время и календарь



Время и календарь

Единицы измерения времени

- **Время** - основная физическая величина, характеризующая последовательную смену явлений и состояний материи, длительность их бытия.
- С введением в 1967 году атомного стандарта времени и Международной системы СИ в физике используется **атомная секунда**.
- **Секунда** - физическая величина, численно равная 9192631770 периодам излучения, соответствующего переходу между сверхтонкими уровнями основного состояния атома цезия-133 .
- Для измерения времени был нужен периодически повторяющийся процесс или явление. В природе легче всего наблюдать три таких явления: смену дня и ночи, смену фаз Луны и смену времен года. Отсюда появились три единицы - **сутки, месяц и год**.
- **Сутки** - промежуток времени, в течение которого Земля делает один полный оборот вокруг своей оси относительно какого-либо ориентира.

Время и календарь

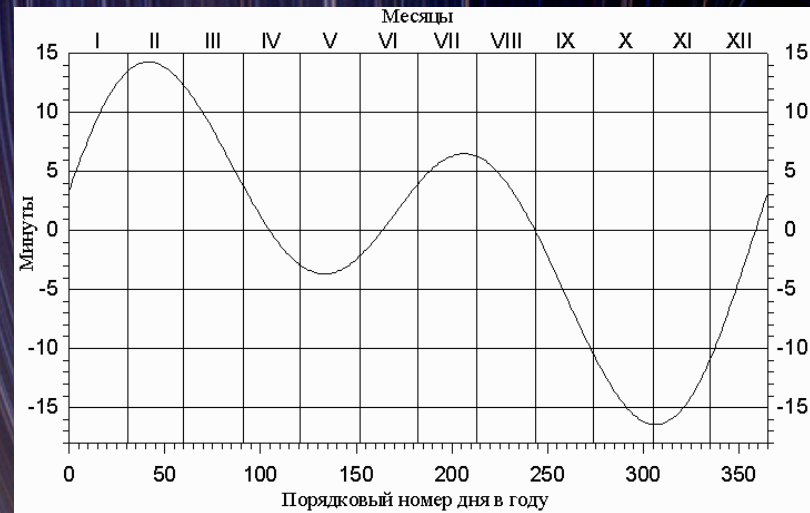
Солнечные сутки

• **Истинные солнечные сутки** - промежуток времени между двумя последовательными нижними кульминациями центра диска Солнца.

• **Средние солнечные сутки** - промежуток времени между двумя последовательными нижними кульминациями среднего Солнца - фиктивной точки, перемещающейся равномерно по небесному экватору.

• Истинное солнечное время связано со средним солнечным **уравнением времени**:

$$\eta = T_{\lambda} - T_{\odot}$$



Время и календарь

Часовые пояса

• Поверхность Земли разбита на 24 участка, ограниченных меридианами - **часовые пояса**. Нулевой часовой пояс расположен симметрично относительно нулевого (гринвичского) меридиана. Нумерация поясов дается от 0 до 23 с запада на восток. Реальные границы поясов совмещены с административными границами районов, областей или государств. Центральные меридианы часовых поясов отстоят друг от друга ровно на 15° (1 час), поэтому при переходе из одного часового пояса в другой время изменяется на целое число часов, а число минут и секунд не изменяется. Новые календарные сутки (и Новый год) начинаются на **линии перемены даты (демаркационной линии)**, проходящей в основном по меридиану 180° восточной долготы вблизи северо-восточной границы Российской Федерации. Западнее линии перемены дат число месяца всегда на единицу больше, нежели к востоку от нее. При пересечении этой линии с запада на восток календарное число уменьшается на единицу, а при пересечении линии с востока на запад календарное число увеличивается на единицу, что исключает ошибку в счете времени при кругосветных путешествиях и перемещениях людей из Восточного в Западное полушария Земли.

Время и календарь

Гражданское время

Местное среднее солнечное время гринвичевского меридиана принято в качестве **всемирного времени**.

$$T_{\lambda} = T_0 - \lambda (\text{в часах})$$

• **Поясное время** определяется по формуле:

$T_n = T_0 + n$, где T_0 - всемирное время; n - номер часового пояса.

• **Декретное время** - поясное время, измененное на целое число часов правительственным распоряжением от 1930г. Для России равно поясному, плюс 1 час. $T_d = T_0 + n + 1$

• **Московское время** - декретное время второго часового пояса (плюс 1 час):

$$T_m = T_0 + 3 (\text{часа}).$$

• **Летнее время** - декретное поясное время, изменяемое дополнительно на плюс 1 час по правительственному распоряжению на период летнего времени с целью экономии энергоресурсов. $T_{\text{л}} = T_0 + n + 2 = T_d + 1$

Время и календарь

Звездное время

Звездные сутки - как интервал времени между двумя последовательными верхними кульминациями точки весеннего равноденствия. Звездные сутки начинаются в момент верхней кульминации точки весеннего равноденствия. Звездные сутки измеряются часовым углом точки весеннего равноденствия:

$$S = t_{\text{в.н.}}; S = \alpha_* + t_*$$

Если звезда находится в верхней кульминации, $t=0$, $S = \alpha$.

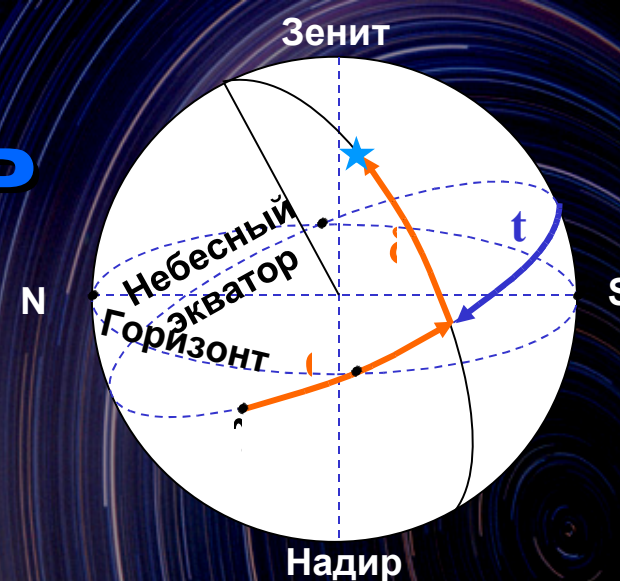
В любой момент время равно прямому восхождению звезды, находящейся в этот момент в верхней кульминации.

Т.к. Солнце непрерывно движется относительно звезд с запада к востоку, звездные сутки короче солнечных на $3^m 56^s.55$. За год этот составляет одни сутки, т.е. в году звездных суток на единицу больше солнечных.

Звездное время S_0 на начало солнечных суток приводится в календарях и может быть грубо рассчитано по формуле:

$$S_0 = 6^h 40^m + 2^h D,$$
 где D -, дата выраженная в месяцах и долях месяца.

Отсюда находится звездное время на любой момент времени: $S \approx S_0 + T_\lambda$



Время и календарь

Определение географической долготы

В следствие вращения Земли разность между моментами наступления полдня или кульминаций звезд с известными экваториальными координатами в 2 пунктах равна разности географических долгот пунктов, что дает возможность определения долготы данного пункта из астрономических наблюдений Солнца и других светил и, наоборот, местного времени в любом пункте с известной долготой.

Географическая долгота местности отсчитывается к востоку от "нулевого" (гринвичского) меридиана и численно равна промежутку времени между одноименными кульминациями одного и того же светила на гринвичском меридиане и в пункте наблюдения: $\lambda = s_\lambda - s_0$, где s_λ - звездное время в точке с данной географической широтой, s_0 - звездное время на нулевом меридиане.

Чтобы определить географическую долготу местности, необходимо определить момент кульминации какого-либо светила (обычно Солнца) с известными экваториальными координатами. Переведя с помощью специальных таблиц или калькулятора время наблюдений из среднего солнечного в звездное и зная по справочнику время кульминации этого светила на гринвичском меридиане, мы без труда определим долготу местности.

Время и календарь

Месяц

- Луна движется вокруг Земли в ту же сторону, в какую Земля вращается вокруг своей оси: с запада на восток. Отображением этого движения является видимое перемещение Луны на фоне звезд навстречу вращению неба. Каждые сутки Луна смещается к востоку на 13° относительно звезд и за 27,3 суток совершает полный круг. Так была установлена вторая после суток мера времени - **месяц** .
- **Сидерический (звездный) лунный месяц** - период времени, в течение которого Луна совершает один полный оборот вокруг Земли относительно неподвижных звезд. Равен 27d07h43m11,47s.
- **Синодический (календарный) лунный месяц** - промежуток времени между двумя одноименными последовательными фазами (обычно новолуниями) Луны. Равен 29d12h44m2,78s.

Время и календарь

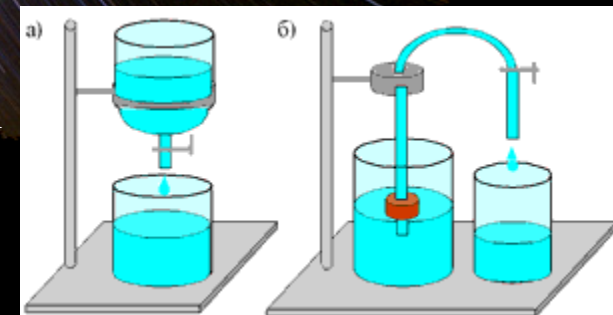
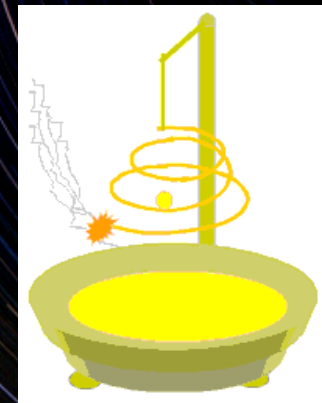
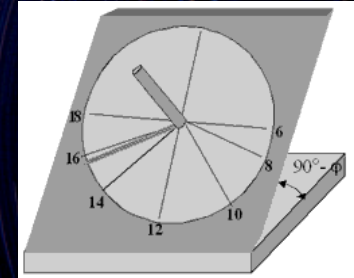
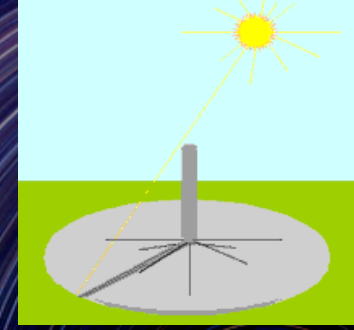
Год

- В результате наблюдений за изменением положения Солнца над горизонтом в течение многих месяцев возникла третья мера времени - год.
- **Год** - промежуток времени, в течение которого Земля делает один полный оборот вокруг Солнца относительно какого-либо ориентира (точки).
- **Звездный год** - сидерический (звездный) период обращения Земли вокруг Солнца, равный 365,256320... средних солнечных суток.
- **Аномалистический год** - промежуток времени между двумя последовательными прохождениями среднего Солнца через точку своей орбиты (обычно, перигелий), равен 365,259641... средних солнечных суток.
- **Тропический год** - промежуток времени между двумя последовательными прохождениями среднего Солнца через точку весеннего равноденствия, равный 365,2422... средних солнечных суток или 365d05h48m46,1s.

Время и календарь

Часы древнего мира

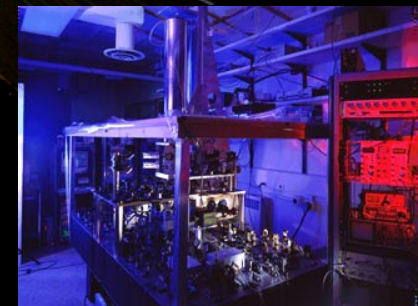
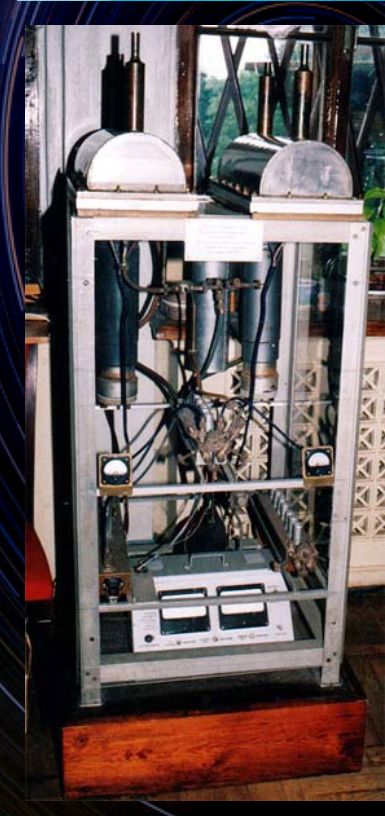
- Первыми приборами для измерения времени были **солнечные часы**. Простейшие солнечные часы - гномон - представляют собой вертикальный шест в центре горизонтальной площадки с делениями.
- Наклонив площадку так, чтобы шест от гномона был нацелен на полюс мира, получаются **экваториальные солнечные часы**, в которых скорость движения тени равномерна.
- **Песочные часы** отличаются простотой конструкции и точностью, но громоздки и "заводятся" лишь на короткое время.
- **Огненные часы** представляют собой спираль или палочку из горючего вещества с нанесенными делениями.
- **Водяные часы (клепсидры)** применялись во всех странах Древнего мира.



Время и календарь

Приборы измерения времени

- **Механические часы** с гирями и колесами были изобретены в X-XI веках. В России первые башенные механические часы были установлены в московском Кремле в 1404 году монахом Лазарем Сорбиным.
- **Маятниковые часы** изобрел в 1657 году голландский физик и астроном Х. Гюйгенс.
- **Механические часы с пружиной** изобрели в XVIII веке.
- В 30-е годы нашего века изобрели **кварцевые часы**.
- В 1954 году в СССР возникла идея создания **атомных часов** - "Государственного первичного эталона времени и частоты". Они были установлены в научно-исследовательском институте под Москвой и давали случайную ошибку в 1 секунду раз в 500000 лет.
- Еще более точный атомный (оптический) стандарт времени был создан в СССР 1978 году. Ошибка в 1 секунду происходит раз в 10000000 лет!



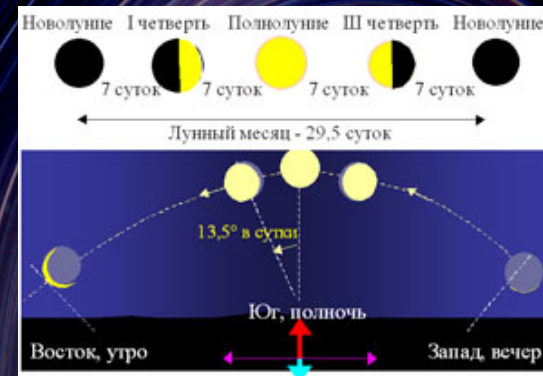
Время и календарь

Потребность в календаре

- **Календарь** - непрерывная система счисления больших промежутков времени, основанная на периодичности явлений природы, особенно отчетливо проявляющейся в небесных явлениях (движении небесных светил). С календарем неразрывно связана вся многовековая история человеческой культуры.
- Потребность в календарях возникла в такой глубокой древности, когда человек не умел еще читать и писать. Календари определяли наступление весны, лета, осени и зимы, периоды цветения растений, созревания плодов, сбора лекарственных трав, изменений в поведении и жизни животных, изменения погоды, время земледельческих работ и многое другое.
- Календари отвечают на вопросы: "Какое сегодня число?", "Какой день недели?", "Когда произошло то или иное событие?" и позволяют регулировать и планировать жизнь и хозяйственную деятельность людей.

Время и календарь

Лунный календарь



• В основе **лунного календаря** лежит синодический лунный месяц продолжительностью 29,5 средних солнечных суток. Возник свыше 30000 лет назад. Лунный год календаря содержит 354 (355) суток (на 11,25 суток короче солнечного) и делится на 12 месяцев по 30 (нечетные) и 29 (четные) суток в каждом (в мусульманском календаре они называются: мухаррам, сафар, раби аль-авваль, раби ас-сани, джумада аль-уля, джумада аль-ахира, раджаб, шаабан, рамадан, шавваль, зуль-каада, зуль-хиджжра). Поскольку календарный месяц на 0,0306 суток короче синодического и за 30 лет разница между ними достигает 11 суток, в арабском лунном календаре в каждом 30-летнем цикле насчитывается 19 "простых" лет по 354 суток и 11 "високосных" по 355 суток (2-й, 5-й, 7-й, 10-й, 13-й, 16-й, 18-й, 21-й, 24-й, 26-й, 29-й годы каждого цикла). Турецкий лунный календарь менее точен: в его 8-летнем цикле 5 "простых" и 3 "високосных" года.

• Новогодняя дата не фиксируется (медленно перемещается из года в год): так, 1421 год хиджжры начался 6 апреля 2000 г. и закончился 25 марта 2001 года.

• Лунный календарь принят в качестве религиозного и государственного в мусульманских государствах. Для планирования и регулирования хозяйственной деятельности параллельно применяются солнечный и лунно-солнечный календари.

Время и календарь

Юлианский солнечный календарь

- **Солнечный календарь**, в основу которого положен тропический год. Возник свыше 6000 лет назад. В настоящее время принят в качестве мирового календаря.
- **Юлианский солнечный календарь** "старого стиля" содержит 365,25 суток. Разработан александрийским астрономом Созигеном, введен императором Юлием Цезарем в Древнем Риме в 46 г. до н.э. и распространился затем по всему миру.
- На Руси был принят в 988 г. н.э.
- В юлианском календаре продолжительность года определяется в 365,25 суток; три "простых" года насчитывают по 365 суток, один високосный - 366 суток. В году 12 месяцев по 30 и 31 день каждый (кроме февраля).
- Юлианский год отстает от тропического на 11 минут 13,9 секунды в год. За 1500 лет его применения накопилась ошибка в 10 суток.

Время и календарь

Григорианский солнечный календарь

- В григорианском солнечном календаре "нового стиля" продолжительность года составляет 365, 242500 суток.
- В 1582 году юлианский календарь по указу Папы Римского Григория XIII был реформирован в соответствии с проектом итальянского математика Луиджи Лилио Гаралли (1520-1576 гг.).
- Счет дней передвинули на 10 суток вперед и условились каждое столетие, не делящееся на 4 без остатка: 1700, 1800, 1900, 2100 и т. д. не считать високосным. Тем самым исправляется ошибка в 3 суток за каждые 400 лет. Ошибка в 1 сутки "набегает" за 2735 лет. Новые столетия и тысячелетия начинаются с 1 января "первого" года данного столетия и тысячелетия: так, XXI век и III тысячелетие нашей эры (н.э.) начнется 1 января 2001 года по григорианскому календарю.
- Перевод дат юлианского календаря на григорианский календарь осуществляется по формуле: $T_G = T_{Ю} + n$, $n = C - C_1/4 - 2$, где T_G и $T_{Ю}$ – даты по григорианскому и юлианскому календарю; n – целое число дней, C – число полных прошедших столетий, C_1 – ближайшее число столетий, кратное четырем.

Время и календарь

Другие солнечные календари

Другими разновидностями солнечных календарей являются:

- **Персидский календарь**, определявший продолжительность тропического года в 365,24242 суток; 33-летний цикл включает в себя 25 "простых" и 8 "високосных" лет. Значительно точнее григорианского: ошибка в 1 год "набегает" за 4500 лет. Разработан Омаром Хайямом в 1079 году; применялся на территории Персии и ряда других государств до середины XIX века.

- **Коптский календарь** похож на юлианский: в году насчитывается 12 месяцев по 30 суток; после 12 месяца в "простом" году добавляется 5, в "високосном" – 6 дополнительных дней. Используется в Эфиопии и некоторых других государствах (Египет, Судан, Турция и т.д.) на территории проживания коптов.

Время и календарь

Лунно-солнечный календарь

- В **лунно-солнечном календаре** движение Луны согласовывается с годовым движением Солнца.
- Год состоит из 12 лунных месяцев по 29 и по 30 суток в каждом, к которым для учета движения Солнца периодически добавляются "високосные" годы, содержащие дополнительный 13-й месяц. В результате "простые" годы продолжаются 353, 354, 355 суток, а "високосные" - 383, 384 или 385 суток.
- Возник в начале I тысячелетия до н.э., применялся в Древнем Китае, Индии, Вавилоне, Иудее, Греции, Риме.
- В настоящее время принят в Израиле (начало года приходится на разные дни между 6 сентября и 5 октября) и применяется, наряду с государственным, в странах Юго-Восточной Азии (Вьетнаме, Китае и т.д.).

Время и календарь

Восточный календарь

- **Восточный** лунно-солнечно-планетный **60-летний календарь** основан на периодичности движения Солнца, Луны и планет Юпитера и Сатурна.
- Возник в начале II тысячелетия до н.э. в Восточной и Юго-Восточной Азии. В настоящее время используется в Китае, Корее, Монголии, Японии и некоторых других странах данного региона.
- В 60-летнем цикле современного восточного календаря насчитывается 21912 суток (в первых 12-ти годах содержится 4371 суток; во вторых и четвертых – 4400 и 4401 суток; в третьих и в пятых – 4370 суток). В этот промежуток времени укладывается два 30-летних цикла Сатурна (равных сидерическим периодам его обращения $T_{\text{Сатурна}} = 29,46 \approx 30$ лет), приблизительно три 19-летних лунно-солнечных цикла, пять 12-летних циклов Юпитера (равных сидерическим периодам его обращения $T_{\text{Юпитера}} = 11,86 \approx 12$ лет) и пять 12-летних лунных циклов.
- Количество дней в году непостоянно и может составлять в "простые" годы 353, 354, 355 суток, в високосные 383, 384, 385 суток. Начало года в разных государствах приходится на различные даты с 13 января по 24 февраля. Текущий 60-летний цикл начался в 1984 году.

Время и календарь

Календарь Майя и Ацтеков



- Центральноамериканский календарь культур индейцев майя и ацтеков применялся в период около 300–1530 гг. н.э. Основан на периодичности движения Солнца, Луны и синодических периодов обращения планет Венеры (584^d) и Марса (780^d).
- "Длинный" год продолжительностью 360 (365) суток состоял из 18 месяцев по 20 суток в каждом и 5 праздничных дней - «смены власти богов». Параллельно в культурно-религиозных целях использовался "короткий год" из 260 суток ($1/3$ синодического периода обращения Марса) делился на 13 месяцев по 20 суток в каждом; "номерные" недели состояли из 13 дней, имевших свой номер и название.
- Сочетание всех этих промежутков повторялось каждые 52 года. За начало летоисчисления у майя бралась мифическая дата 5 041738 г. д.н.э.
- Периоды времени у майя: 1 кин=1 день, 1 виналь - 20 кин, 1 тун= 1 виналь * 18 = 360кинов, катун = 20 тун (20 лет), алавтун = 64000000 лет!
- Продолжительность тропического года была определена с высочайшей точностью в $365,2420^d$ (ошибка в 1 сутки на накапливается за 5000 лет, а в нынешнем в григорианском - 2735 лет!); лунного синодического месяца – $29,53059^d$.

Время и календарь

Идеальный календарь

•Существующие календари имеют многочисленные недостатки в виде: недостаточного соответствия продолжительности тропического года и датам астрономических явлений, связанных с движением Солнца по небесной сфере, неравной и непостоянной продолжительности месяцев, несогласованности чисел месяца и дней недели, несоответствия их названий положению в календаре и т.д.

•**Идеальный вечный календарь обладает неизменной структурой, позволяющей быстро и однозначно определять дни недели по любой календарной дате летоисчисления.** Одним из наилучших проектов вечных календарей был рекомендован к рассмотрению Генеральной Ассамблеей ООН в 1954 году: при схожести с григорианским календарем он был проще и удобнее. Тропический год делится на 4 квартала по 91 сутки (13 недель). Каждый квартал начинается с воскресения и кончается субботой; состоит из 3 месяцев, в первом месяце 31 сутки, во втором и третьем – 30 суток. В каждом месяце 26 рабочих дней. Первый день года всегда воскресение. Он оказался не реализован по религиозным соображениям. Введение единого Всемирного вечного календаря остается одной из проблем современности.

Время и календарь

Летоисчисление: эпохи

- Начальная дата и последующая система летоисчисления называются **эрой**.
- Начальную точку отсчета эры называют ее **эпохой**.
- С древних времен начало определенной эры (известно более 1000 эр в различных государствах различных регионов Земли, в том числе 350 – в Китае и 250 в Японии) и весь ход летоисчисления связывался с важными легендарными, религиозными или (реже) реальными событиями: временем царствования определенных династий и отдельных императоров, войнами, революциями, олимпиадами, основанием городов и государств, "рождением" бога (пророка) или "сотворением мира".
- За начало китайской 60-летней цикловой эры принята дата 1-го года царствования императора Хуанди - 2697 г. до н.э.
- В Древней Греции счет времени велся по олимпиадам, с эпохи 1 июля 776 г. до н.э.
- В Древнем Вавилоне "эра Набонассара" началась 26 февраля 747 г. до н.э.

Время и календарь

Летоисчисление: эпохи

- В Римской империи счет велся от "основания Рима" с 21 апреля 753 г. до н.э. и с дня воцарения императора Диоклетиана 29 августа 284 г. н.э.
- В Византийской империи и позднее, по традиции, на Руси – с принятия христианства князем Владимиром Святославовичем (988 г. н.э.) до указа Петра I (1700 г. н.э.) счет лет велся "от сотворения мира": за начало отсчета была принята дата 1 сентября 5508 г. до н.э (первый год "византийской эры").
- В Древнем Израиле (Палестине) "сотворение мира" произошло попозже: 7 октября 3761 г. до н.э (первый год "еврейской эры"). Существовали и другие, отличные от наиболее распространенных вышеуказанных эр "от сотворения мира".
- Рост культурно-экономических связей и широкое распространение христианской религии на территории Западной и Восточной Европы породили необходимость в унификации систем летоисчисления, единиц измерения и счета времени.

Время и календарь

Летоисчисление: эры

• Современное летоисчисление – "наша эра", "эра от Рождества Христова" (Р.Х.), Anno Domini (A.D. – "год господина") – ведется от произвольно выбранной даты рождения Иисуса Христа. Поскольку ни в одном историческом документе она не указана, а Евангелия противоречат друг другу, ученый монах Дионисий Малый в 278 г. эры Диоклетиана решил "научно", на основе астрономических данных вычислить дату эпохи. В основу расчетом была положены: 28-летний "солнечный круг" – промежуток времени, за который числа месяцев приходятся точно на те же дни недели, и 19-летний "лунный круг" – промежуток времени, за который одинаковые фазы Луны приходятся на одни и те же дни месяца. Произведение циклов "солнечного" и "лунного" круга с поправкой на 30-летнее время жизни Христа ($28 \cdot 19 \cdot 30 + 30 = 572$) дало начальную дату современного летоисчисления.

• Счет лет согласно эре "от Рождества Христова" "приживался" очень медленно: вплоть до XV века н.э. (т.е. даже 1000 лет спустя) в официальных документах Западной Европы указывалось 2 даты: от сотворения мира и от Рождества Христова (A.D.).

Время и календарь

Летоисчисление: эры

- В мусульманском мире за начало летоисчисления принято 16 июля 622 года нашей эры – день "хиджжры" (переселения пророка Мохаммеда из Мекки в Медину).
- Перевод дат из "мусульманской" системы летоисчисления T_M в "христианскую" (григорианскую) T_G можно осуществить по формуле:

$$T_G = T_M - T_M / 33 + 621 \text{ (лет)}.$$

- Для удобства астрономических и хронологических расчетов с конца XVI века применяется предложенное Ж. Скалигером летоисчисление **юлианского периода (J. D.)**. Непрерывный счет дней в нем ведется с 1 января 4713 г. до н.э.
- Моменты минимумов и максимумов переменных звезд в справочниках приводятся в JD.

Время и календарь

Список литературы

- М.М. Дагаев и др. Астрономия. - М.: «Просвещение», 1981г.
- А.И Еремеева, Ф.А. Цицин. История астрономии.- М.: Издательство МГУ, 1989
- И.А. Климишин. Элементарная астрономия. - М.: «Наука», 1991г.
- И.А. Климишин. Календарь и хронология. - М.: «Наука», 1981г.
- Методика преподавания урока «Время и календарь»,
URL: http://www.astronet.ru/db/msg/1177040/chapter3_6.html