Как делать разработчикам больно с помощью даты и времени

Александр Кузнецов
ведущий разработчик

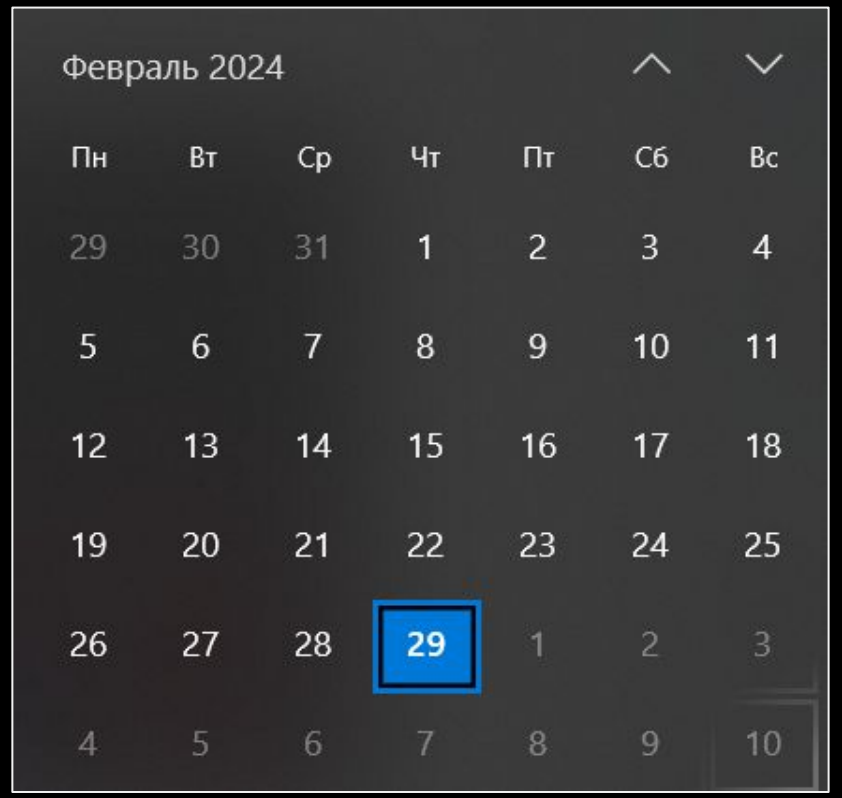
Контур

kontur.ru

Сколько дней в году?

Поставщики бензина Z Energy, Allied Petroleum и Gul отключили в Новой Зеландии свои комплексы автоматизированных АЗС (работали в режиме самообслуживание) из-за проблем с некорректной обработкой ПО комплексов текущей даты 29 февраля 2024 года.

36 багов 29 февраля 2024

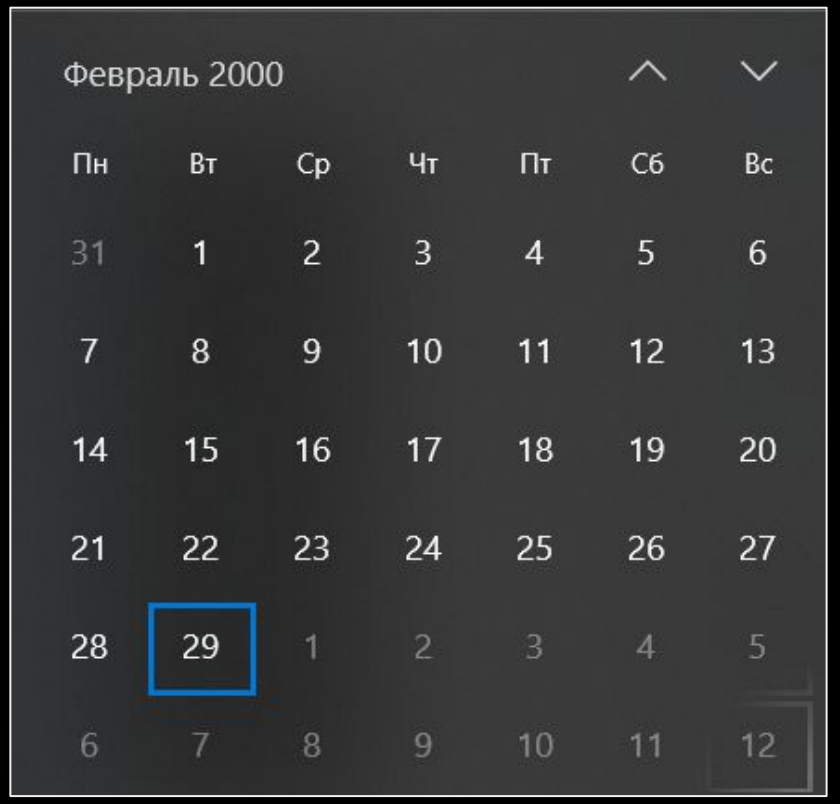


https://habr.com/ru/news/797047/

https://habr.com/ru/articles/797569/

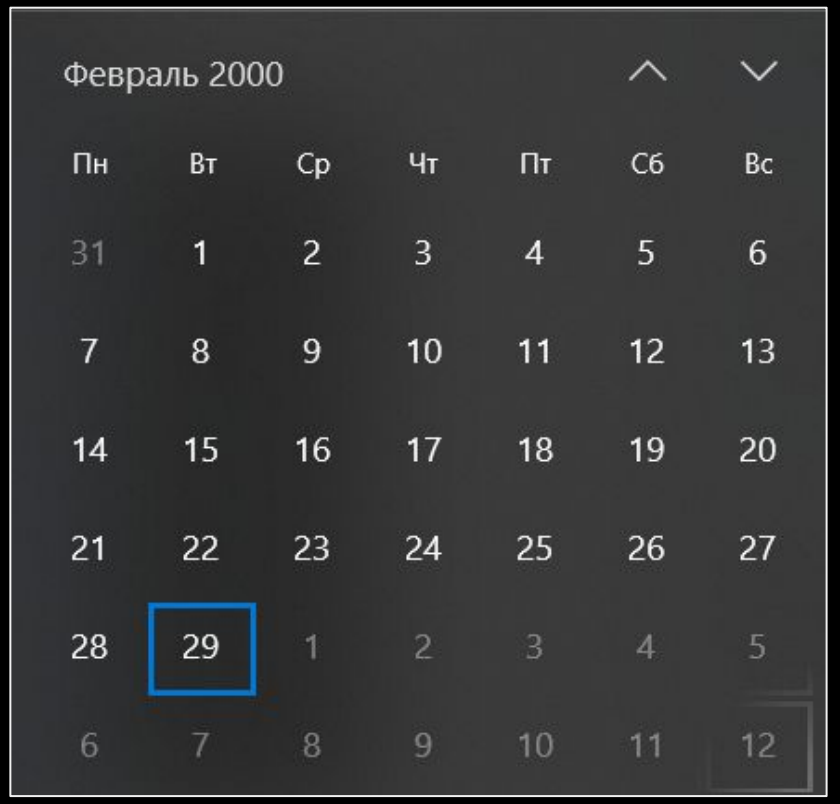
Високосный год

- Если номер года делится на 4, то он високосный
- Но если номер года делится на 100, то не високосный
- Но если он делится на 400, то всё-таки високосный



Високосный год

- Если номер года делится на 4, то он високосный
- Но если номер года делится на 100, то не високосный
- Но если он делится на 400, то всё-таки високосный
- Это всё ещё не точно. Ошибка в полные сутки накопится за 3300 лет



Ключевые концепции

https://www.youtube.com/watch?v=3j5jmbqGKEM

Работа с датами в .NET

- DateTime
- DateTimeOffset
- DateTimeKind
- TimeSpan
- TimeZoneInfo
- CultureInfo

https://www.youtube.com/watch?v=14I2JagZSIo

Никогда так не делайте

Никогда так не делайте

1

```
var now = DateTime.Now;
var nextYear = new DateTime(now.Year + 1,
    now.Month, now.Day);
```

Никогда так не делайте

1

```
var now = DateTime.Now;
var nextYear = new DateTime(now.Year + 1,
    now.Month, now.Day);
```

```
const int WHOLE_YEAR_DAYS = 365;
```

2

Никогда так не делайте

1

```
var now = DateTime.Now;
var nextYear = new DateTime(now.Year + 1,
    now.Month, now.Day);
```

```
const int WHOLE_YEAR_DAYS = 365;
```

2

3

```
var call = new CallHelper();
call.Start(DateTime.Now.Year, DateTime.Now.Month,
    DateTime.Now.Day, DateTime.Now.Hour,
    DateTime.Now.Minute, DateTime.Now.Second);

// Long call

call.Finish(DateTime.Now.Year, DateTime.Now.Month,
    DateTime.Now.Day, DateTime.Now.Hour,
    DateTime.Now.Minute, DateTime.Now.Second);

var price = call.GetPrice();
Console.WriteLine(price);
```

Никогда так не делайте

1

```
var now = DateTime.Now;
var nextYear = new DateTime(now.Year + 1,
    now.Month, now.Day);
```

```
const int WHOLE_YEAR_DAYS = 365;
```

2

3

```
var call = new CallHelper();
call.Start(DateTime.Now.Year, DateTime.Now.Month,
    DateTime.Now.Day, DateTime.Now.Hour,
    DateTime.Now.Minute, DateTime.Now.Second);

// Long call

call.Finish(DateTime.Now.Year, DateTime.Now.Month,
    DateTime.Now.Day, DateTime.Now.Hour,
    DateTime.Now.Minute, DateTime.Now.Second);

var price = call.GetPrice();
Console.WriteLine(price);
```

Никогда так не делайте

1

```
var now = DateTime.Now;
var nextYear = new DateTime(now.Year + 1,
    now.Month, now.Day);
```

```
const int WHOLE_YEAR_DAYS = 365;
```

2

3

```
var call = new CallHelper();
call.Start(DateTime.Now.Year, DateTime.Now.Month,
    DateTime.Now.Day, DateTime.Now.Hour,
    DateTime.Now.Minute, DateTime.Now.Second);

// Long call

call.Finish(DateTime.Now.Year, DateTime.Now.Month,
    DateTime.Now.Day, DateTime.Now.Hour,
    DateTime.Now.Minute, DateTime.Now.Second);

var price = call.GetPrice();
Console.WriteLine(price);
```

4

```
var now = DateTime.Now;
```

Никогда так не делайте

1
```
var now = DateTime.Now;
var nextYear = new DateTime(now.Year + 1,
    now.Month, now.Day);
```

2
```
const int WHOLE_YEAR_DAYS = 365;
```

3
```
var call = new CallHelper();
call.Start(DateTime.Now.Year, DateTime.Now.Month,
    DateTime.Now.Day, DateTime.Now.Hour,
    DateTime.Now.Minute, DateTime.Now.Second);

// Long call

call.Finish(DateTime.Now.Year, DateTime.Now.Month,
    DateTime.Now.Day, DateTime.Now.Hour,
    DateTime.Now.Minute, DateTime.Now.Second);

var price = call.GetPrice();
Console.WriteLine(price);
```

4
```
var now = DateTime.Now;
```

5
```
var utcNow = DateTime.UtcNow;
```

Тестируемые дата и время

- Для тестов “текущие” дата и время должны задаваться вручную

Тестируемые дата и время

- Для тестов “текущие” дата и время должны задаваться вручную
- Критичные моменты:
  - 01/01/0001 и 31/12/9999

Тестируемые дата и время

- Для тестов “текущие” дата и время должны задаваться вручную
- Критичные моменты:
  - 01/01/0001 и 31/12/9999
  - 01/01/1970 (начало эпохи UNIX)

Тестируемые дата и время

- Для тестов “текущие” дата и время должны задаваться вручную
- Критичные моменты:
  - 01/01/0001 и 31/12/9999
  - 01/01/1970 (начало эпохи UNIX)
  - 01/01/2000 и 01/01/2100 (и в принципе 100)

В 24-м году…

Тестируемые дата и время

- Для тестов “текущие” дата и время должны задаваться вручную
- Критичные моменты:
  - 01/01/0001 и 31/12/9999
  - 01/01/1970 (начало эпохи UNIX)
  - 01/01/2000 и 01/01/2100 (и в принципе 100)
  - 01/01/2030 (.NET6) и 01/01/2050 (.NET8)

В 34-м году…

Тестируемые дата и время

- Для тестов “текущие” дата и время должны задаваться вручную
- Критичные моменты:
  - 01/01/0001 и 31/12/9999
  - 01/01/1970 (начало эпохи UNIX)
  - 01/01/2000 и 01/01/2100 (и в принципе 100)
  - 01/01/2030 (.NET6) и 01/01/2050 (.NET8)

В 34-м году… → .NET6 => 1934

→ .NET8 => 2034

Тестируемые дата и время

- Для тестов “текущие” дата и время должны задаваться вручную
- Критичные моменты:
  - 01/01/0001 и 31/12/9999
  - 01/01/1970 (начало эпохи UNIX)
  - 01/01/2000 и 01/01/2100 (и в принципе 100)
  - 01/01/2030 (.NET6) и 01/01/2050 (.NET8)
  - 19/01/2038 03:14:07 (32-разрядные системы) и 2486 год (Linux 5.1+)

Тестируемые дата и время

- Для тестов “текущие” дата и время должны задаваться вручную
- Критичные моменты:
  - 01/01/0001 и 31/12/9999
  - 01/01/1970 (начало эпохи UNIX)
  - 01/01/2000 и 01/01/2100 (и в принципе 100)
  - 01/01/2030 (.NET6) и 01/01/2050 (.NET8)
  - 19/01/2038 03:14:07 (32-разрядные системы) и 2486 год (Linux 5.1+)
  - Смена часа/дня/месяца/года

Тестируемые дата и время

- Для тестов “текущие” дата и время должны задаваться вручную
- Критичные моменты:
  - 01/01/0001 и 31/12/9999
  - 01/01/1970 (начало эпохи UNIX)
  - 01/01/2000 и 01/01/2100 (и в принципе 100)
  - 01/01/2030 (.NET6) и 01/01/2050 (.NET8)
  - 19/01/2038 03:14:07 (32-разрядные системы) и 2486 год (Linux 5.1+)
  - Смена часа/дня/месяца/года
  - 29 февраля и интервалы с ним

Тестируемые дата и время

- Для тестов “текущие” дата и время должны задаваться вручную
- Критичные моменты:
  - 01/01/0001 и 31/12/9999
  - 01/01/1970 (начало эпохи UNIX)
  - 01/01/2000 и 01/01/2100 (и в принципе 100)
  - 01/01/2030 (.NET6) и 01/01/2050 (.NET8)
  - 19/01/2038 03:14:07 (32-разрядные системы) и 2486 год (Linux 5.1+)
  - Смена часа/дня/месяца/года
  - 29 февраля и интервалы с ним
  - Конец високосного года

Тестируемые дата и время

```
1 reference
public interface ISystemClock
{
    1 reference
    public DateTime GetUtcNow();
}

0 references
public class SystemClock : ISystemClock
{
    1 reference
    public DateTime GetUtcNow()
    {
        return DateTime.UtcNow;
    }
}
```

Тестируемые дата и время

```
public bool IsFuture(DateTime date, DateTime? now = null)
{
    if (now == null)
        now = DateTime.Now;

    return date >= now;
}
```

Тестируемые дата и время (.NET 8)

```
public abstract class TimeProvider
{
    0 references
    public static TimeProvider System { get; }
    0 references
    public virtual DateTimeOffset GetUtcNow();
    0 references
    public DateTimeOffset GetLocalNow();
    0 references
    public virtual TimeZoneInfo LocalTimeZone { get; }
    0 references
    public virtual long TimestampFrequency { get; }
    0 references
    public virtual long GetTimestamp();
    0 references
    public TimeSpan GetElapsedTime(long startingTimestamp);
    0 references
    public TimeSpan GetElapsedTime(long startingTimestamp, long endingTimestamp);
    0 references
    public virtual ITimer CreateTimer(TimerCallback callback, object? state, TimeSpan dueTime, TimeSpan period);
}
```

Арифметика дат

```
var date = new DateTime(2025, 1, 30);
var date1 = date.AddMonths(1).AddDays(1);
var date2 = date1.AddDays(-1).AddMonths(-1);

Console.WriteLine(date);
Console.WriteLine(date1);
Console.WriteLine(date2);
```

Арифметика дат

```
var date = new DateTime(2025, 1, 30);
var date1 = date.AddMonths(1).AddDays(1);
var date2 = date1.AddDays(-1).AddMonths(-1);

Console.WriteLine(date);
Console.WriteLine(date1);
Console.WriteLine(date2);
```

```
30.01.2025 0:00:00
01.03.2025 0:00:00
28.01.2025 0:00:00
```

Арифметика дат

```
var date1 = new DateTime(2025, 1, 28).AddMonths(1);
var date2 = new DateTime(2025, 1, 29).AddMonths(1);
var date3 = new DateTime(2025, 1, 30).AddMonths(1);
var date4 = new DateTime(2025, 1, 31).AddMonths(1);

Console.WriteLine(date1);
Console.WriteLine(date2);
Console.WriteLine(date3);
Console.WriteLine(date4);
```

```
28.02.2025 0:00:00
28.02.2025 0:00:00
28.02.2025 0:00:00
28.02.2025 0:00:00
```

Немного о календарях

Сколько месяцев в году?

```
string[] monthNames =
    System.Globalization.CultureInfo.InvariantCulture
        .DateTimeFormat.MonthNames;

foreach (var name in monthNames)
{
    Console.WriteLine($"\"{name}\"");
}

Console.WriteLine(monthNames.Length);
```

Немного о календарях

Сколько месяцев в году?

```
string[] monthNames =
    System.Globalization.CultureInfo.InvariantCulture
        .DateTimeFormat.MonthNames;

foreach (var name in monthNames)
{
    Console.WriteLine($"\"{name}\"");
}

Console.WriteLine(monthNames.Length);
```

```
"January"
"February"
"March"
"April"
"May"
"June"
"July"
"August"
"September"
"October"
"November"
"December"
""
13
```

Немного о календарях

А какой сейчас год?

```
var cultures = CultureInfo
    .GetCultures(CultureTypes.AllCultures);

var date = new DateTime(2024, 01, 02);
foreach (var culture in cultures)
{
    var year = culture.Calendar.GetYear(date);
    if(year != 2024)
        Console.WriteLine($"   {year}   -   {culture.Name}");
}
```

Немного о календарях

А какой сейчас год?

```
var cultures = CultureInfo
    .GetCultures(CultureTypes.AllCultures);

var date = new DateTime(2024, 01, 02);
foreach (var culture in cultures)
{
    var year = culture.Calendar.GetYear(date);
    if(year != 2024)
        Console.WriteLine($"    {year}  -  {culture.Name}");
}
```

```
1445  -  ar-SA
1402  -  ckb-IR
1402  -  fa
1402  -  fa-AF
1402  -  fa-IR
1402  -  lrc
1402  -  lrc-IR
1402  -  mzn
1402  -  mzn-IR
1402  -  ps
1402  -  ps-AF
2567  -  th
2567  -  th-TH
1402  -  uz-Arab
1402  -  uz-Arab-AF
```

И культурах

А какие это даты?

```
02/01/2024 00:00:00  -  br-FR
1/2/2024 12:00:00 ???  -  brx
1/2/2024 12:00:00 ???  -  brx-IN
2. 1. 2024. 00:00:00  -  bs
2.1.2024. 00:00:00  -  bs-Cyrl
2.1.2024. 00:00:00  -  bs-Cyrl-BA
2. 1. 2024. 00:00:00  -  bs-Latn
2. 1. 2024. 00:00:00  -  bs-Latn-BA
2024-01-02 00:00:00  -  byn
2024-01-02 00:00:00  -  byn-ER
2/1/2024 0:00:00  -  ca
2/1/2024 0:00:00  -  ca-AD
```

```
var cultures = CultureInfo
    .GetCultures(CultureTypes.AllCultures);

var date = new DateTime(2024, 01, 02);
foreach (var culture in cultures)
{
    CultureInfo.CurrentCulture = culture;
    Console.WriteLine($"   {date}  -  {culture.Name}");
}
```

И культурах

А какие это даты?

```
2024-01-02T00:00:00.0000000  -  br-FR
2024-01-02T00:00:00.0000000  -  brx
2024-01-02T00:00:00.0000000  -  brx-IN
2024-01-02T00:00:00.0000000  -  bs
2024-01-02T00:00:00.0000000  -  bs-Cyrl
2024-01-02T00:00:00.0000000  -  bs-Cyrl-BA
2024-01-02T00:00:00.0000000  -  bs-Latn
2024-01-02T00:00:00.0000000  -  bs-Latn-BA
2024-01-02T00:00:00.0000000  -  byn
2024-01-02T00:00:00.0000000  -  byn-ER
2024-01-02T00:00:00.0000000  -  ca
2024-01-02T00:00:00.0000000  -  ca-AD
```

```
var cultures = CultureInfo
    .GetCultures(CultureTypes.AllCultures);

var date = new DateTime(2024, 01, 02);
foreach (var culture in cultures)
{
    CultureInfo.CurrentCulture = culture;
    Console.WriteLine($"    {date:O}  -  {culture.Name}");
}
```

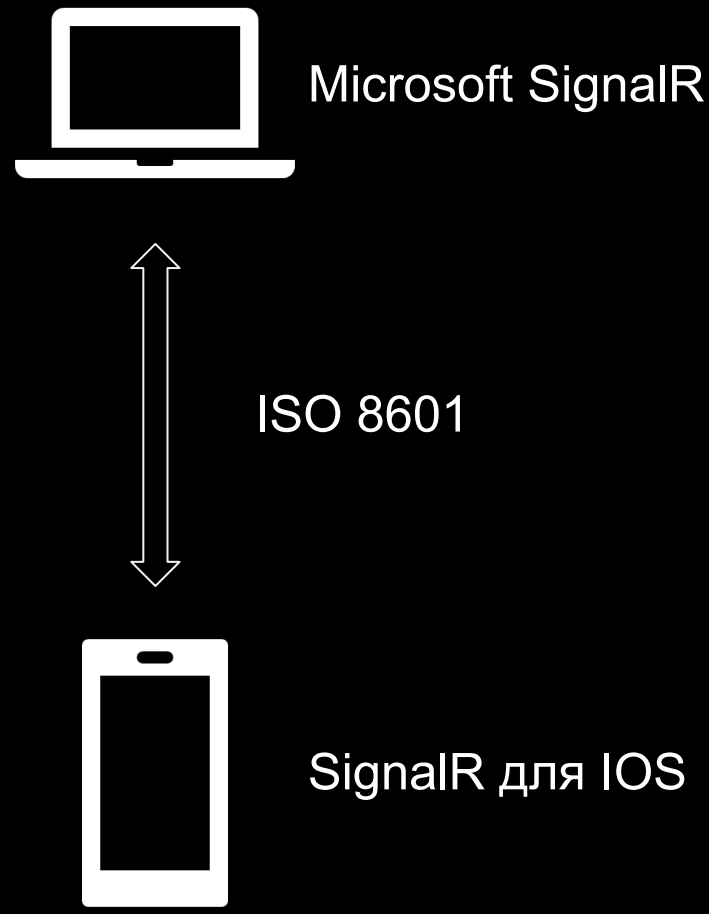
ISO 8601

YYYY-MM-DDThh:mm:ss[.SSS]

А ещё о поддержке стандартов...

ISO 8601
YYYY-MM-DDThh:mm:ss[.SSS]

```
2024-01-02T11:15:26.145
```

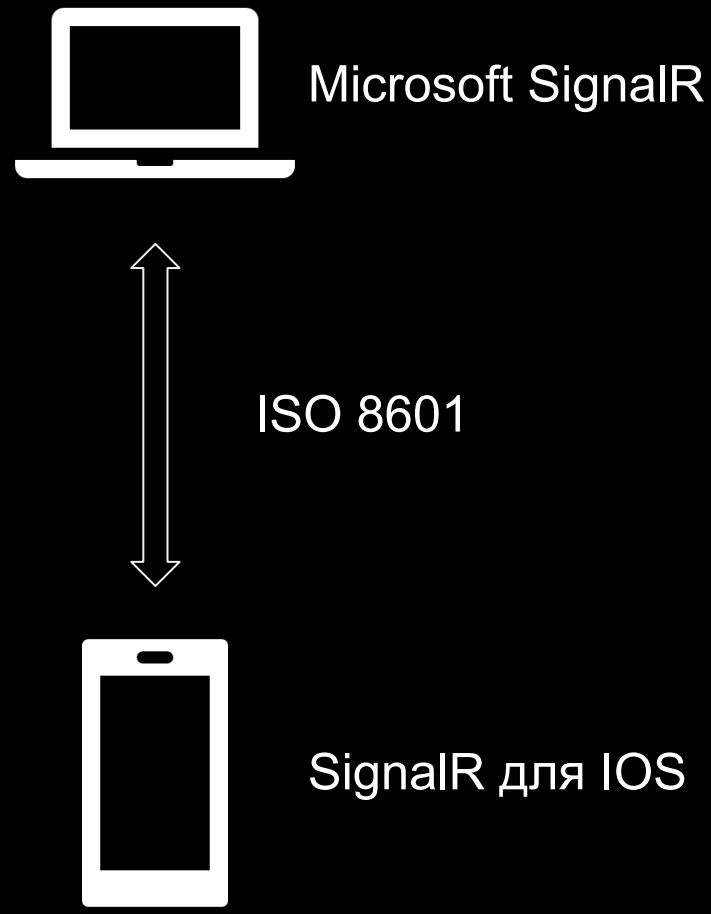


А ещё о поддержке стандартов...

ISO 8601
YYYY-MM-DDThh:mm:ss[.SSS]

```
2024-01-02T11:15:26.145
```

```
2024-01-02T11:15:26.100
```



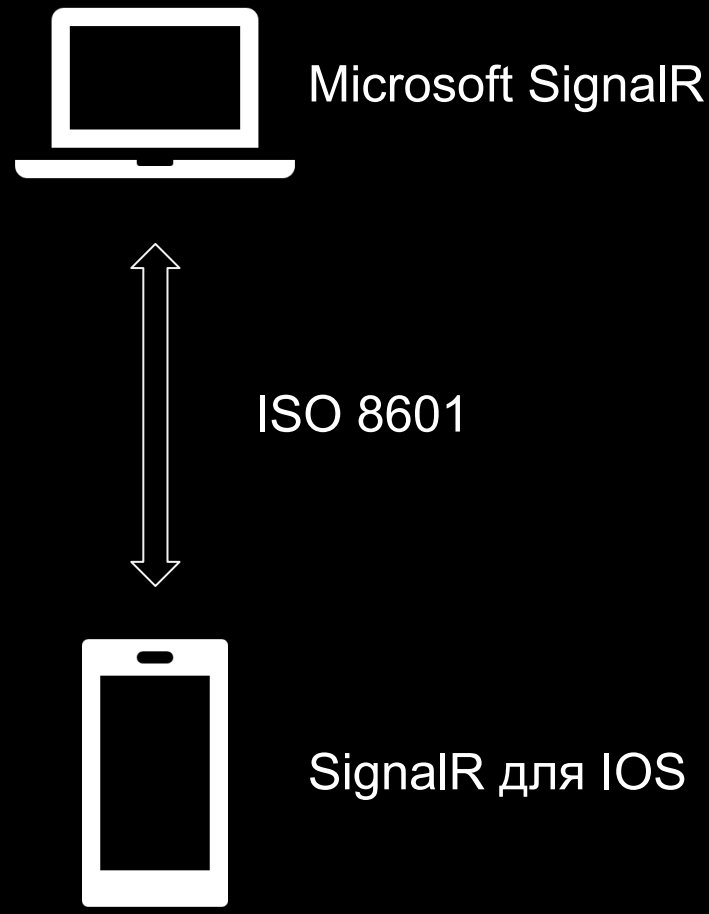
А ещё о поддержке стандартов...

ISO 8601
YYYY-MM-DDThh:mm:ss[.SSS]

```
2024-01-02T11:15:26.145
```

```
2024-01-02T11:15:26.100
```

```
2024-01-02T11:15:26.1
```



А ещё о поддержке стандартов...

ISO 8601

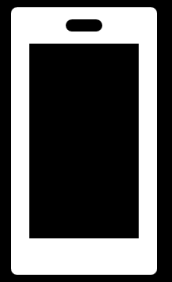
```
class DateTimeConverter : JsonConverter<DateTime>
{
    0 references
    public override void Write(Utf8JsonWriter writer, DateTime value,
        JsonSerializerOptions options)
    {
        writer.WriteStringValue(value.ToString("yyyy-MM-ddTHH:mm:ss.fff"));
    }
```

```
var options = new JsonSerializerOptions();
options.Converters.Add(new DateTimeConverter());
string strConverted = JsonSerializer.Serialize(date2, options);
Console.WriteLine($"  {strConverted}");
```

```
2024-01-02T11:15:26.1
2024-01-02T11:15:26.100
```

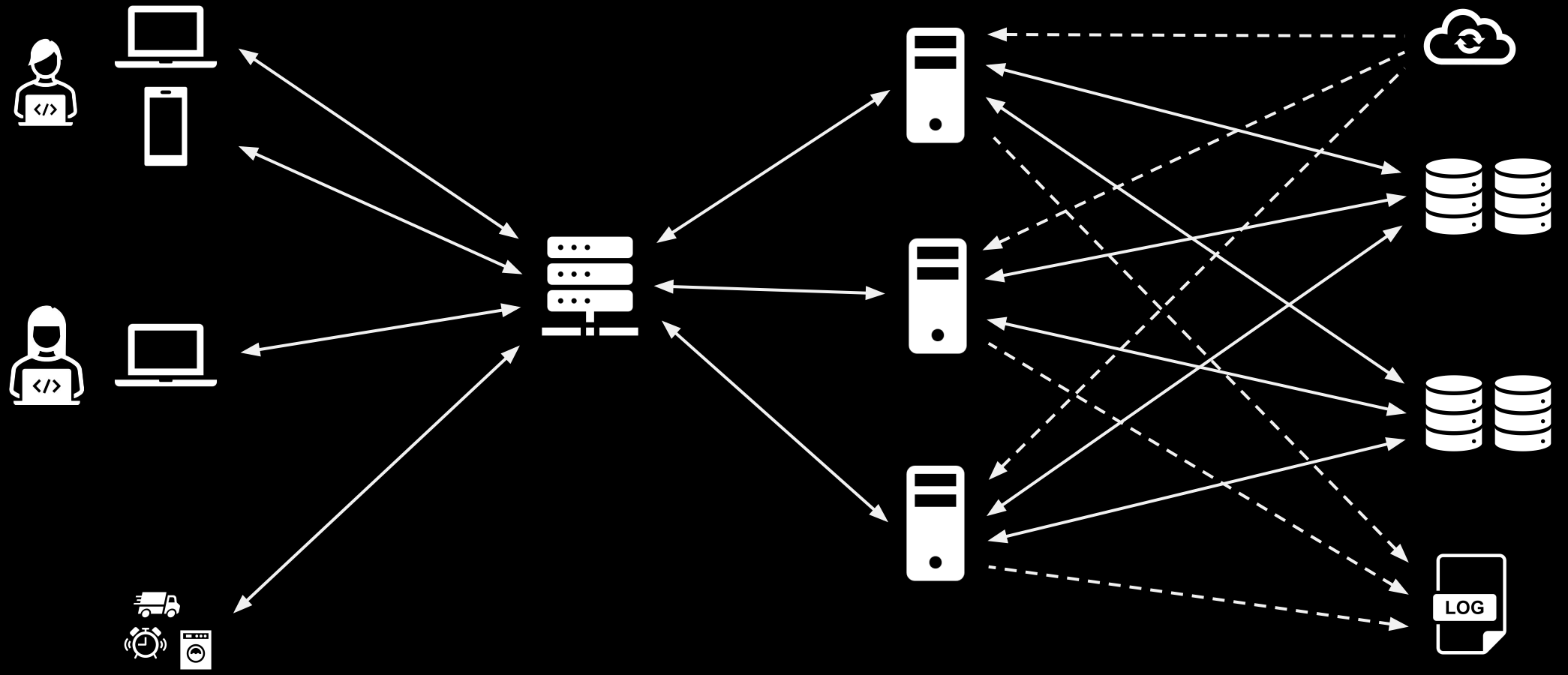
Microsoft SignalR

ISO 8601

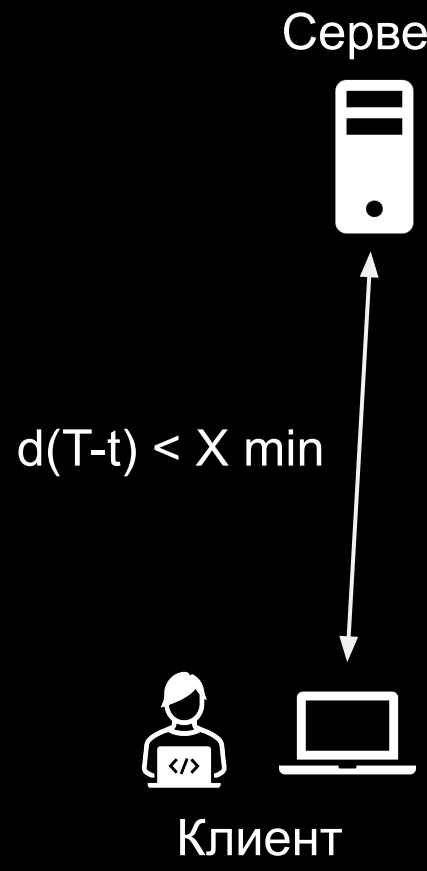


SignalR для IOS

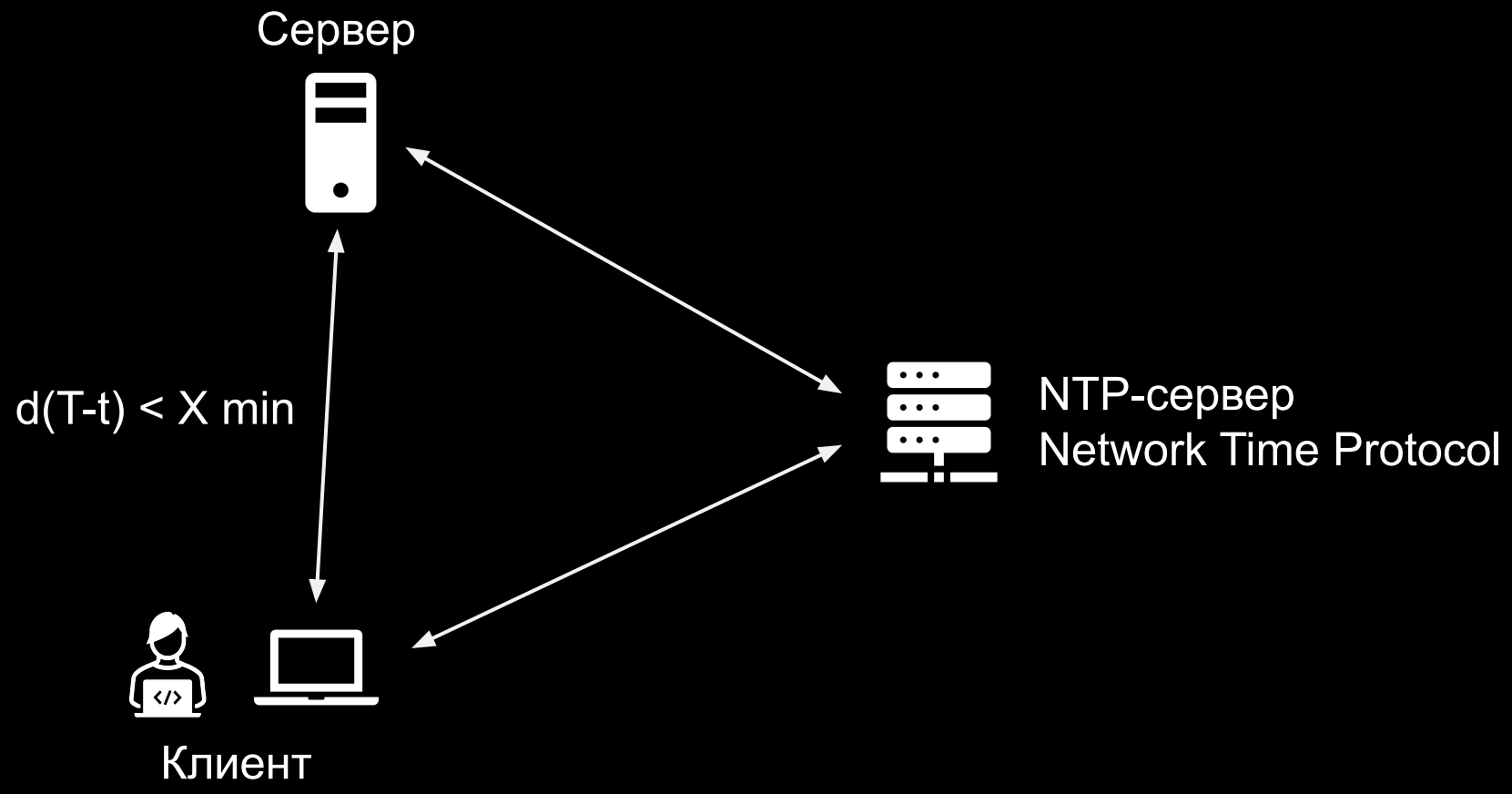
Современные приложения...



Откуда компьютеры знают о времени?

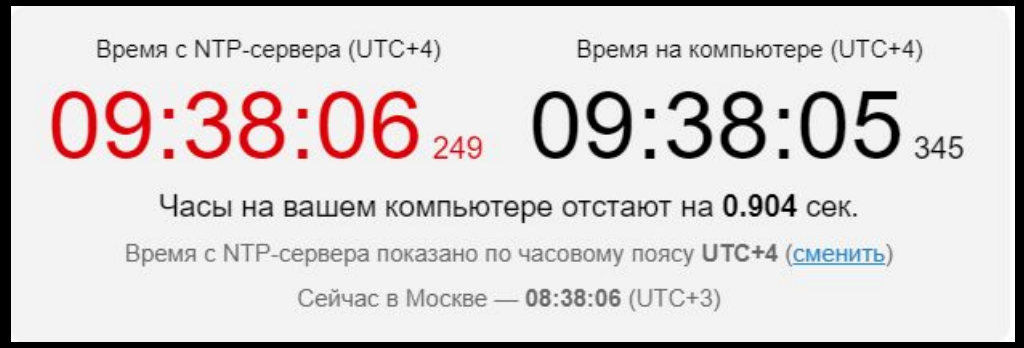


Откуда компьютеры знают о времени?



Время не всегда возрастает...

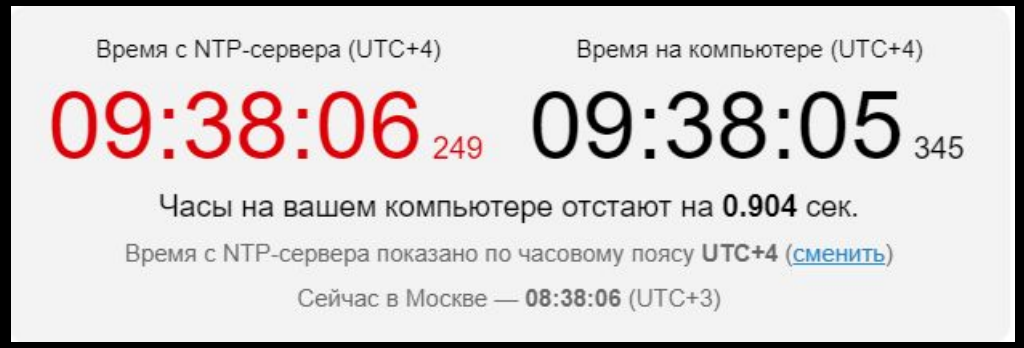
Разница по времени между вашим компьютером и остальными может накапливаться



https://www.ntp-servers.net

Время не всегда возрастает...

Разница по времени между вашим компьютером и остальными может накапливаться



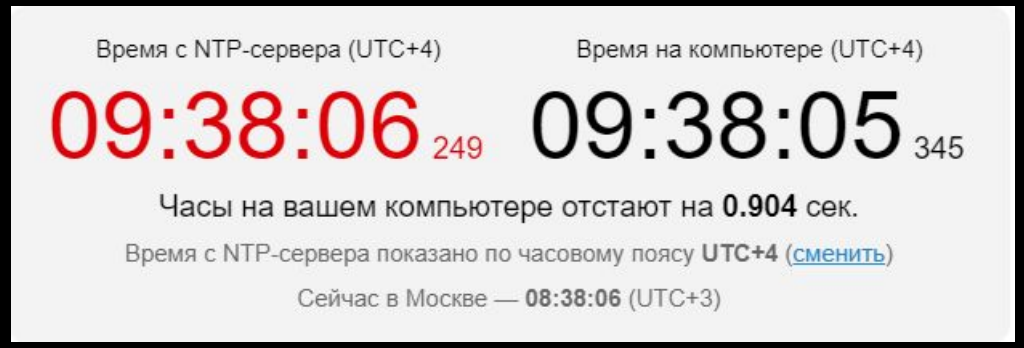
https://www.ntp-servers.net

```
2024-04-22T10:05:21.624
2024-04-22T10:05:21.641
2024-04-22T10:05:21.655
2024-04-22T10:05:21.671
2024-04-22T10:04:32.818
2024-04-22T10:04:32.834
2024-04-22T10:04:32.850
2024-04-22T10:04:32.866
2024-04-22T10:04:32.882
2024-04-22T10:04:32.897
```

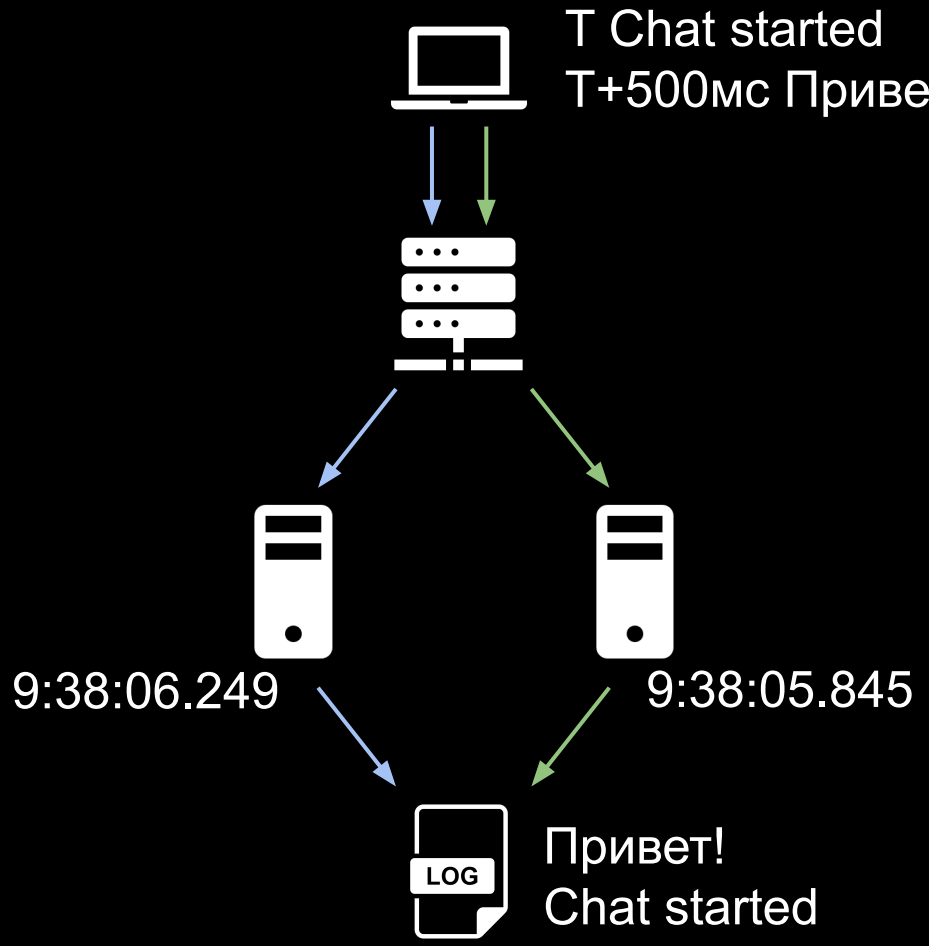
В момент синхронизации время меняется

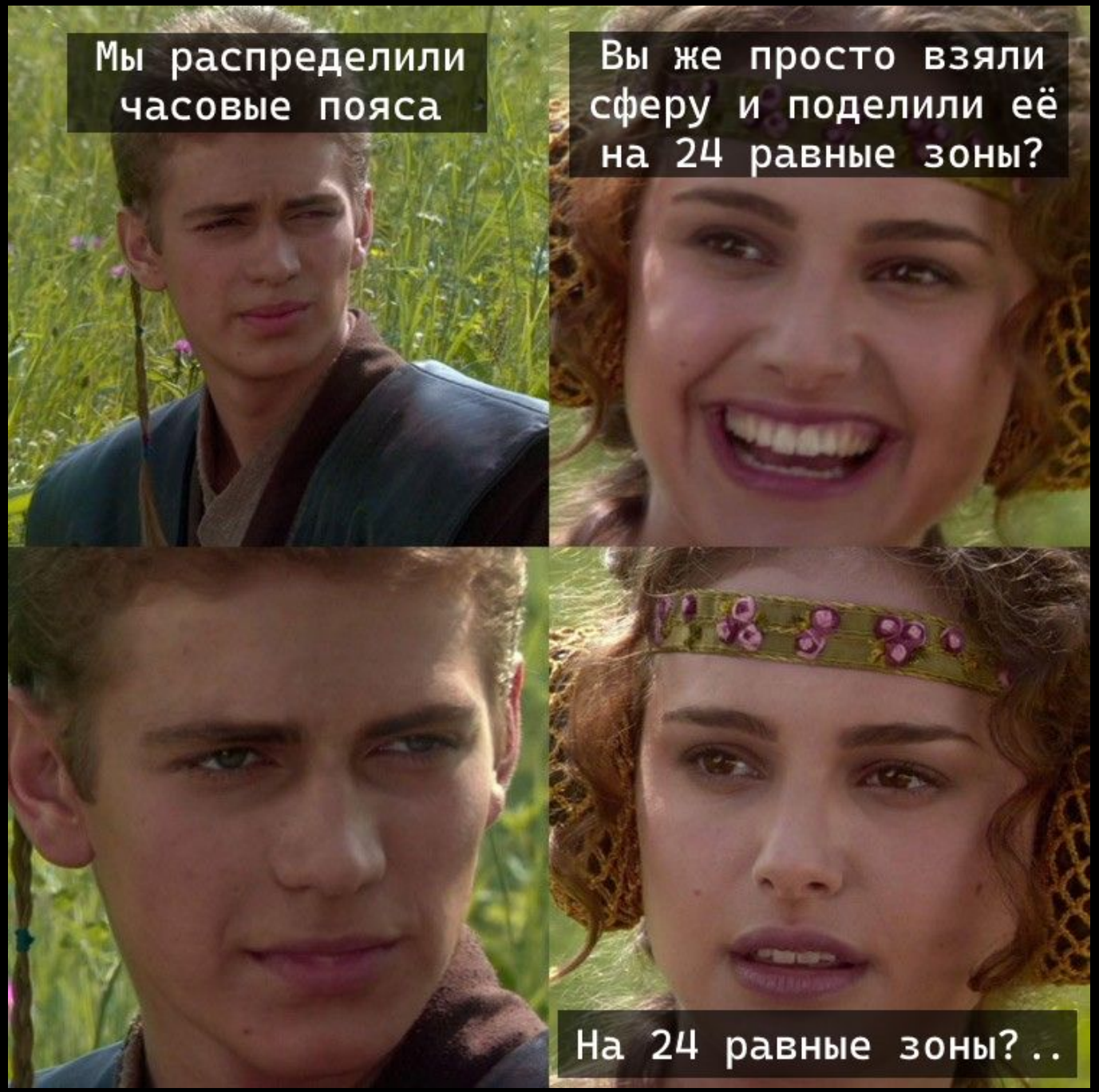
А различия бывают критичными...

Разница по времени между вашим компьютером и остальными может накапливаться



https://www.ntp-servers.net

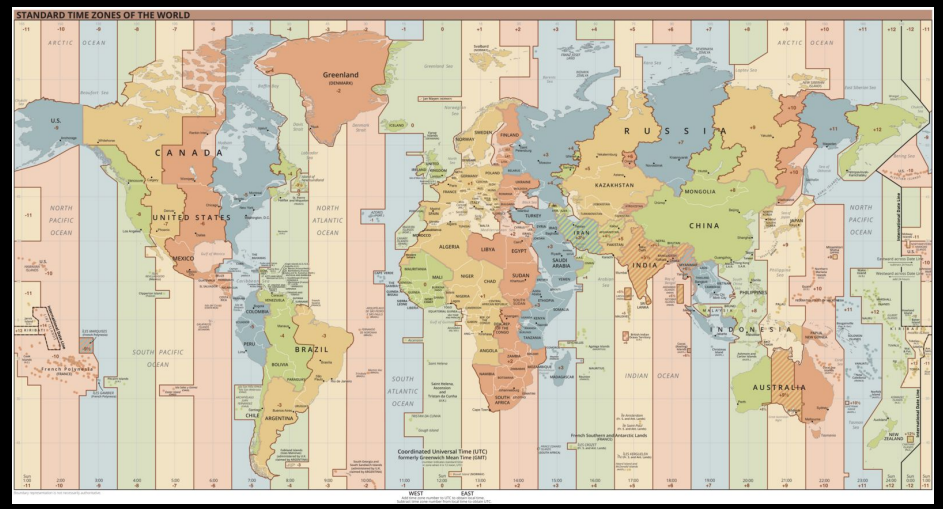



Мы распределили часовые пояса
Вы же просто взяли сферу и поделили её на 24 равные зоны?
На 24 равные зоны?..

И, наконец, таймзоны!

Всего таймзон 38:

- 23 «обычных» UTC-11… UTC+11
- UTC-12 и UTC+12
- 8 со сдвигом на полчаса
- 3 со сдвигом на 45 минут
- UTC+13 для атоллов Тонга

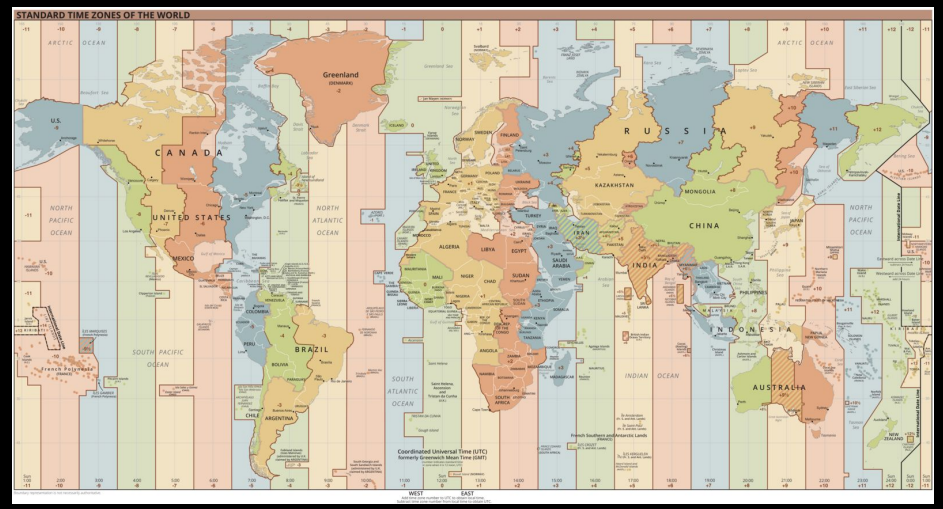


Временна́я география

И, наконец, таймзоны!

Всего таймзон 38:

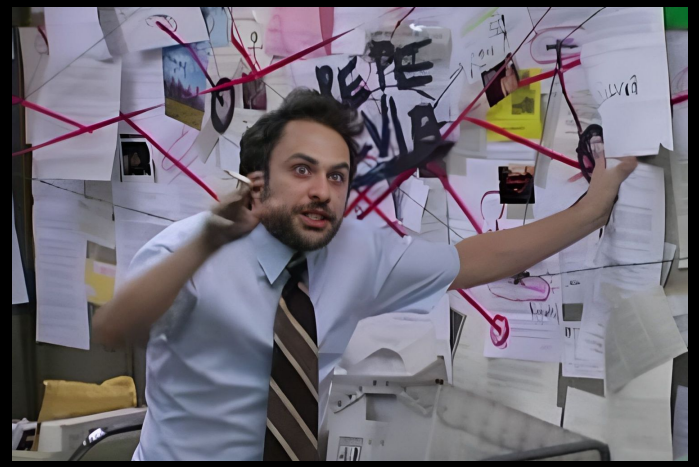
- 23 «обычных» UTC-11… UTC+11
- UTC-12 и UTC+12
- 8 со сдвигом на полчаса
- 3 со сдвигом на 45 минут
- UTC+13 для атоллов Тонга
- UTC+14 для атоллов Кирибати



Временна́я география

И, наконец, таймзоны!

- В круге радиусом километр может одновременно быть:
  - 14:00, 15:30, 15:45
  - Сегодня, завтра и послезавтра
- Максимальная разница по времени составляет 26 часов:
  - 13:05 Мск 10-е
  - 23:05 9-е UTC-11
  - 0:05 11-е UTC+14
- А ещё есть полюса…



Таймзоны - это просто!

Дело о пропавших сообщениях

- Скайп на трассе Саратов-Воронеж и смена таймзон

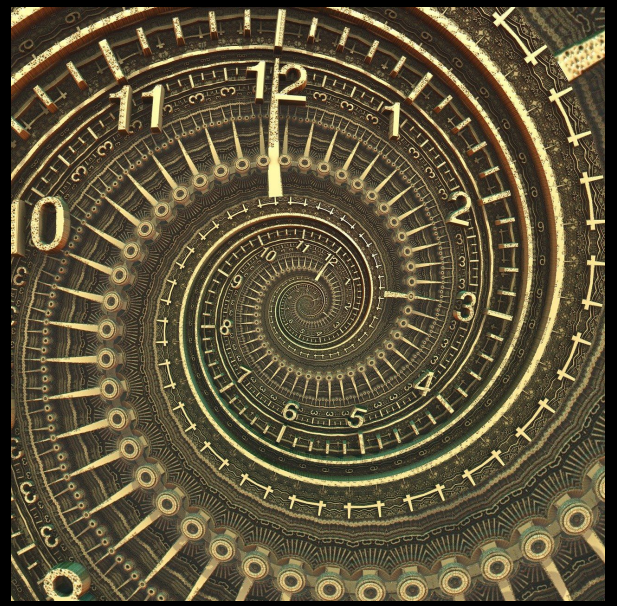
Дело о пропавших сообщениях

- Скайп на трассе Саратов-Воронеж и смена таймзон
- Что делать:
  - Отправлять время с таймзоной на сервер
  - Локально хранить время с таймзоной
  - Всегда проверять таймзону перед упорядочиванием
- Альтернатива — всё в UTC + при показе учёт локальной таймзоны

11:00 - это сколько?

Какое время имеется в виду при планировании?

- Локальное время пользователя
- Московское
- UTC
- Время сервера?



Вам предоставили доступ к контенту 23 декабря - Последнее Испытание 20.00

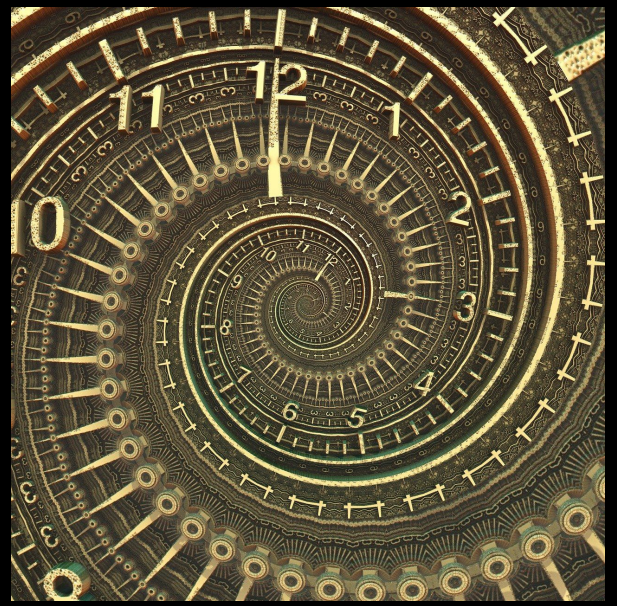
11:00 - это сколько?

Какое время имеется в виду при планировании?

- Локальное время пользователя
- Московское
- UTC
- Время сервера?

Что делать:

- Указывайте таймзону (17:00, UTC+4)
- Указывайте временной интервал (17:00, через 23 часа)
- Делайте приписку, что используете локальное время, или показывайте его рядом



Вам предоставили доступ к контенту 23 декабря - Последнее Испытание 20.00

Ещё немного таймзон...

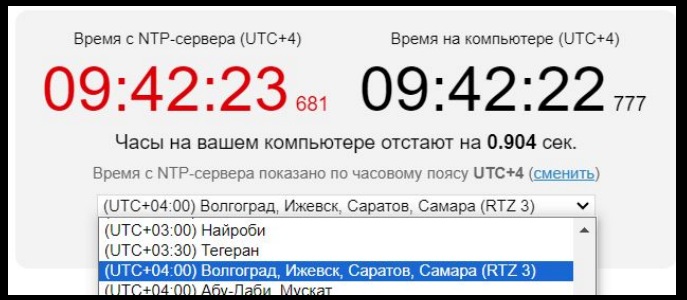
- Таймзоны меняются. История/планы должны это учитывать

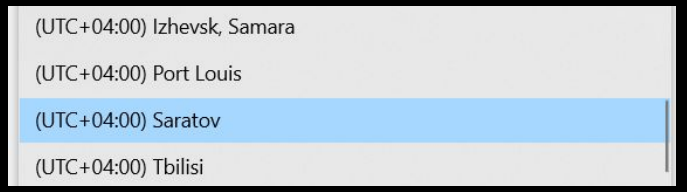
Ещё немного таймзон…

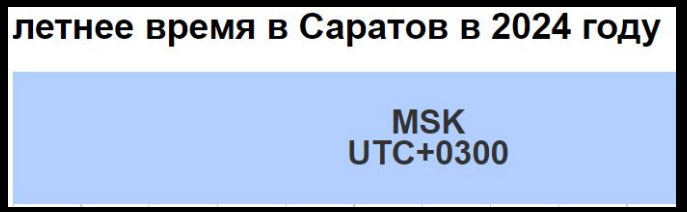
- Таймзоны меняются. История/планы должны это учитывать
- Что делать:
  - Исторические данные хранятся на серверах таймзон (https://www.iana.org/time-zones)
  - На будущее лучше запоминать координаты и считать таймзоны по ним по факту
  - Обязательно тестировать

Ещё немного таймзон…

- Разные регионы могут иметь свои записи для одних и тех же таймзон (всего 597)
- У разных компаний разные словари таймзон!

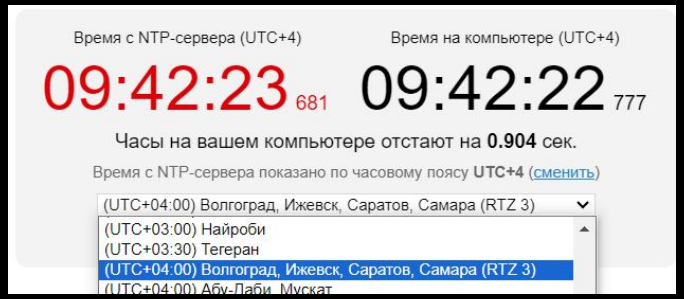


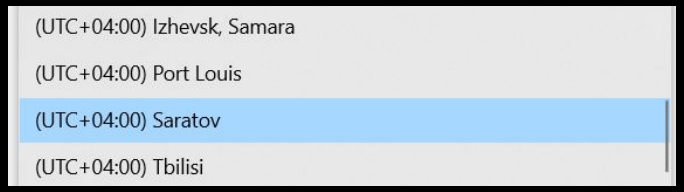


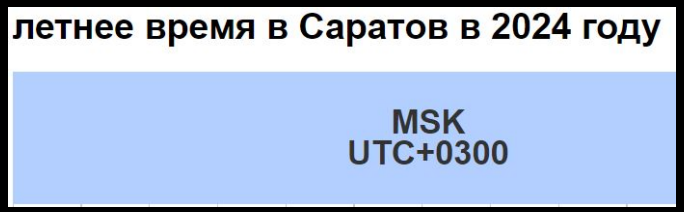


Ещё немного таймзон…

- Разные регионы могут иметь свои записи для одних и тех же таймзон (всего 597)
- У разных компаний разные словари таймзон!
- Что делать:
  - Использовать единый стандарт в рамках компании / продукта
  - Валидировать данные при работе с внешними потребителями и быть готовым к неточностям
  - Обязательно тестировать







Ещё немного таймзон…

- Переход на летнее / зимнее время
  - Проблемы задваивания / пропадания времени, алертинг
  - Временные интервалы. Как должен вести себя интервальный будильник?

Ещё немного таймзон...

- Переход на летнее / зимнее время
  - Проблемы задваивания / пропадания времени, алертинг
  - Временные интервалы. Как должен вести себя интервальный будильник?
- Что делать:
  - Держать сервера в таймзоне без переходов (лучше в UTC)
  - Единообразно учитывать переходы при работе с клиентским временем
  - Обязательно тестировать

Интервалы...

- Контрольные keep-alive каждые N секунд и…

Интервалы…

- Контрольные keep-alive каждые N секунд и…
  - “Отвалившийся провод”
  - “Самолётный” режим
  - Закрытая крышка ноутбука
  - Неактивные вкладки в мобильных браузерах

Интервалы…

- Контрольные keep-alive каждые N секунд и…
  - “Отвалившийся провод”
  - “Самолётный” режим
  - Закрытая крышка ноутбука
  - Неактивные вкладки в мобильных браузерах
- Что делать:
  - Быть готовым к тому, что “мёртвые” клиенты могут оживать
  - Дублировать промежуточные данные на клиентах
  - Я вам ещё не надоел с тестированием?

Call to action

- Выкиньте глобус своего города/страны/региона
- Используйте стандартные/популярные решения вместо велосипедов
- Пишите код, пригодный для ручного/машинного тестирования времени
- Планируйте покрытие тестами краевых случаев

Спасибо за внимание!

Вопросы?

Александр Кузнецов
ведущий разработчик