Дата и время: безысходность бытия

ЛКШ 2015.Август

Секунда

Что такое секунда?

Секунда есть время, равное 9 192 631 770 периодам излучения, соответствующего переходу между двумя сверхтонкими уровнями основного состояния атома цезия-133.

XIII Генеральная конференция по мерам и весам, 1967 год

*Секунда, символ **с,** является единицей времени; её величина устанавливается фиксацией численного значения частоты сверхтонкого расщепления основного состояния атома цезия-133 при температуре 0 К равным в точности 9 192 631 770, когда она выражена единицей СИ $с^{-1}$, что эквивалентно Гц.*

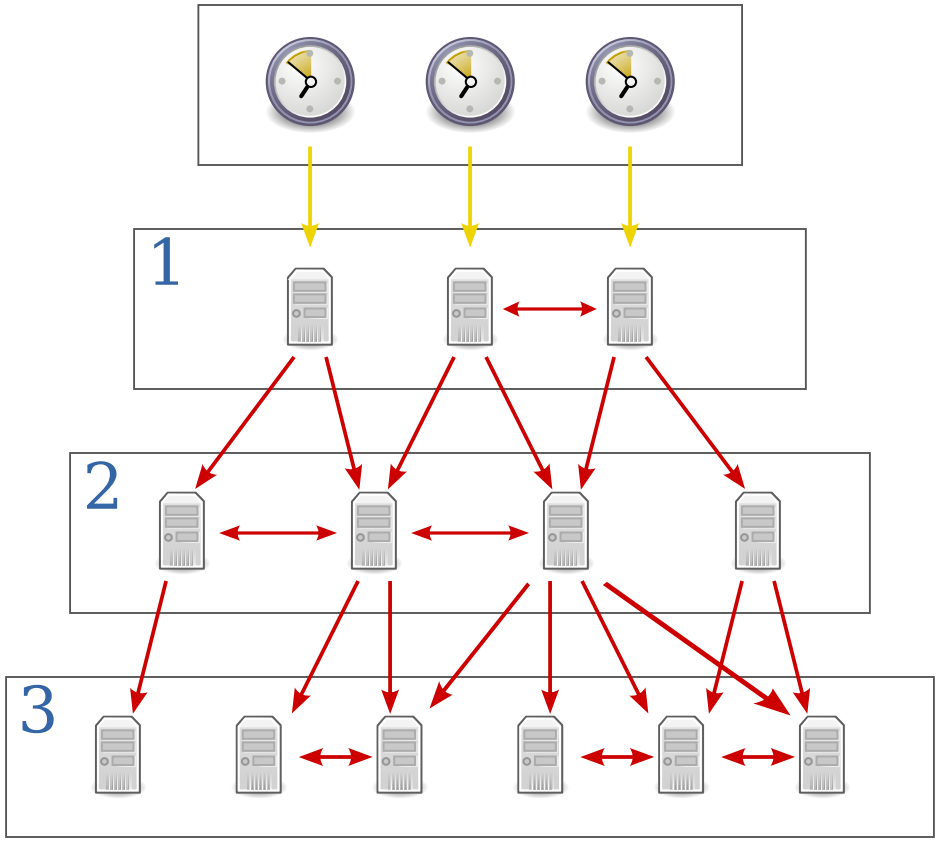
XXIV Генеральная конференция по мерам и весам, 2011 год

Как хранится время?

1. UNIX-время — количество секунд, прошедшее с `01.01.1970 00:00:00 UTC` (почти)
   - Если хранить в 32-битном числе (от -2^{31} до $2^{31} - 1$), времена будут от `13.12.1901 20:45:52 UTC` до `19.01.2038 03:14:07 UTC` (проблема 2038 года)
   - Если хранить в 64-битном числе, переполнение случится `04.12.292277026596 15:30:08 UTC`
2. В Windows время хранится по-разному.
   Например, FILETIME — количество сотен наносекунд (10^{-7} секунды) с `01.01.1601 00:00:00 UTC`. (Хранится в 64-битном типе и переполнится в 30828 году.)

Синхронизация времени

Network Time Protocol (NTP)



- Иерархичный
- Учитывает скорость передачи данных по сети
- При работе через интернет может достигать точности 10 мс

Хранение времени в NTP

- Отсчитывается от `01.01.1900 00:00:00 UTC`
- 64 бита: 32 для количества секунд + 32 для дробных долей
- Переполняется каждые 2^{32} секунды (≈ 136 лет), так что нужно
  - либо примерно знать правильное время,
  - либо передавать номер эпохи,
  - либо использовать больше бит

Хватит ли 128 бит?

The 64 bit value for the fraction is enough to resolve the amount of time it takes a photon to pass an electron at the speed of light. The 64 bit second value is enough to provide unambiguous time representation until the universe goes dim.

David L. Mills, NTP designer

64-битного числа для дробной части достаточно для хранения времени, за которое фотон на скорости света преодолевает электрон. 64-битного числа для количества секунд хватит для однозначного представления времени до того момента, когда Вселенная потускнеет.

Дэвид Миллс, разработчик NTP

Високосная секунда

Високосная секунда: что это?

- Скорость вращения Земли вокруг своей оси непостоянна
- Добавляется или удаляется в последний день июня или декабря
- Вращение ускорилось — удаляется `23:59:59 UTC` (отрицательная), замедлилось — добавляется `23:59:60 UTC` (положительная)
- С 1972 года было 26 положительных (последняя — 30.06.2015), отрицательных не было

Кто вводит?

Центр ориентации Земли Международной службы вращения Земли *(Earth Orientation Center of the International Earth Rotation and reference System Service)*

- Каждые 6 месяцев выпускается бюллетень с информацией о том, ждать ли високосной секунды
- https://hpiers.obspm.fr/eoppc/bul/bulc

To authorities responsible for the measurement and distribution of time

UTC TIME STEP
on the 1st of July 2015

A positive leap second will be introduced at the end of June 2015. The sequence of dates of the UTC second markers will be:

```
2015 June 30,     23h 59m 59s
2015 June 30,     23h 59m 60s
2015 July  1,      0h  0m  0s
```

В чём же проблема?

- UNIX-время не учитывает високосные секунды:
  - 30.06.2015 23:59:59.0 UTC → 1435708799.0
  - 30.06.2015 23:59:59.5 UTC → 1435708799.5
  - 30.06.2015 23:59:60.0 UTC → 1435708800.0
  - 30.06.2015 23:59:60.5 UTC → 1435708800.5
  - 01.07.2015 00:00:00.0 UTC → 1435708800.0
  - 01.07.2015 00:00:00.5 UTC → 1435708800.5
  - 01.07.2015 00:00:01.0 UTC → 1435708801.0
- Скачок на секунду может оказаться критичным.

  Как быть?

Високосная секунда и NTP

- NTP заранее предупреждает о високосной секунде, чтобы между 23:59:60 и 00:00:00 система заморозила время
- И всё будет хорошо?
- Баги :(
- Пострадали Mozilla, Reddit, Foursquare, LinkedIn, Amazon...

```
01. write_seqlock(&xtime_lock);
02. switch (time_state) {
03. // ...
04. case TIME_INS:
05.     timekeeping_leap_insert(-1);
06.     time_state = TIME_OOP;
07.     printk(KERN_NOTICE
08.         "Clock: inserting leap second "
09.         "23:59:60 UTC\n");
10.     hrtimer_add_expires_ns(&leap_timer, NSEC_PER_SEC);
11.     res = HRTIMER_RESTART;
12.     break;
13. // ...
14. }
15. write_sequnlock(&xtime_lock);
```

Високосная секунда и Google

http://googleblog.blogspot.co.uk/2011/09/time-technology-and-leaping-seconds.html

- В преддверии високосной секунды можно замедлять время
- Не будет скачка времени
- Каждая секунда растягивается совсем чуть-чуть

Час


60
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
1
3
5
7
9
11
13
15
17
19
21
23
С
Ю
Полярные
СДЕЛАНО В СССР

История часа

- **Древние Греция и Рим:** час — 1/12 часть времени между восходом (0) и закатом (12). Ночь делилась на 4 стражи
- **Вавилон:** час — 1/24 часть суток, отсчёт от рассвета
- **Средневековая Италия:** час — 1/24 часть суток, отсчёт от заката *(зачем?)*

День и ночь

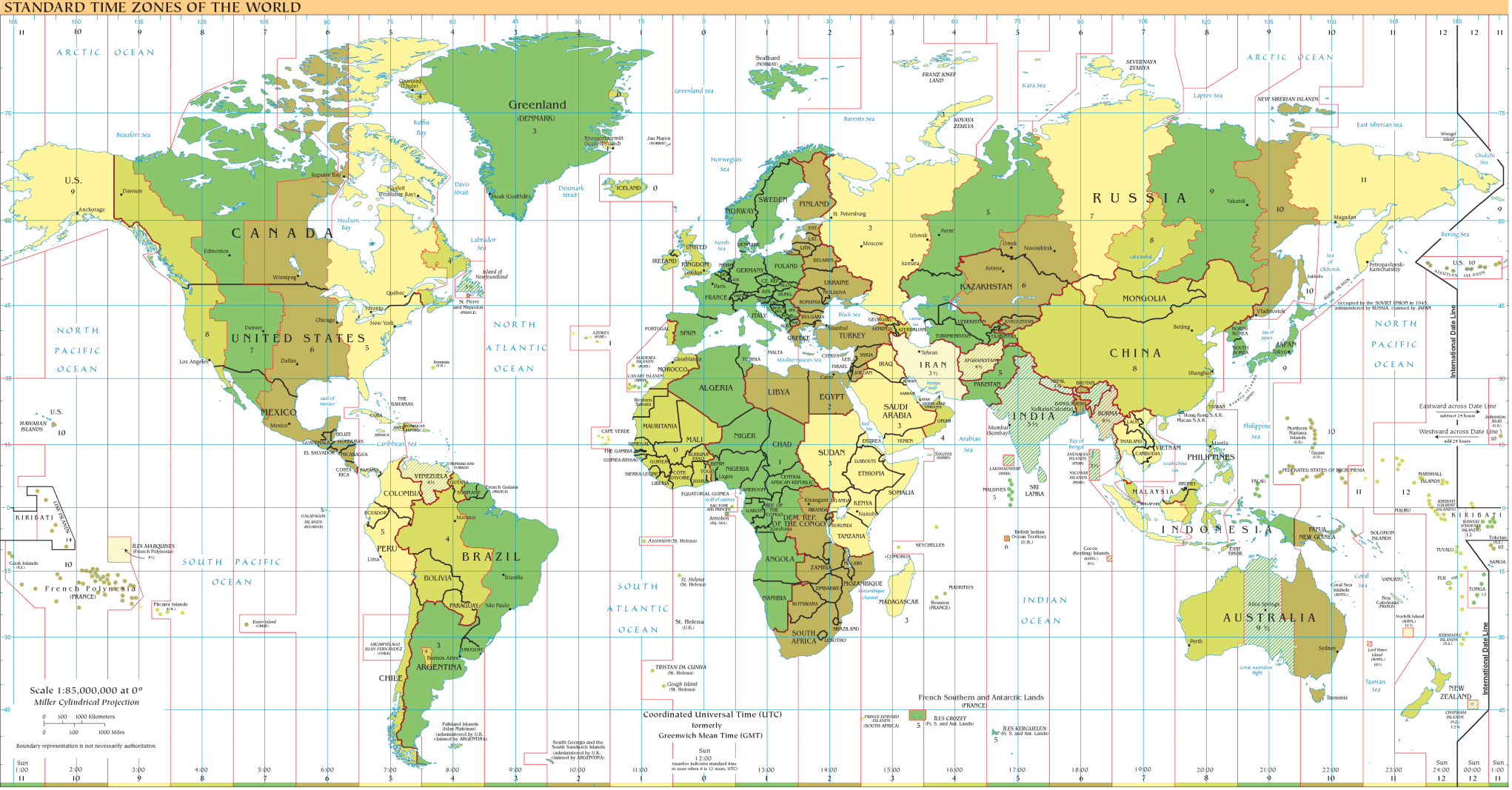
- a.m. (ante meridiem) и p.m. (post meridiem)
- Таиланд:
  - 01–06 — раннее утро
  - 07–12 — утро
  - 13–18 — день
  - 19–24 — ночь
- 00–23

День и ночь в Древней Руси

- В зависимости от времени года различалось количество дневных и ночных часов
- День начинался незадолго до восхода солнца
- Например, с 7 по 22 августа первый из 14 дневных часов начинался в 4:21, а первый из 10 ночных — в 18:21
- С 27 ноября по 1 января день с 8:30 до 15:30
- http://www.russiancity.ru/books/b40.htm#c27

Часовые пояса

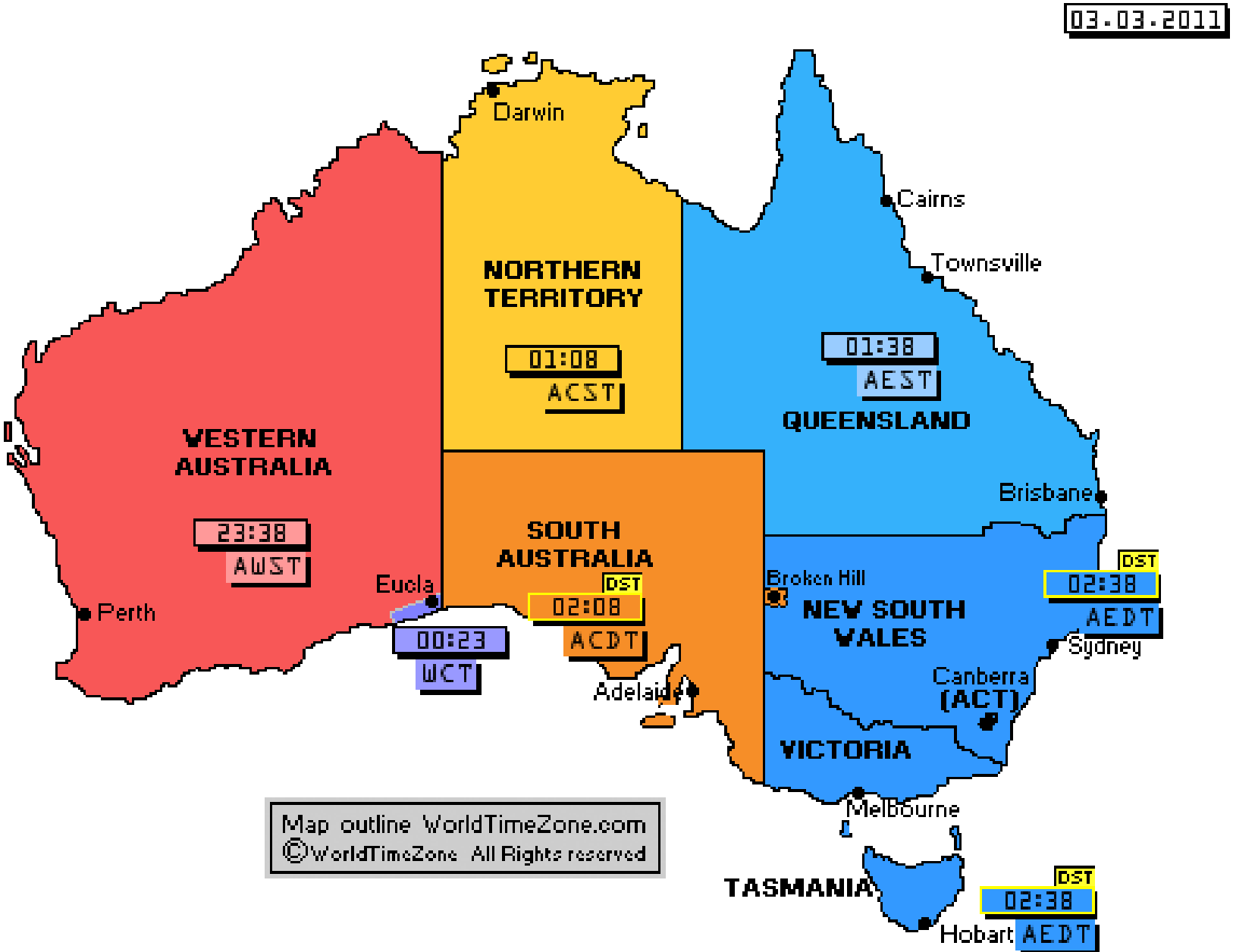
STANDARD TIME ZONES OF THE WORLD




EUROPE
MEDITERRANEAN
ATLANTIC OCEAN
GREAT BRITAIN
Belgium
FRANCE
Portugal
Spain
Iceland
Scandinavian States
GERMANY
Switzerland
Poland
Austria
Czechoslovakia
Yugoslavia
Hungary
ITALY
Holland +20
Western Russia
MOSCOW
Baltic States
Balkans
Turkey
Greece
Mid Russia
Russia East
AFRICA
Azores
Cape Verd Isles
Madeira
Canary Isles
Sierra Leone
Algeria
Morocco
Gold Coast
Tunis
Nigeria
Congo
Egypt
Rhodesia
SOUTH AFRICA
Kenya
Madagascar
Seychelles
Mauritius
ASIA MINOR
Syria
Palestine
Iraq
Arabia
ASIA WEST
Persia
Afghanistan
Western Siberia
INDIA
Ceylon
Burma
Sumatra
Java +20
Malay
Siam
Indo-China
Mid-Siberia
N Borneo
Philippines
Yap Isle
Moluccas
Hong-Kong
Shanghai
Nanking
China East
ASIA EAST
JAPAN
Korea
Siberia East
Western Australia
Perth
AUSTRALASIA
Queensland
Brisbane
New South Wales
Sydney
Victoria
Melbourne
Tasmania
South Australia
Adelaide
New Zealand
Fiji Isles
Samoa W
Tahiti
Hawaiian Isles
Honolulu
New Guinea E
Caroline Isles
Solomon Isles
CHINA SEA
INDIAN OCEAN
PACIFIC OCEAN
NORTH AMERICA EAST
Newfoundland +29
Nova Scotia
NEW YORK
Greenland
AMERICA
Uruguay
Brazil E
Rio de Janeiro
Paraguay +23
British Guiana
Brazil W +15
Bolivia
ARGENTINE
Bermuda −19
SOUTH
Venezuela
Leeward Is.
Windward Is.
Barbados
Trinidad
Colombia −3
Peru
Ecuador −14
Chile
Bahamas
Cuba Haiti
Jamaica
Panama
Honduras
Guatemala
Costa Rica
EASTERN ZONE
NEW YORK
CENTRAL ZONE
Chicago
Winnipeg
Mexico E
Mexico W
Denver
Calgary
MOUNTAIN ZONE
NORTH
Los Angeles
San Francisco
Vancouver
PACIFIC ZONE
AMERICA WEST
Yukon
Alaska
NOON
THE WILLIS WORLD CLOCK
J. H. WILLIS & CO. NORWICH
World Copyrights & Patents
British Patent No 317829

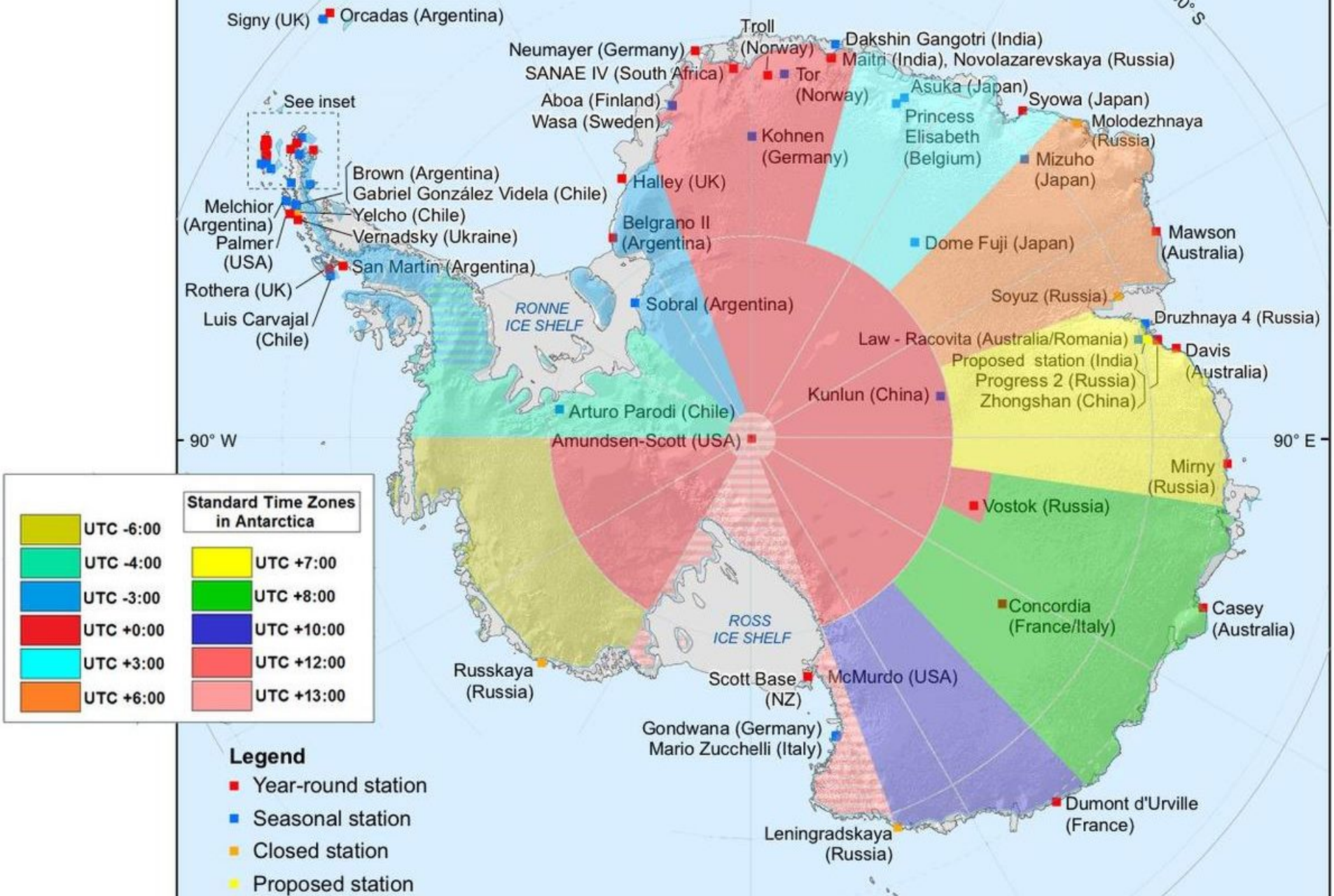
Часовые пояса

- Сутки у каждого свои
- Афганистан, Иран: UTC+4:30
  Индия: UTC+5:30
  Венесуэла: UTC−4:30
- Непал: UTC+5:45
  Юкла (Австралия): UTC+8:45
  Архипелаг Чатем (Новая Зеландия): UTC+12:45


03.03.2011
Darwin
NORTHERN TERRITORY
01:08
ACST
Cairns
Townsville
01:38
AEST
QUEENSLAND
Brisbane
VESTERN AUSTRALIA
23:38
AWST
Perth
Eucla
00:23
WCT
SOUTH AUSTRALIA
DST
02:08
ACDT
Adelaide
Broken Hill
NEW SOUTH VALES
DST
02:38
AEDT
Sydney
Canberra (ACT)
VICTORIA
Melbourne
TASMANIA
DST
02:38
AEDT
Hobart
Map outline WorldTimeZone.com
©WorldTimeZone All Rights reserved


Eyre Hwy
1
1
Eucla-Reid Rd
Eucla-Reid Rd
Amber Hotel
Patupis St
Yurla Way
Wylie Pl
Yurla Way
Stewart Cres
Gurney Way
Sterling Dr

Как выглядят часовые пояса в Антарктиде?


Signy (UK)
Orcadas (Argentina)
Neumayer (Germany)
SANAE IV (South Africa)
Troll (Norway)
Tor (Norway)
Dakshin Gangotri (India)
Maitri (India), Novolazarevskaya (Russia)
Asuka (Japan)
Syowa (Japan)
Aboa (Finland)
Wasa (Sweden)
Princess Elisabeth (Belgium)
Molodezhnaya (Russia)
Kohnen (Germany)
Mizuho (Japan)
See inset
Brown (Argentina)
Gabriel González Videla (Chile)
Halley (UK)
Melchior (Argentina)
Yelcho (Chile)
Vernadsky (Ukraine)
Palmer (USA)
Belgrano II (Argentina)
Dome Fuji (Japan)
Mawson (Australia)
San Martin (Argentina)
Rothera (UK)
Luis Carvajal (Chile)
RONNE ICE SHELF
Sobral (Argentina)
Soyuz (Russia)
Druzhnaya 4 (Russia)
Law - Racovita (Australia/Romania)
Davis (Australia)
Proposed station (India)
Progress 2 (Russia)
Zhongshan (China)
Kunlun (China)
Arturo Parodi (Chile)
90° W
Amundsen-Scott (USA)
90° E
Mirny (Russia)
Vostok (Russia)
Standard Time Zones in Antarctica
UTC -6:00
UTC -4:00
UTC -3:00
UTC +0:00
UTC +3:00
UTC +6:00
UTC +7:00
UTC +8:00
UTC +10:00
UTC +12:00
UTC +13:00
Concordia (France/Italy)
Casey (Australia)
ROSS ICE SHELF
Russkaya (Russia)
Scott Base (NZ)
McMurdo (USA)
Gondwana (Germany)
Mario Zucchelli (Italy)
Legend
Year-round station
Seasonal station
Closed station
Proposed station
Dumont d'Urville (France)
Leningradskaya (Russia)

Час

Летнее и зимнее время

Летнее и зимнее время: зачем?

- Сегодня:
  - восход в 04:24:15
  - закат в 20:15:52
- 22 декабря 2015 года:
  - восход в 08:58:09
  - закат в 15:27:20
- Люди обычно работают с 10 до 19, а зенит в 12

Опять Австралия...

Часовой пояс	Зимой	Летом
Australia/Lord_Howe	UTC+10:30	UTC+11
Antarctica/Macquarie	UTC+11	
Australia/Hobart, Australia/Currie, Australia/Melbourne, Australia/Sydney	UTC+10	UTC+11
Australia/Broken_Hill, Australia/Adelaide	UTC+09:30	UTC+10:30
Australia/Brisbane, Australia/Lindeman	UTC+10	
Australia/Darwin	UTC+09:30	
Australia/Perth	UTC+08	
Australia/Eucla	UTC+08:45	
Pacific/Norfolk	UTC+11:30	

Бывает и интереснее

Марокко переводит часы на время Рамадана

- 2015: 14.06 — 19.07
- 2016: 05.06 — 10.07
- 2017: 21.05 — 02.07
- 2018: 13.05 — 17.06
- 2019: 05.05 — 09.06
- 2020: 19.04 — 24.05
- 2021: 11.04 — 16.05
- ...

Час

Смена часовых поясов

Зачем менять часовые пояса?

Чтобы лучше жить

- 27.03.2011 в России отменён переход на летнее время и обратно
- 26.10.2014 часовой пояс Europe/Moscow перешёл с UTC+4 на UTC+3

Чтобы было удобнее

- В 2011 году власти Токелау приняли решение перейти с UTC−11 на единое новозеландское время UTC+13. 30 декабря пришлось отменить :(
- Введение декретного времени в СССР с 1919 года:
  - Europe/Moscow: UTC+2:31:19 → UTC+3
  - Asia/Yekaterinburg: UTC+3:45:05 → UTC+4
  - Asia/Irkutsk: UTC+6:57:05 → UTC+7

По политическим причинам

С 15 августа Северная Корея переходит с UTC+9 на UTC+8:30

> *Японские милитаристы совершили такое непростительное преступление, как лишение Кореи её собственного времени, наряду с попытками растоптать ее историю и культуру, насчитывающие 5 тысяч лет, и уничтожить корейскую нацию*
>
> ***Центральное телеграфное агентство Кореи***

Как вычислить точное время?

Бинарный поиск!

```
01. def fromutc(self, dt):
02.     # ...
03.     dt = dt.replace(tzinfo=None)
04.     idx = max(0, bisect_right(self._utc_transition_times, dt) - 1)
05.     inf = self._transition_info[idx]
06.     return (dt + inf[0]).replace(tzinfo=self._tzinfos[inf])
07.
08. def bisect_right(a, x, lo=0, hi=None):
09.     # ...
10.     while lo < hi:
11.         mid = (lo+hi)//2
12.         if x < a[mid]: hi = mid
13.         else: lo = mid+1
14.     return lo
```

tzdata

Формат данных

```
Zone Europe/Moscow
2:30:17 -      LMT     1880
2:30:17 -      MMT     1916 Jul  3 # Moscow Mean Time
2:31:19 Russia %s      1919 Jul  1  2:00
3:00   Russia  %s      1921 Oct
3:00   Russia  MSK/MSD 1922 Oct
2:00   -       EET     1930 Jun 21
3:00   Russia  MSK/MSD 1991 Mar 31  2:00s
2:00   Russia  EE%sT   1992 Jan 19  2:00s
3:00   Russia  MSK/MSD 2011 Mar 27  2:00s
4:00   -       MSK     2014 Oct 26  2:00s
3:00   -       MSK
```

Srednekolymsk and Zyryanka are the most populous places amongst these districts, but have very similar populations. In fact, Wikipedia currently lists them both as having 3528 people, exactly 1668 males and 1860 females each! (Yikes!)
http://en.wikipedia.org/w/?title=Srednekolymsky_District&oldid=603435276
http://en.wikipedia.org/w/?title=Verkhnekolymsky_District&oldid=594378493
Assume this is a mistake, albeit an amusing one.

Looking at censuses, the populations of the two municipalities seem to have fluctuated recently. Zyryanka was more populous than Srednekolymsk in the 1989 and 2002 censuses, but Srednekolymsk was more populous in the most recent (2010) census, 3525 to 3170. (See pages 195 and 197 of http://www.gks.ru/free_doc/new_site/perepis2010/croc/Documents/Vol1/pub-01-05.pdf in Russian.) In addition, Srednekolymsk appears to be a much older settlement and the population of Zyryanka seems to be declining.
Go with Srednekolymsk.

From Dave Cantor (2004-11-02):

Early this summer I had the occasion to visit the Mount Washington Observatory weather station atop (of course!) Mount Washington [, NH]... One of the staff members said that the station was on Eastern Standard Time and didn't change their clocks for Daylight Saving ... so that their reports will always have times which are 5 hours behind UTC.

Since Mount Washington has a climate all its own, I guess it makes sense for it to have its own time as well.

From Paul Eggert (1999-03-31):

Shanks writes that Michigan started using standard time on 1885-09-18, but Howse writes (pp 124-125, referring to Popular Astronomy, 1901-01) that Detroit kept local time until 1900 when the City Council decreed that clocks should be put back twenty-eight minutes to Central Standard Time. Half the city obeyed, half refused. After considerable debate, the decision was rescinded and the city reverted to Sun time. A derisive offer to erect a sundial in front of the city hall was referred to the Committee on Sewers. Then, in 1905, Central time was adopted by city vote.

This story is too entertaining to be false, so go with Howse over Shanks.

> *Martin Bruckmann (1996-02-29) reports via Peter Ilieve*
>
> *that Portugal is reverting to 0:00 by not moving its clocks this spring.*
> *The new Prime Minister was fed up with getting up in the dark in the winter.*

> *From Even Scharning (2013-10-25):*
>
> *The scheduled end of DST in Libya on Friday, October 25, 2013 was cancelled yesterday*
>
> *http://www.libyaherald.com/2013/10/24/correction-no-time-change-tomorrow/*

Часы

Программистские тонкости

```
>>> from datetime import *
>>> from pytz import *
>>> tz = timezone('Europe/Moscow')
>>> tz.utcoffset(datetime(2015, 8, 9, 14, 0, 0))
datetime.timedelta(0, 10800)
>>> tz.utcoffset(datetime(2014, 8, 9, 14, 0, 0))
datetime.timedelta(0, 14400)
```

```
>>> from datetime import *
>>> from pytz import *
>>> tz = timezone('Europe/Moscow')
>>> tz.utcoffset(datetime(2014, 10, 26, 1, 30, 0))
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
  File "C:\Python341\lib\site-packages\pytz-2015.4-
py3.4.egg\pytz\tzinfo.py", line 408, in utcoffset
  File "C:\Python341\lib\site-packages\pytz-2015.4-
py3.4.egg\pytz\tzinfo.py", line 349, in localize
pytz.exceptions.AmbiguousTimeError: 2014-10-26 01:30:00
```

```
>>> tz.utcoffset(datetime(2011, 3, 27, 0, 0, 0))
datetime.timedelta(0, 10800)
>>> tz.utcoffset(datetime(2011, 3, 27, 10, 0, 0))
datetime.timedelta(0, 14400)
>>> tz.utcoffset(datetime(2011, 3, 27, 2, 30, 0))
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
  File "C:\Python341\lib\site-packages\pytz-2015.4-
py3.4.egg\pytz\tzinfo.py", line 408, in utcoffset
  File "C:\Python341\lib\site-packages\pytz-2015.4-
py3.4.egg\pytz\tzinfo.py", line 327, in localize
pytz.exceptions.NonExistentTimeError: 2011-03-27 02:30:00
```

Римский календарь

Римский календарь: начало

- **До 700 г. до н. э.**
  10 месяцев (март, апрель, май, июнь, квинтиль, секстиль, сентябрь, октябрь, ноябрь, декабрь), 304 дня. Затем зимний период «безвременья»
- **До 450 г. до н. э.**
  Между декабрём и мартом добавили февраль и январь, стало 354/355 дней

Римский календарь: развитие

- **До 45 г. до н. э.**
  Поменяли февраль и январь
- Чтобы возместить недостаток дней в году, иногда добавляли 13-й месяц *интеркаларий (мерцедоний)* из 22/23 дней
- Иногда всё равно промахивались, и приходилось удалять лишние 7 дней из года
- Високосные года считались несчастливыми, поэтому в тяжёлые времена не вводились: например, на время Второй пунической войны

Юлианский календарь

Юлианский календарь: введение

- Введён Юлием Цезарем с 45 г. до н. э.
- Нужно было возместить разницу из-за пропавших високосных лет

Месяц / Год	47 до н. э.	46 до н. э.
Январь	29	29
Февраль	28	24
Интеркаларий		27
Март	31	31
Апрель	29	29
Май	31	31
Июнь	29	29
Квинтиль	31	31

Месяц / Год	47 до н. э.	46 до н. э.
Секстиль	29	29
Сентябрь	29	29
Октябрь	31	31
Ноябрь	29	29
*****		33
*****		34
Декабрь	29	29
Всего	**355**	**445**

Юлианский календарь: развитие

- **С 45 г. до н. э.** длины месяцев ровно такие, как сейчас
- **С 8 г. н. э.** *любой* год, делящийся на 4, високосный
- Перед этим високосными были 45 (?), 42, 39, ..., 9 гг. до н. э.
- Високосные года между 9 г. до н. э. и 8 г. н. э. были отменены императором Августом
- Квинтиль и секстиль назвали июлем и августом

Юлианский календарь: проблемы

- За каждые 128 лет накапливалась ошибка в 1 день
- Нужно было иногда *не делать* год високосным
- Решение: введение Григорианского (современного) календаря
- А ещё нужно было выкинуть 10 дней, чтобы нивелировать накопленную ошибку…

Григорианский календарь

Григорианский календарь

- Введён Папой Григорием XIII 24 февраля 1582 года
- Из 400 лет 97 — високосные
- Год високосный, если его номер:
  - либо делится на 4 и не делится на 100,
  - либо делится на 400
- Таким образом длина тропического года приближена числом $365^{97}/_{400} = 365{,}2425$
- В XIX веке было предложено перейти к 969 високосным годам за 4000 лет: $365^{969}/_{4000} = 365{,}242225$ ближе к правде. Тогда нужно было бы не считать високосными года, номер которых делится на 4000

Переход с Юлианского

- Согласно папскому биллю, за 4 октября 1582 года должно было следовать 15 октября
- Сразу перешли Италия, Польша, Португалия и Испания
- Чем больше тормозили с переходом, тем больше дней нужно было выкидывать

Переход с Юлианского

- Болгария: 31.03.1916 → 14.04.1916
- Богемия и Моравия: 06.01.1584 → 17.01.1584
- Дания и Норвегия: 18.02.1700 → 01.03.1700
- Россия: 31.01.1918 → 14.02.1918
- Великобритания и колонии: 02.09.1752 → 14.09.1752

Переход с Юлианского в Англии

- С XII века год в Англии начинался 25 марта
- Например, следующий день после 24.03.1675 — это 25.03.1676, и это норма!
- Но в Григорианском год обязательно начинается 1 января
- Как переходить?
- В 1751 году было всего 282 дня: с 25 марта по 31 декабря

Переход с Юлианского в Норвегии

- Решили в 1700–1740 гг. отменить все високосные года
- 11 дней выкинулись бы постепенно, с 01.03.1740 получили бы Григорианский календарь
- А в процессе было бы непонятно что :)
- 1700 г. сделали невисокосным
- 1704 и 1708 гг. *случайно* оказались високосными
- Получилось, что календарь ни Юлианский, ни Григорианский
- Опомнились, решили вернуться к Юлианскому
- 1712 г. оставили високосным, и заодно добавили 30 февраля
- В итоге как у всех: 17.02.1753 → 01.03.1753

Другие календари

Еврейский календарь

- В обычном году от 353 до 355 дней
- В високосном — от 383 до 385 (лишний месяц)
- Год високосный, если остаток от деления на 19 равен 0, 3, 6, 8, 11, 14 или 17
- Года нумеруются от сотворения мира (сейчас 5775-й)

Исламский календарь

- Лунный
- Новый месяц начинается, как только становится виден полумесяц после новолуния
- Год короче обычного, в нём 12×29,53 = 354,36 дней
- Сейчас 1436 год