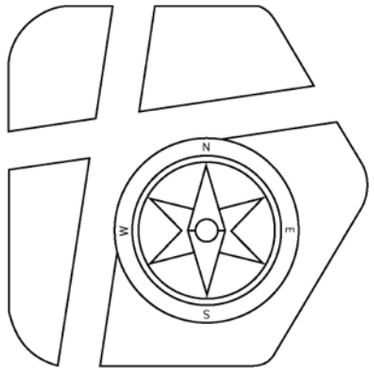
Яндекс

Яндекс
карты



Профилирование и ускорение сложных JavaScript-систем на примере API Яндекс.Карт

Александр Чупахин

Руководитель группы визуальных компонент API

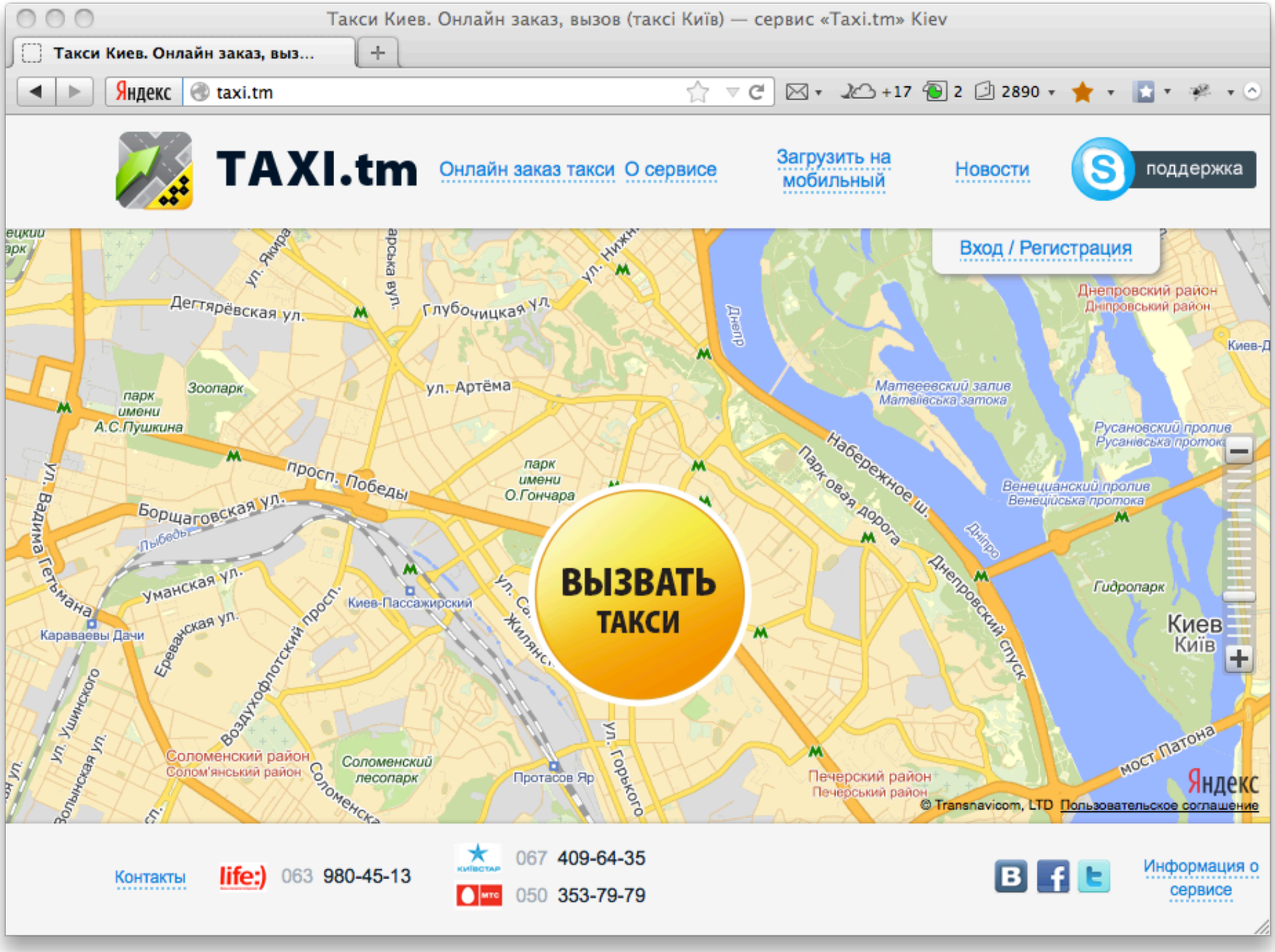
Скорость работы — одна из важнейших характеристик любого приложения

Потому, что пользователи хотят, чтобы приложения работали быстро

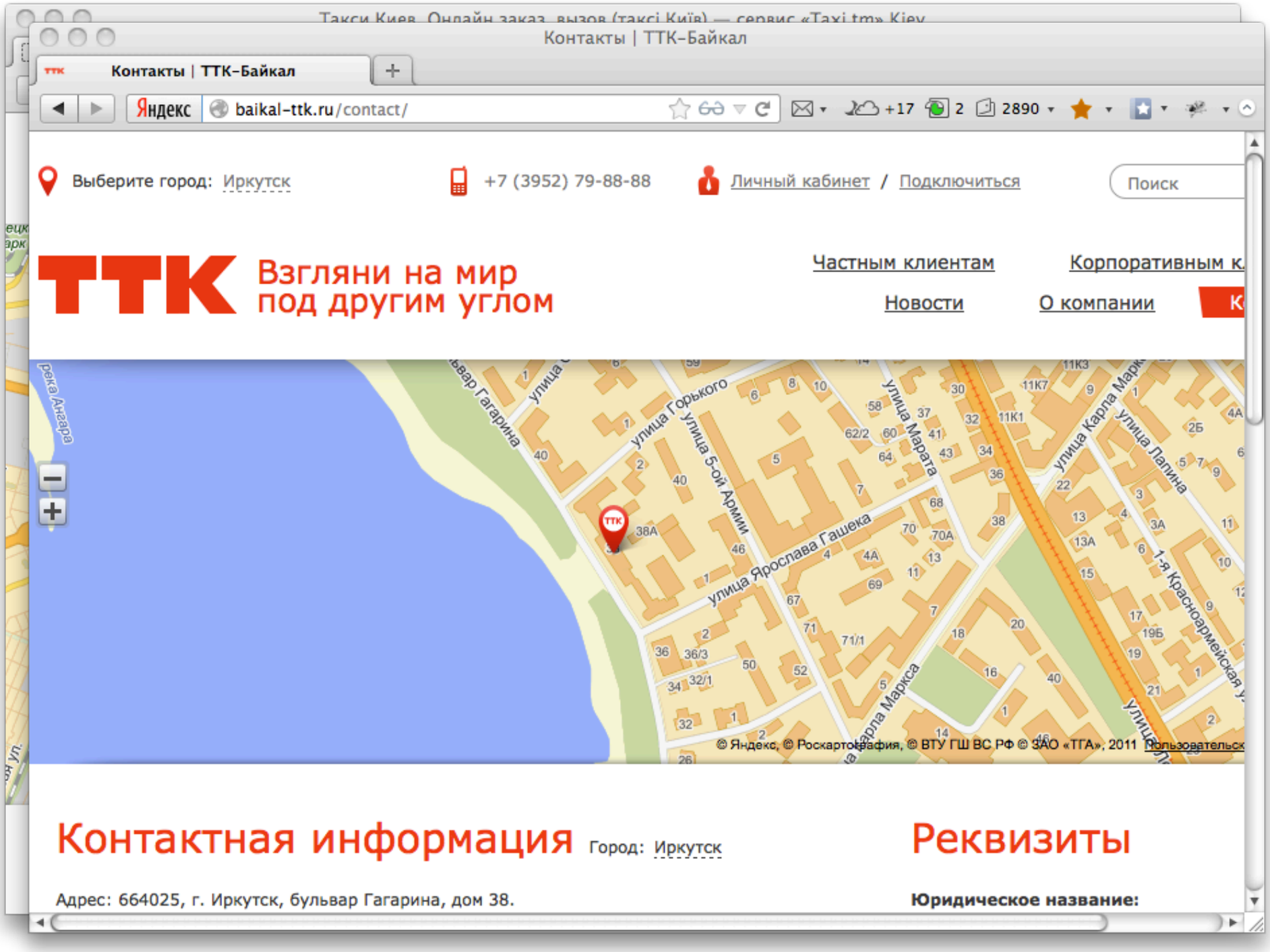
API Яндекс.Карт — это инструмент для построения геоинформационных сервисов

Разработчики хотят, чтобы инструмент был удобным и функциональным

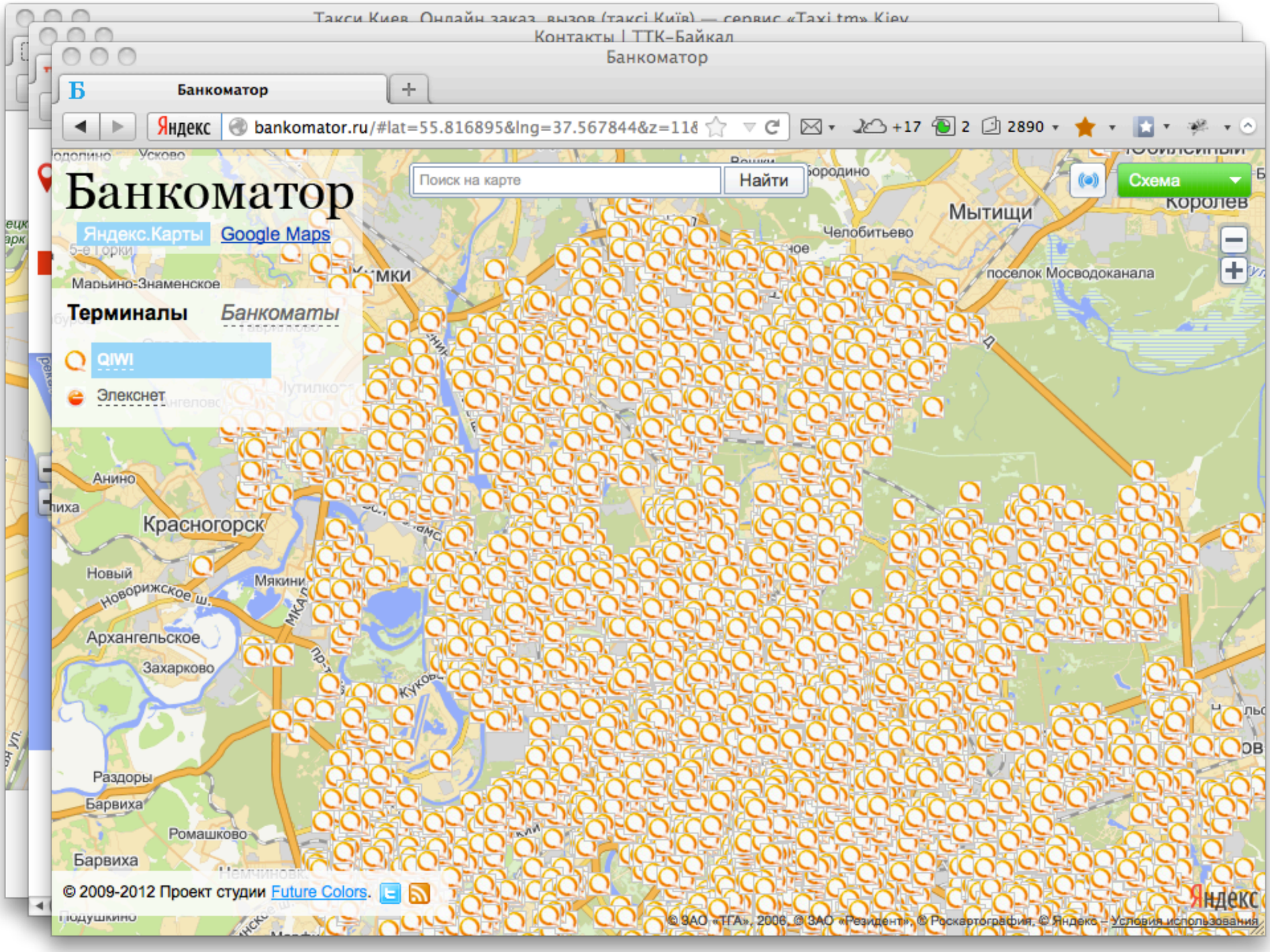
Варианты использования API



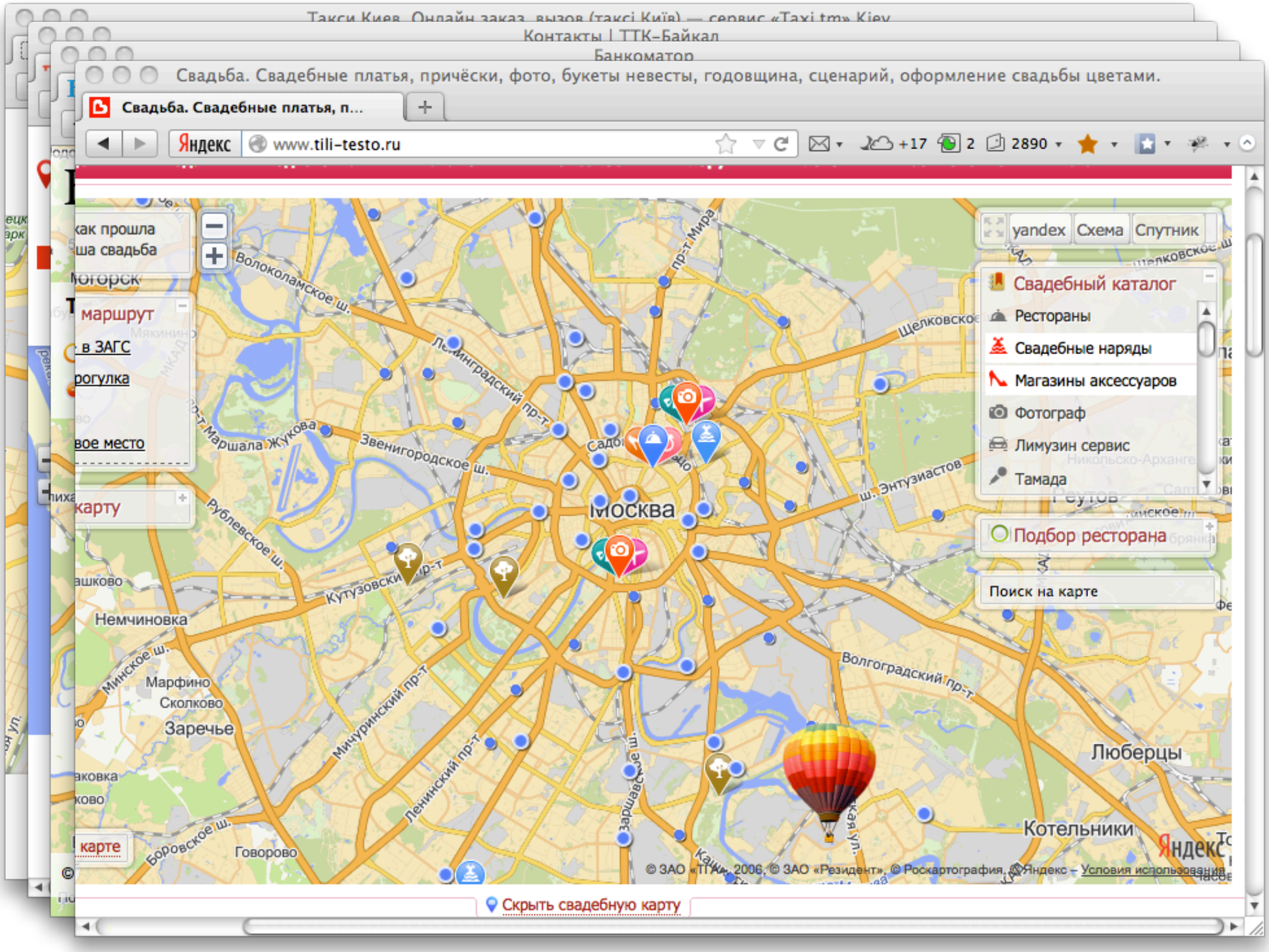
Варианты использования API



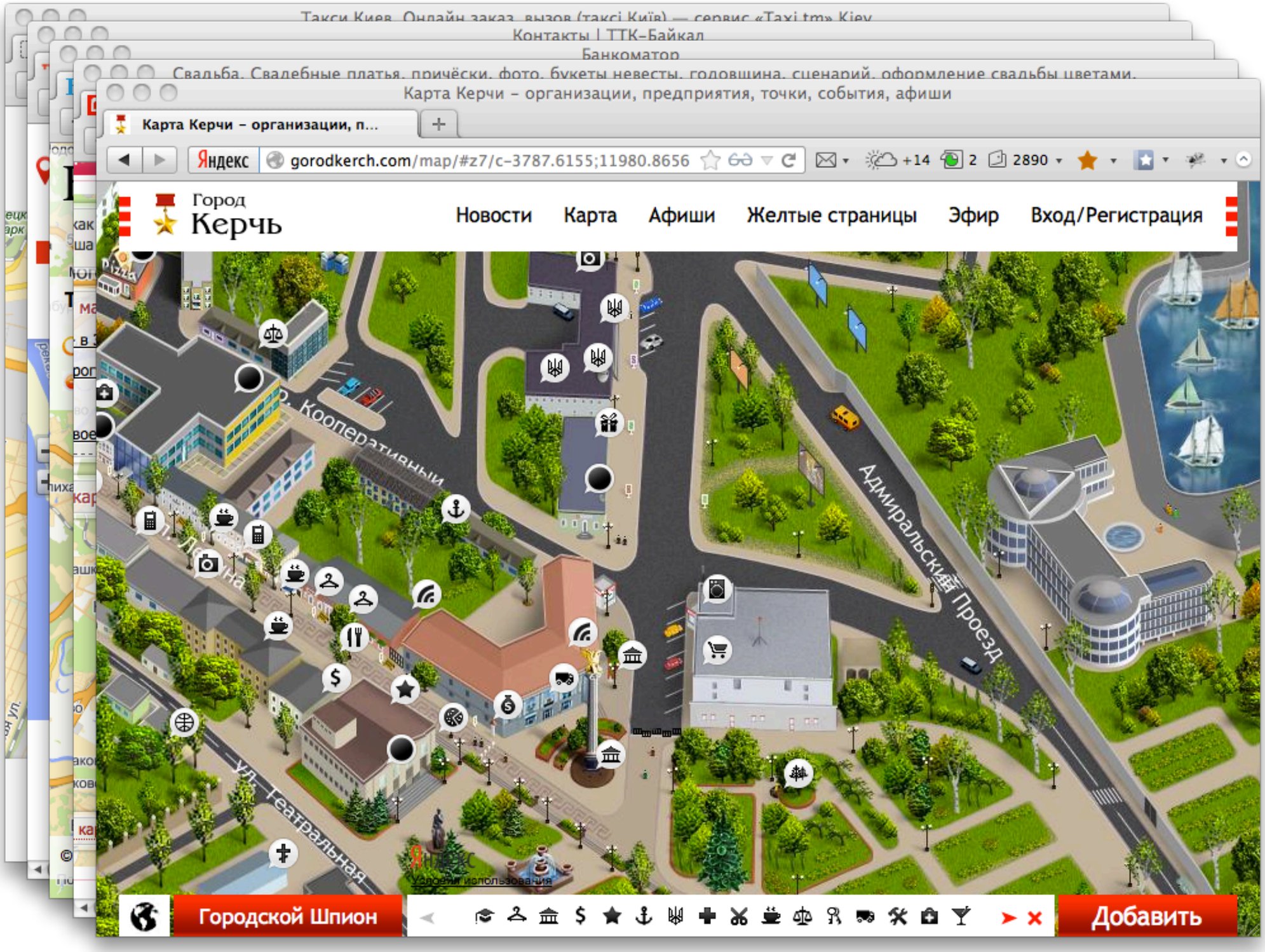
Варианты использования API



Варианты использования API



Варианты использования API



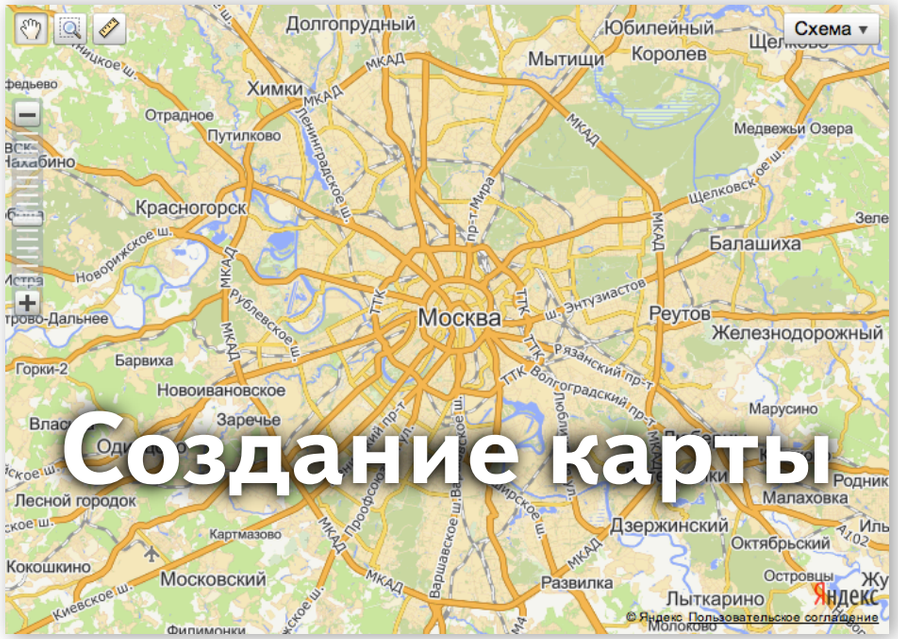
Как найти баланс между функциональностью и скоростью?

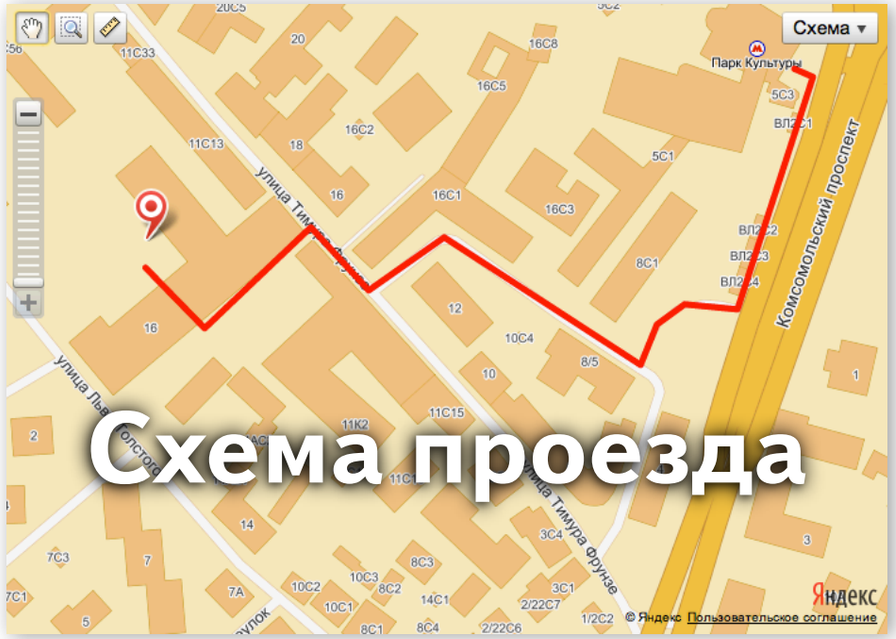
VS

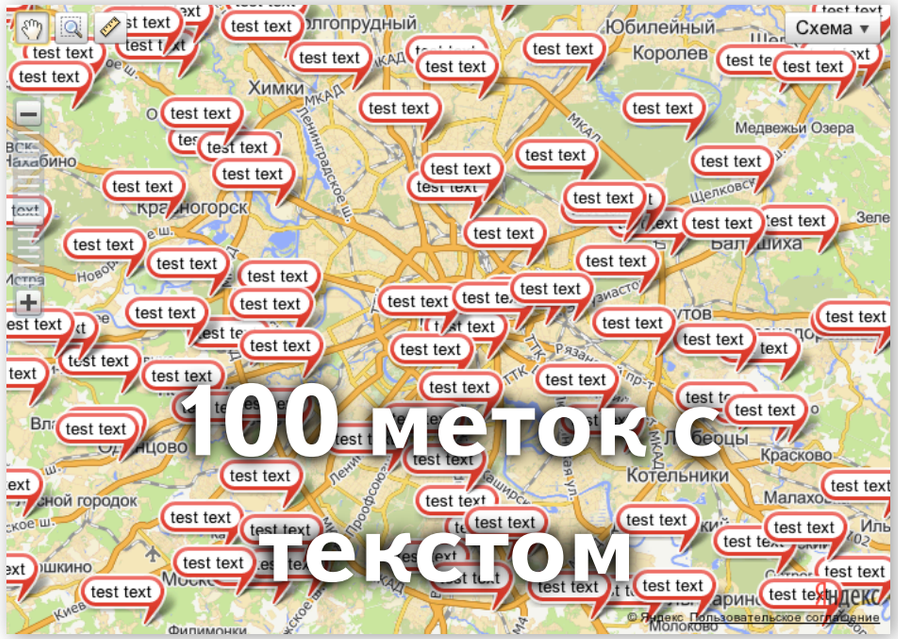
Варианты использования API

- Определяем основные варианты использования
- Стараемся предоставить для них быстрое и удобное решение
- Если универсального решения не получается — делаем несколько решений
- Для каждого решения делаем тесты производительности
- Такие же тесты делаем для конкурирующих API

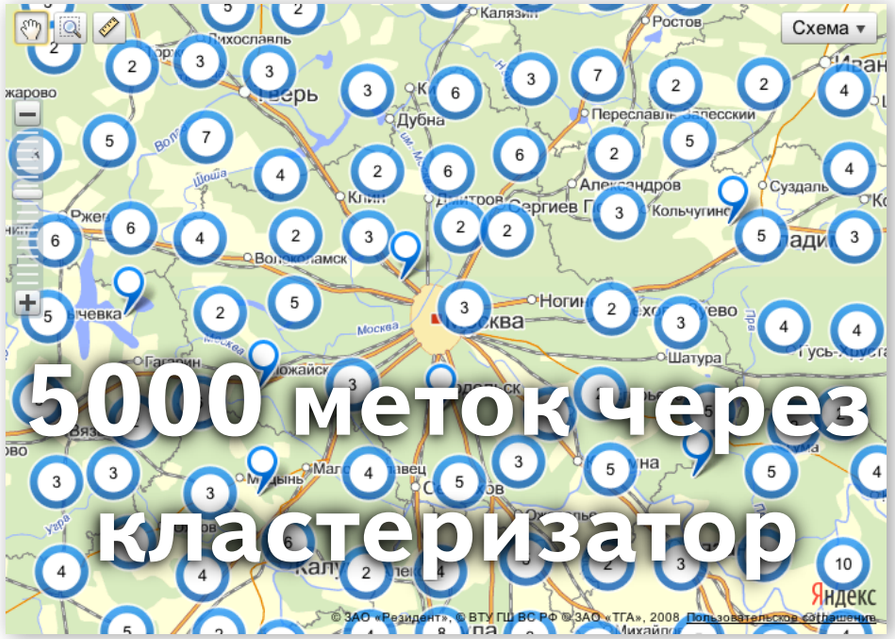
Тесты скорости

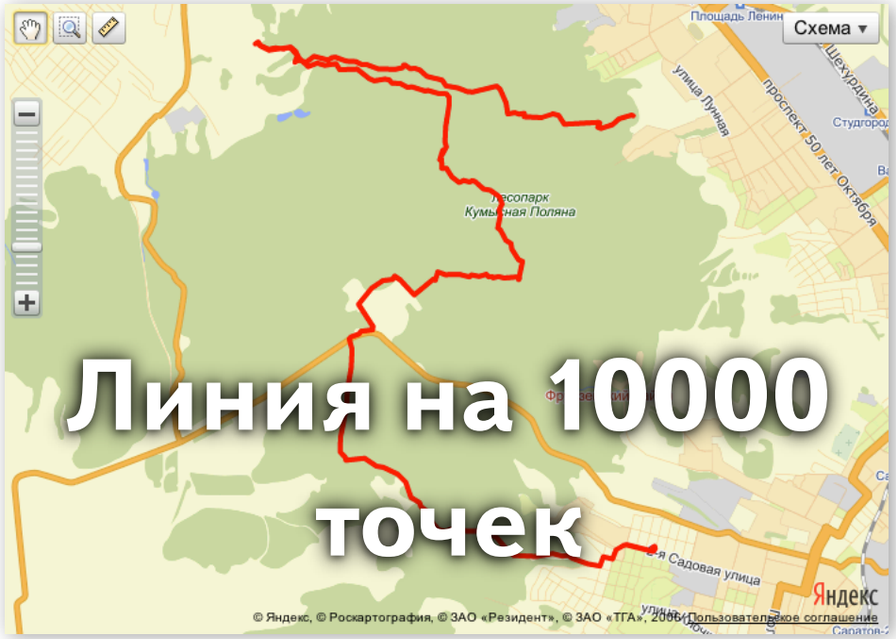


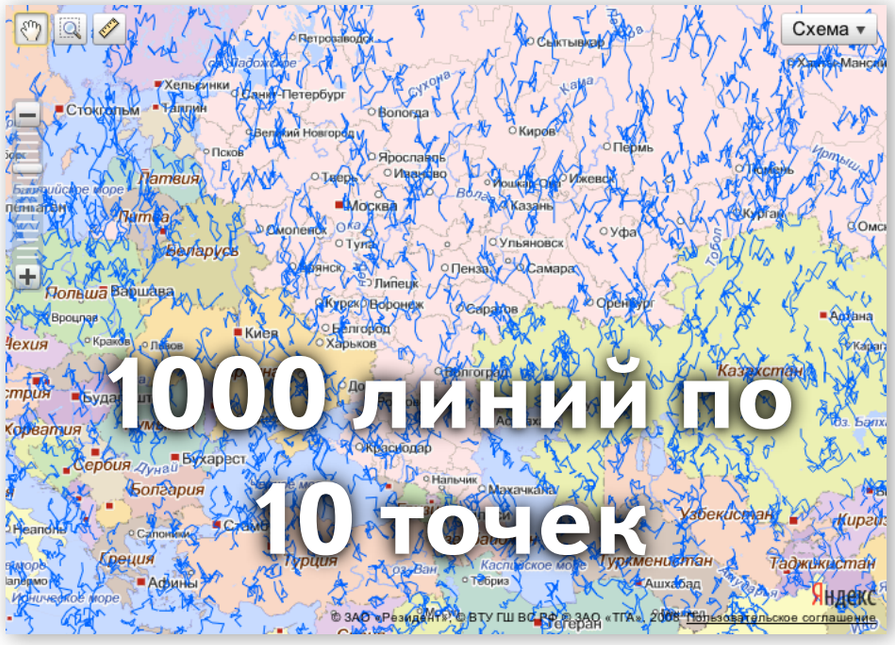




Тесты скорости







...

Интерфейс запуска тестов

Run All Tests

netmac.orina.maps.dev.yandex.ru/jsapi/test/index.html

Unit Speed Поехали! Отбой.

- Все тесты
  - ..
    - src
      - speedTests
        - bigLine
          - bing.speed.test.html
          - google.speed.test.html
          - leaflet.speed.test.html
          - yandex-map.speed.test.html
        - bigPolygon
        - canvasPlacemarks
        - clusterer
        - contentPlacemarks
        - geodesicLines
        - geodesicPolygon
        - manyCircles
        - manyLines
        - manyPolygons
        - manyRectangles
        - map
        - mapWithControls
        - placemarks
        - ready

Run All Tests Свернуть

PASS 42895ms (+5874) 17:23:30 TestRunner
1:4 Bing big line
passed: 1, failed: 0, ignored: 0

Bing big line time: 21ms

PASS 43191ms (+298) 17:23:30 TestRunner
2:4 Google big line
passed: 1, failed: 0, ignored: 0

Google big line time: 2ms

PASS 43700ms (+509) 17:23:30 TestRunner
3:4 Leaflet big line
passed: 1, failed: 0, ignored: 0

Leaflet big line time: 17ms

PASS 44294ms (+594) 17:23:31 TestRunner
4:4 Yandex big line
passed: 1, failed: 0, ignored: 0

Yandex big line time: 2ms

FINISH 44294ms (+0) 17:23:31 TestRunner
All tests are successfully PASSED!

Пауза Очистить

pass finish

TestRunner

Интерфейс запуска тестов

Run All Tests

netmac.orina.maps.dev.yandex.ru/jsapi/test/index.html

Unit Speed Поехали! Отбой.

- Все тесты
  - ..
    - src
      - speedTests
        - bigLine
          - bing.speed.test.html
          - google.speed.test.html
          - leaflet.speed.test.html
          - yandex-map.speed.test.html
        - bigPolygon
        - canvasPlacemarks
        - clusterer
        - contentPlacemarks
        - geodesicLines
        - geodesicPolygon
        - manyCircles
        - manyLines
        - manyPolygons
        - manyRectangles
        - map
        - mapWithControls
        - placemarks
        - ready

Run All Tests Свернуть

PASS 42895ms (+5874) 17:23:30 TestRunner
1:4 Bing big line
passed: 1, failed: 0, ignored: 0

Bing big line time: 21ms

PASS 43191ms (+298) 17:23:30 TestRunner
2:4 Google big line
passed: 1, failed: 0, ignored: 0

Google big line time: 2ms

PASS 43700ms (+509) 17:23:30 TestRunner
3:4 Leaflet big line

PASS 44294ms (+594) 17:23:31
4:4 Yandex big line
passed: 1, failed: 0, ignored: 0

Yandex big line time: 2ms

FINISH 44294ms (+0) 17:23:31

Пауза Очистить

pass finish

TestRunner

Профилирование конкретного теста

Yandex big line

netmac.orina.maps.dev.yandex.ru/jsapi/src/speedTests/bigLine/yandex-map.speed.test.html

Yandex big line — Свернуть

34ms (+34) 17:27:15 — TestRunner
Testing began at Wed Sep 19 2012 17:27:15 GMT+0400 (MSK).

37ms (+3) 17:27:15 — TestRunner
Test suite "yuitests1348061235693" started.

509ms (+472) 17:27:16 — TestRunner
Test case "Yandex big line" started.

694ms (+185) 17:27:16 — global
Yandex big line time: 3ms

PASS 698ms (+4) 17:27:16 — TestRunner
test: passed.

809ms (+111) 17:27:16 — TestRunner
Test case "Yandex big line" completed.
Passed:1 Failed:0 Total:1

809ms (+0) 17:27:16 — TestRunner
Testing completed at Wed Sep 19 2012 17:27:16 GMT+0400 (MSK).
Passed:1 Failed:0 Total:1

Elements | Resources | Network | Scripts | Timeline | Profiles | Audits | Console | Search Profiles

Profiles

CPU PROFILES

Profile 1

Self	Total	Function	
0	14ms	▶ Map	/jsapi/build/debug/combine.xml?modules=djqAqPdDe6dFdvf1lxnblGlzlEltfifb
0	1ms	▶ Polyline	/jsapi/build/debug/combine.xml?modules=djqAqPdDe6dFdvf1lxnblGlzlEltfifb
0	2ms	▶ imports.util.augment....	/jsapi/build/debug/combine.xml?modules=djqAqPdDe6dFdvf1lxnblGlzlEltfifb
0	4ms	▶ log	yandex-map.speed.test.html:27
0	1ms	▶ Y.Test.Runner.Y.extend.fire	combo.js:22093

Tree (Top Down) %

Инструмент “Шутилка”

- Принцип работы — отслеживание визуальных изменений на странице
- Поддерживает различные браузеры
- Позволяет моделировать различные сетевые условия
- Позволяет задавать контрольные точки

Инструмент “Шутилка”

Начало отрисовки
1060мс

Инструмент “Шутилка”

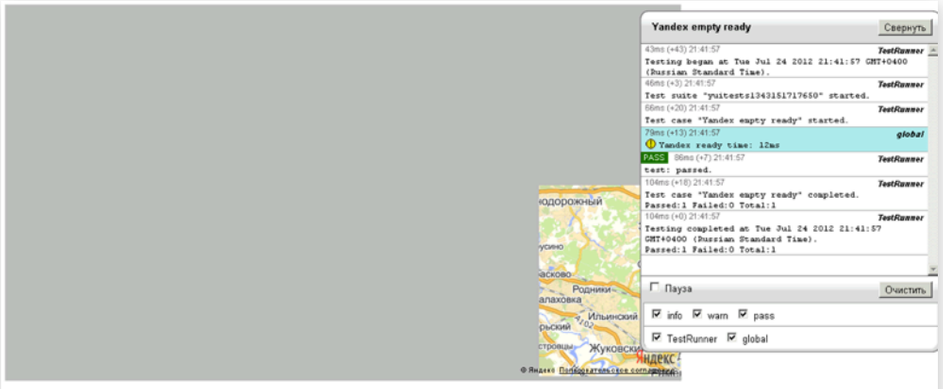
Начало отрисовки
1060мс

Заливка фоном
1170мс

Инструмент “Шутилка”

Начало отрисовки
1060мс

Заливка фоном
1170мс

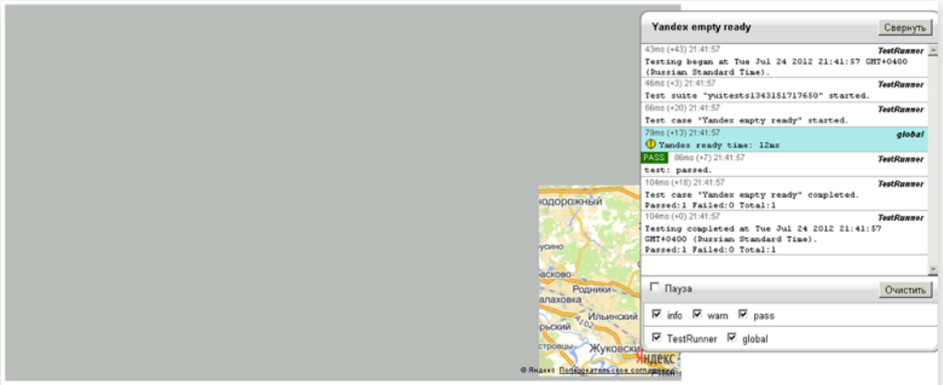


Первый тайл
1600мс

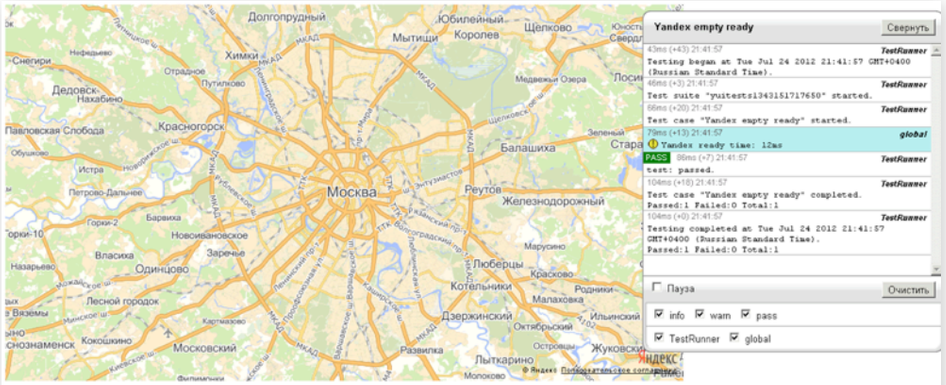
Инструмент “Шутилка”

Начало отрисовки
1060мс

Заливка фоном
1170мс

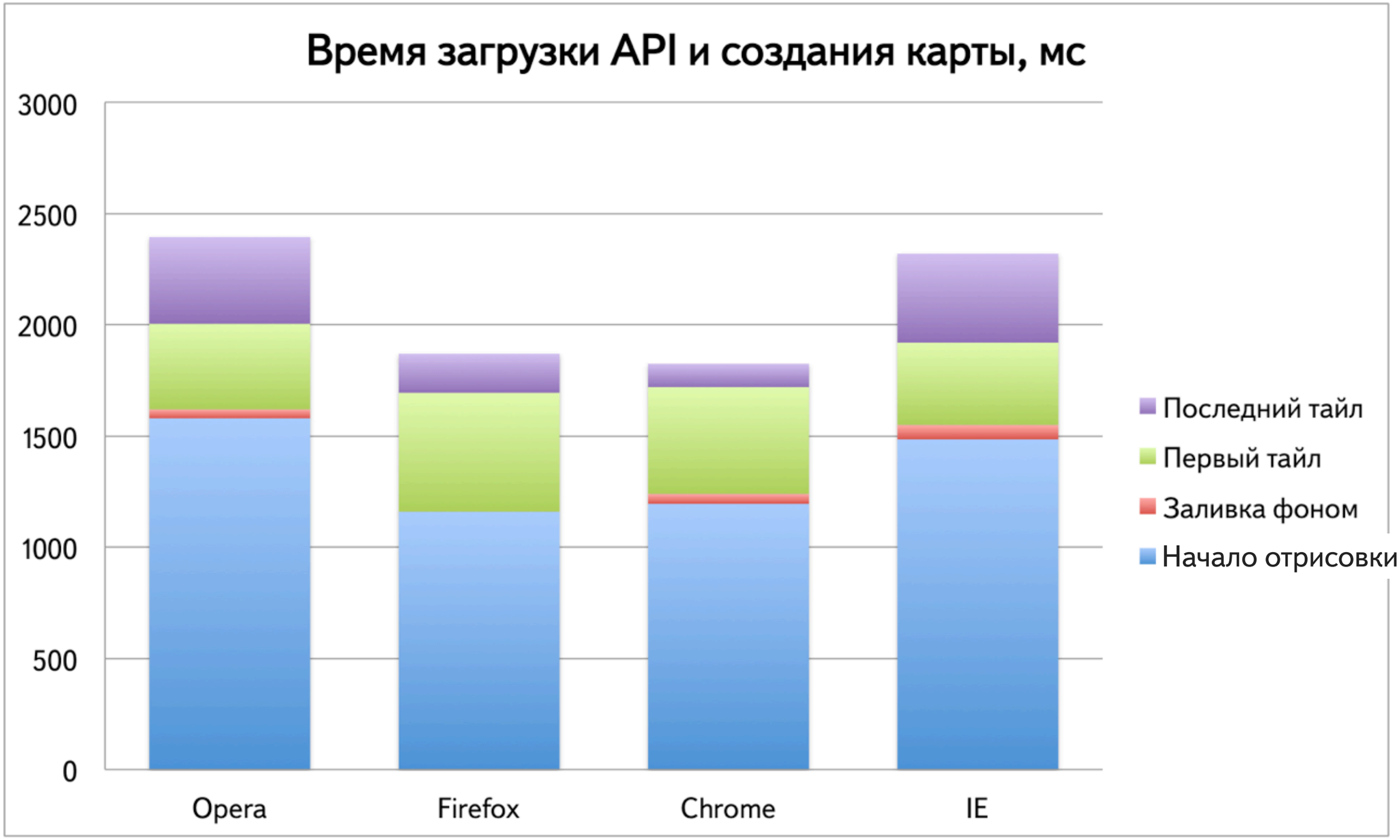


Первый тайл
1600мс



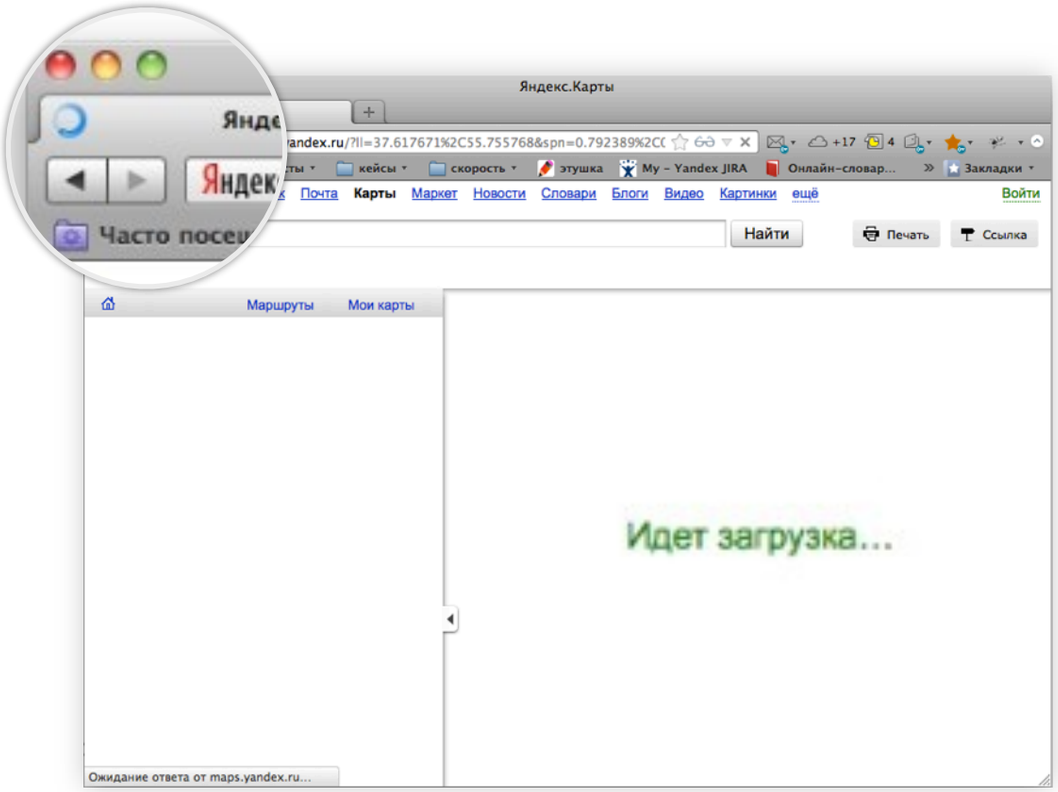
Последний тайл
1660мс

Инструмент “Шутилка”



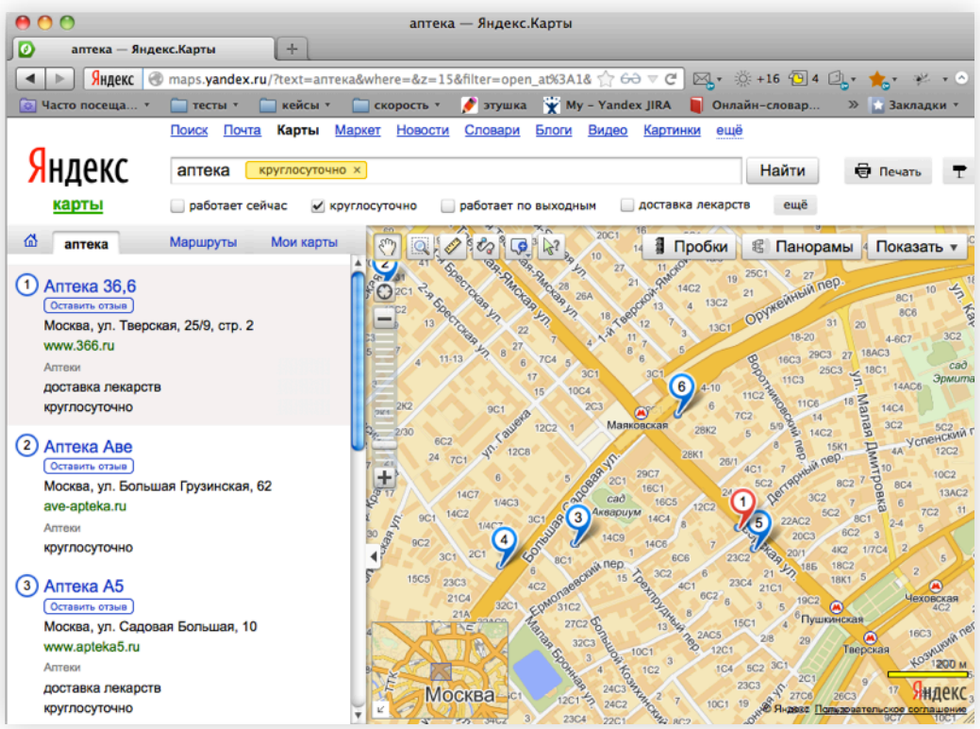
Этапы жизни web приложения

1. Инициализация



Этапы жизни web приложения

1. Инициализация
2. Взаимодействие



Инициализация

Задача — максимально быстро отобразить интерфейс

Инициализация

- Загрузка
- Создание окружения

Инициализация

- **Загрузка**
- Создание окружения

Проблемы API 1.1

1. Большой объем загружаемых данных

Проблемы API 1.1

1. Большой объем загружаемых данных

Javascript ядро + CSS + Images ≈ 220 Kb *

* gzip + obfuscation

Проблемы API 1.1

1. Большой объем загружаемых данных
2. Большое количество сетевых запросов

Проблемы API 1.1

GET test.html	fgolubev.algol.maps.yandex.ru	1.7 KB
GET index.xml?key=AAwC...==&modules=traffic	api-maps.yandex.ru	2.6 KB
GET _YMaps.css	api-maps.yandex.ru	6.7 KB
GET _YMaps.js	api-maps.yandex.ru	106.9 KB
GET data.xml?v=1.80.0	api-maps.yandex.ru	51.4 KB
GET _YMapsTraffic.css?v=1.1-11.1	api-maps.yandex.ru	2.1 KB
GET _YMapsTraffic.js?v=1.1-11.1	api-maps.yandex.ru	15.3 KB
GET _YMapsHotspots.js?v=1.1-6	api-maps.yandex.ru	7.6 KB
GET tiles?l=map&v=2.22...17&y=319&z=10&g=Ga	vec04.maps.yandex.net	26.3 KB
GET tiles?l=map&v=2.22...y=319&z=10&g=Gagar	vec02.maps.yandex.net	28.3 KB
GET tiles?l=map&v=2.22.0&x=619&y=319&z=10&g=	vec04.maps.yandex.net	26.7 KB
GET tiles?l=map&v=2.22...0&y=319&z=10&g=Gag	vec02.maps.yandex.net	22.8 KB
GET tiles?l=map&v=2.22...7&y=320&z=10&g=Gag	vec03.maps.yandex.net	29.5 KB
GET tiles?l=map&v=2.22...=320&z=10&g=Gagari	vec01.maps.yandex.net	34.8 KB

34 запроса

GET tiles?l=map&v=2.22...321&z=10&g=Gagarin	vec02.maps.yandex.net	34.5 KB
GET tiles?l=map&v=2.22...19&y=321&z=10&g=Ga	vec04.maps.yandex.net	35 KB
GET tiles?l=map&v=2.22...y=321&z=10&g=Gagar	vec02.maps.yandex.net	29.3 KB
GET coverage.js?_=1323968294991	jgo.maps.yandex.net	4.8 KB
GET stat.js?_=1323968294992	jgo.maps.yandex.net	973 B
GET 3lights-off.png	api-maps.yandex.ru	498 B
GET 3lights-on.png	api-maps.yandex.ru	1 KB
GET zero.gif	api-maps.yandex.ru	43 B
GET mics.png	api-maps.yandex.ru	4.3 KB
GET btn-map-corners.png	api-maps.yandex.ru	343 B
GET btn-map-b.png	api-maps.yandex.ru	190 B
GET btn-map.png	api-maps.yandex.ru	179 B
GET toolbar-button.png	api-maps.yandex.ru	1.2 KB
GET icon-hand-ruler-zoom.png	api-maps.yandex.ru	261 B
GET slider.png	api-maps.yandex.ru	2.4 KB
GET tips.png	api-maps.yandex.ru	859 B
GET yellow.png	api-maps.yandex.ru	408 B
34 запросов		570 KB

Проблемы API 1.1

GET test.html	fgolubev.algol.maps.yandex.ru	1.7 KB
GET index.xml?key=AAwC...==&modules=traffic	api-maps.yandex.ru	2.6 KB
GET _YMaps.css	api-maps.yandex.ru	6.7 KB
GET _YMaps.js	api-maps.yandex.ru	106.9 KB
GET data.xml?v=1.80.0	api-maps.yandex.ru	51.4 KB
GET _YMapsTraffic.css?v=1.1-11.1	api-maps.yandex.ru	2.1 KB
GET _YMapsTraffic.js?v=1.1-11.1	api-maps.yandex.ru	15.3 KB
GET _YMapsHotspots.js?v=1.1-6	api-maps.yandex.ru	7.6 KB
GET tiles?l=map&v=2.22...17&y=319&z=10&g=Ga	vec04.maps.yandex.net	26.3 KB
GET tiles?l=map&v=2.22...y=319&z=10&g=Gagar	vec02.maps.yandex.net	28.3 KB
GET tiles?l=map&v=2.22.0&x=619&y=319&z=10&g=	vec04.maps.yandex.net	26.7 KB
GET tiles?l=map&v=2.22...0&y=319&z=10&g=Gag	vec02.maps.yandex.net	22.8 KB
GET tiles?l=map&v=2.22...7&y=320&z=10&g=Gag	vec03.maps.yandex.net	29.5 KB
GET tiles?l=map&v=2.22...=320&z=10&g=Gagari	vec01.maps.yandex.net	34.8 KB

21 служебный запрос из 34

GET tiles?l=map&v=2.22...321&z=10&g=Gagarin	vec02.maps.yandex.net	34.3 KB
GET tiles?l=map&v=2.22...19&y=321&z=10&g=Ga	vec04.maps.yandex.net	35 KB
GET tiles?l=map&v=2.22...y=321&z=10&g=Gagar	vec02.maps.yandex.net	29.3 KB
GET coverage.js?_=1323968294991	jgo.maps.yandex.net	4.8 KB
GET stat.js?_=1323968294992	jgo.maps.yandex.net	973 B
GET 3lights-off.png	api-maps.yandex.ru	498 B
GET 3lights-on.png	api-maps.yandex.ru	1 KB
GET zero.gif	api-maps.yandex.ru	43 B
GET mics.png	api-maps.yandex.ru	4.3 KB
GET btn-map-corners.png	api-maps.yandex.ru	343 B
GET btn-map-b.png	api-maps.yandex.ru	190 B
GET btn-map.png	api-maps.yandex.ru	179 B
GET toolbar-button.png	api-maps.yandex.ru	1.2 KB
GET icon-hand-ruler-zoom.png	api-maps.yandex.ru	261 B
GET slider.png	api-maps.yandex.ru	2.4 KB
GET tips.png	api-maps.yandex.ru	859 B
GET yellow.png	api-maps.yandex.ru	408 B
34 запросов		570 KB

Решение проблем API 1.1

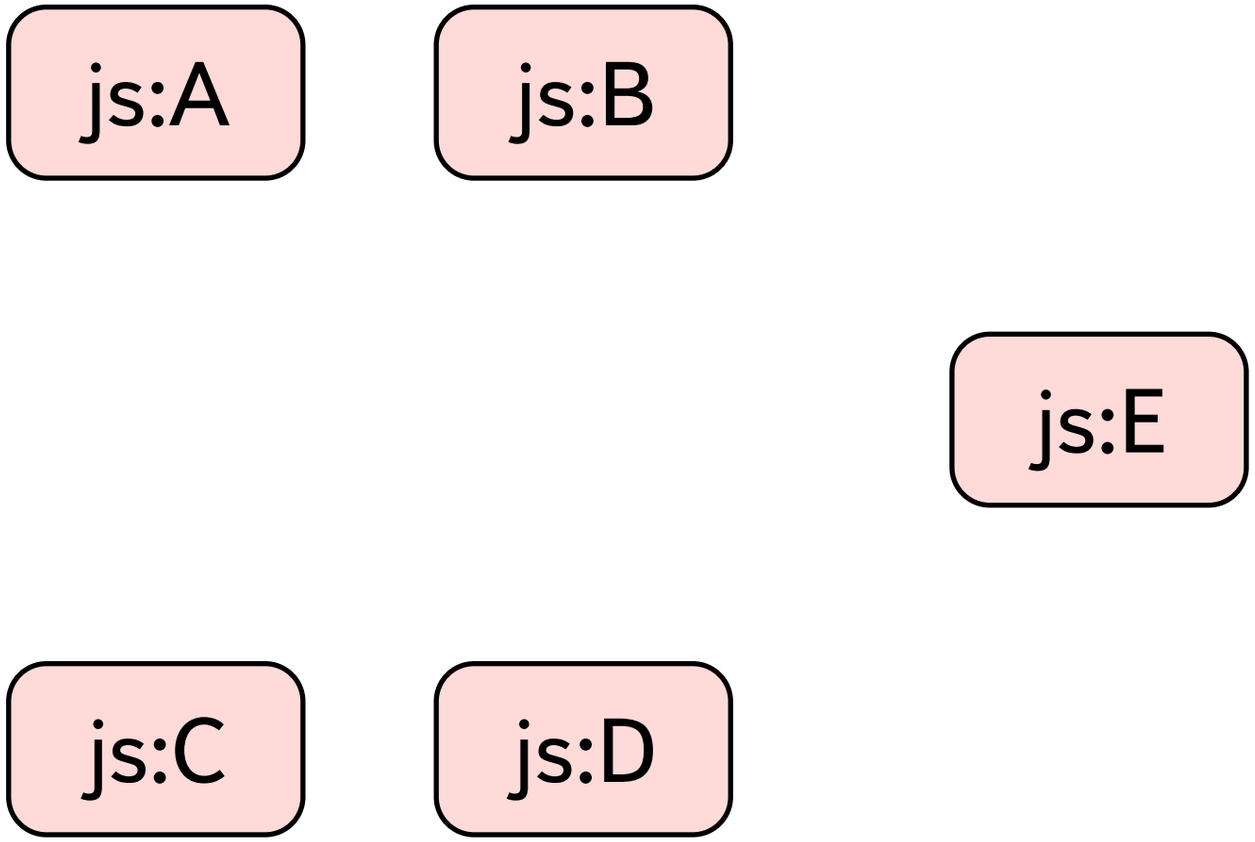
1. Большой объем загружаемых данных

Модульность

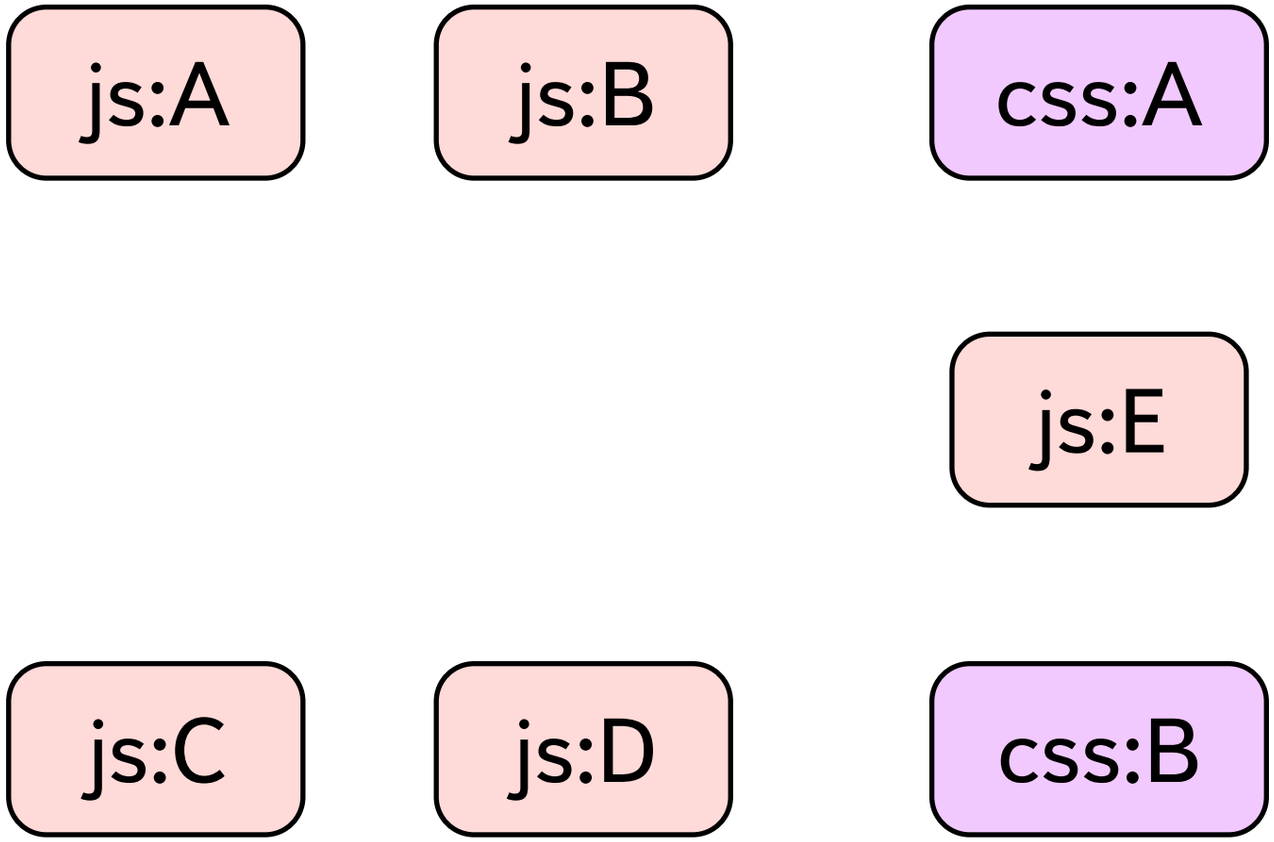
Модульность

- Разбиваем код на логические части
- Позволяем подключить только то, что нужно

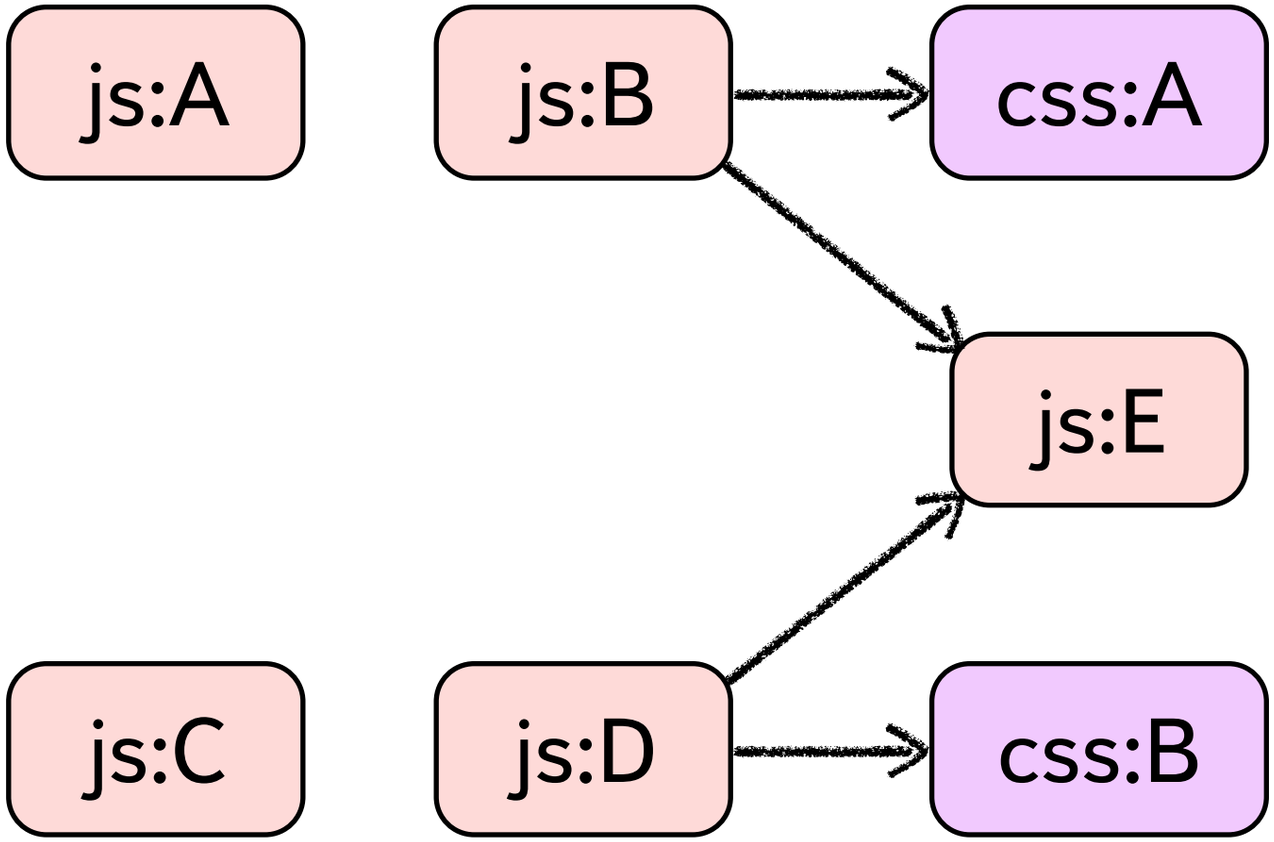
Модульная система



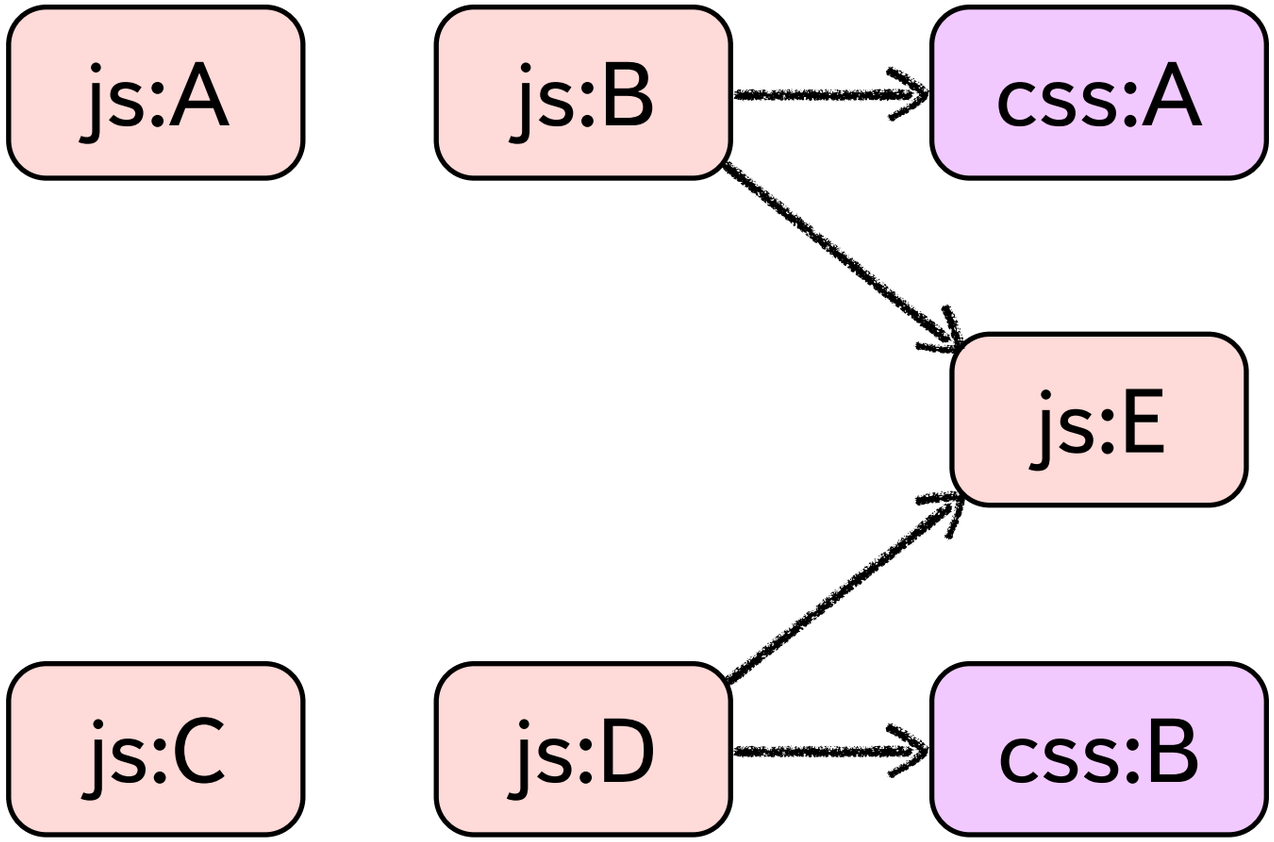
Модульная система



Модульная система

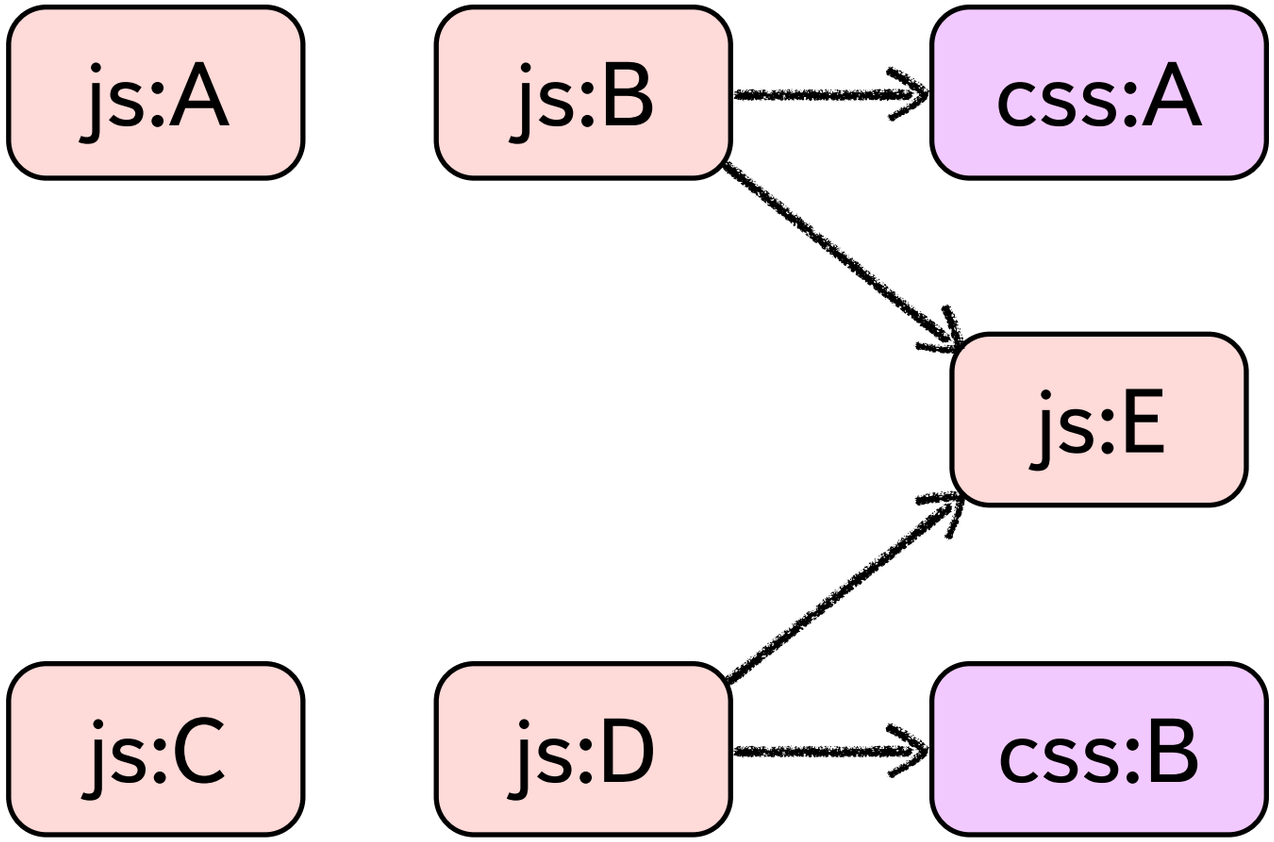


Модульная система



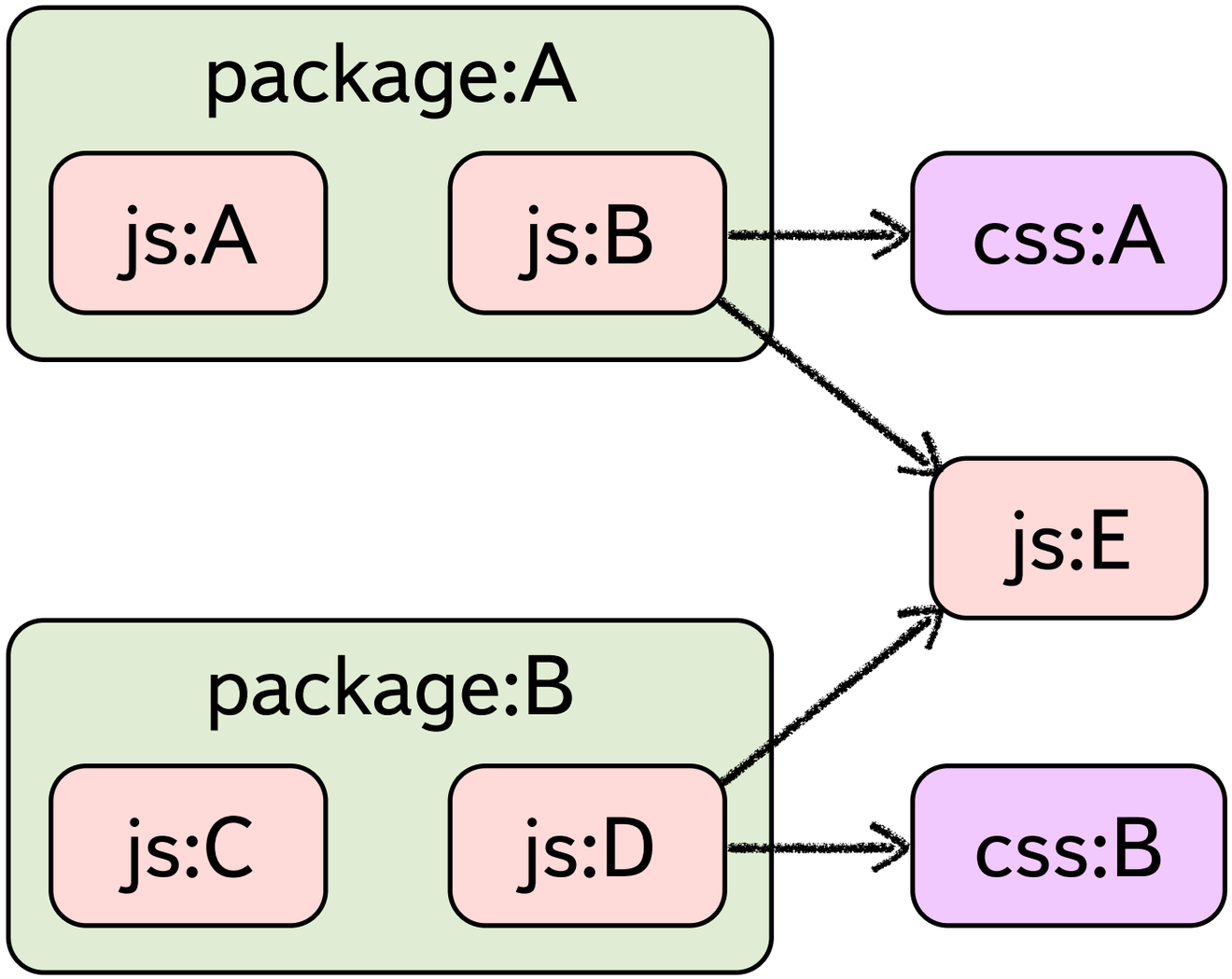
модулей > 700

Модульная система



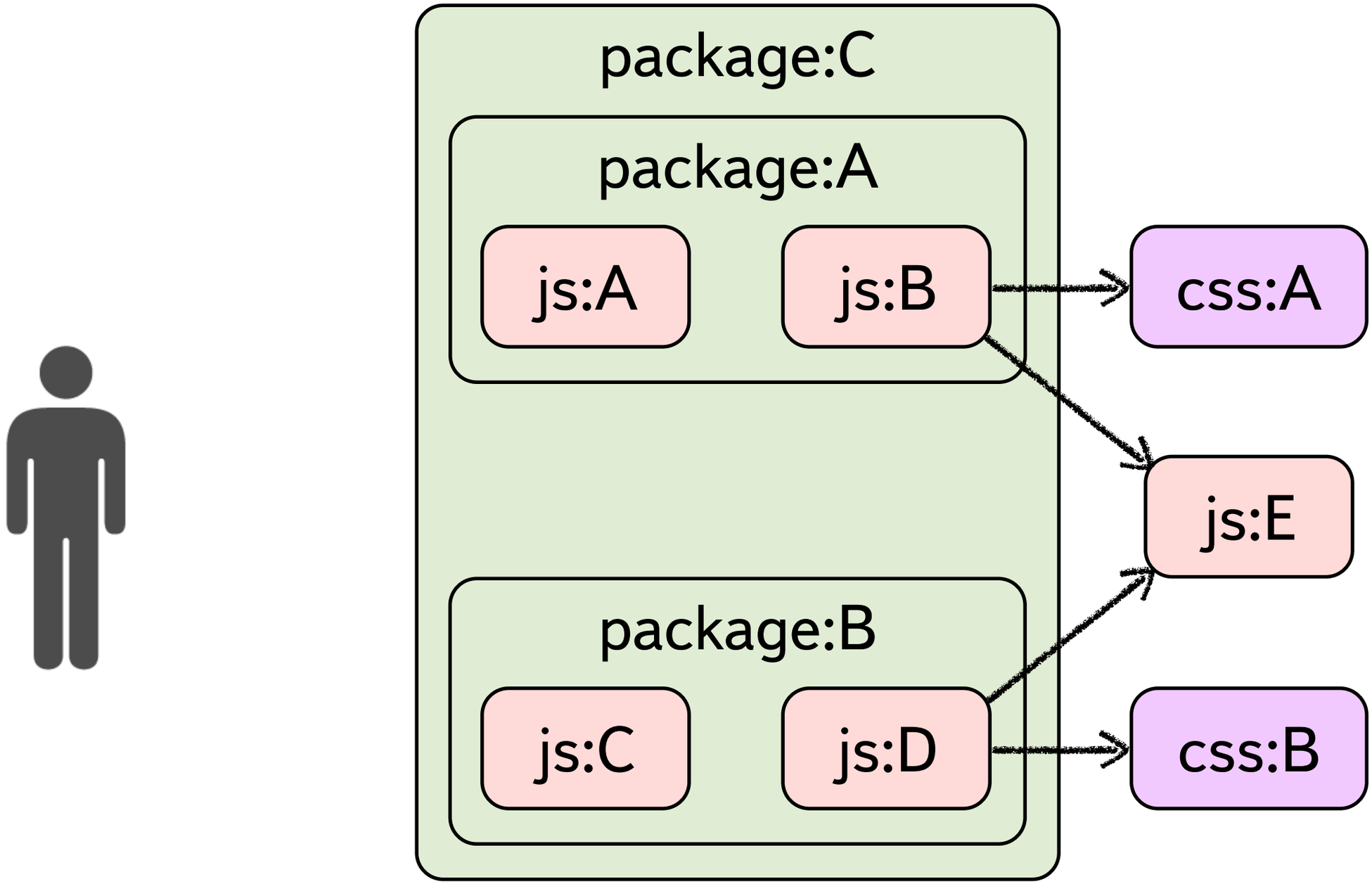
модулей > 700

Модульная система



модулей > 700

Модульная система



модулей > 700

/?lang=ru-RU&load=package.A,package.B

Загружаемые пакеты

ymaps.load(['package.A', 'package.B'], callback)

Решение проблем API 1.1

~~1. Большой объем загружаемых данных~~

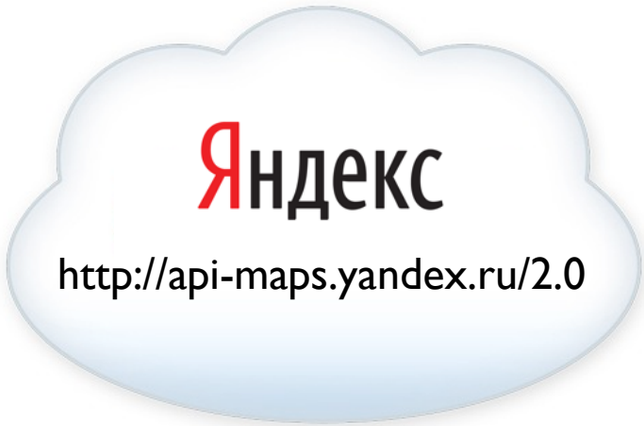
2. Большое количество сетевых запросов

Объединение запросов

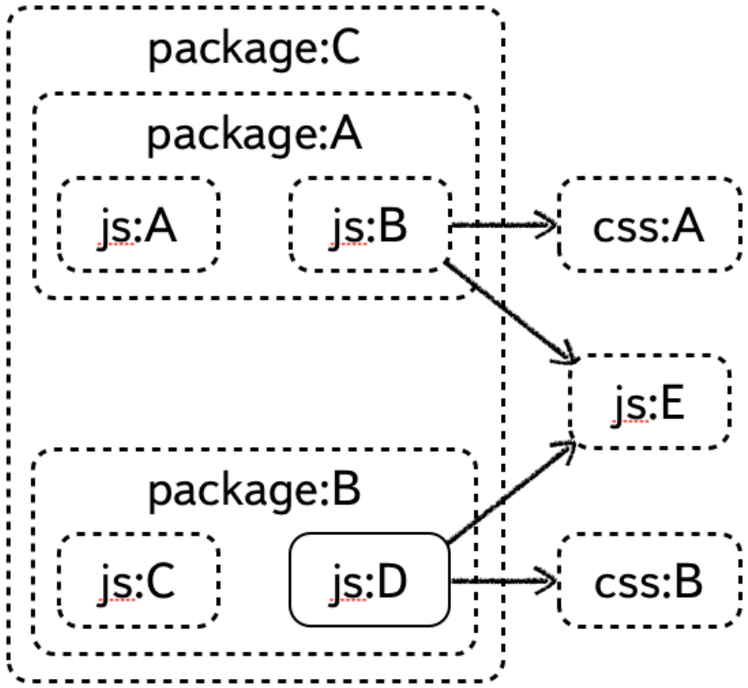
Объединение запросов

- Объединение загрузки javascript
- CSS пакуем в javascript
- Изображения пакуем в CSS, используя dataUri

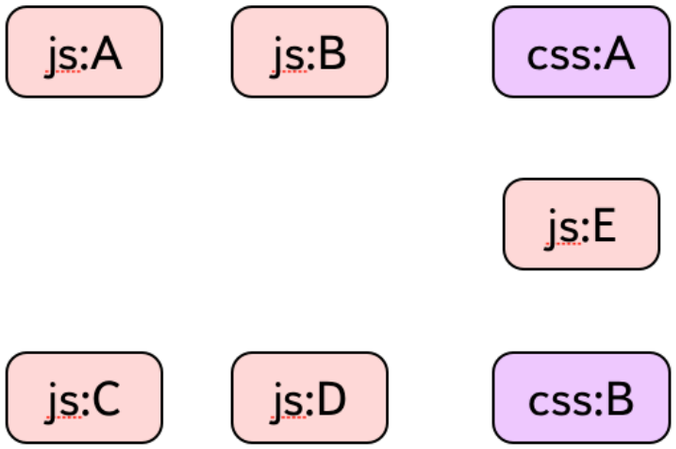
Порядок загрузки



Имена и зависимости

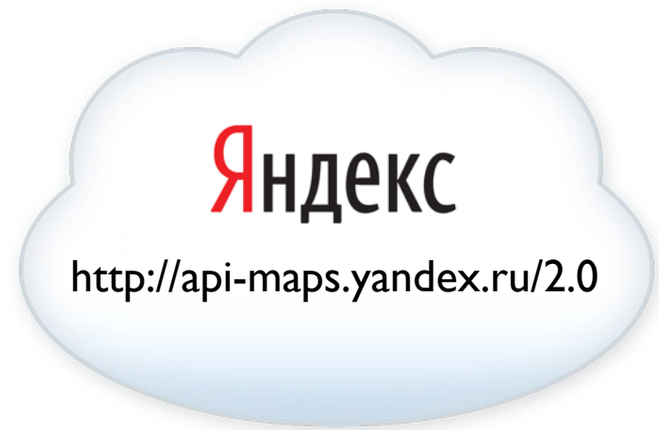


Код



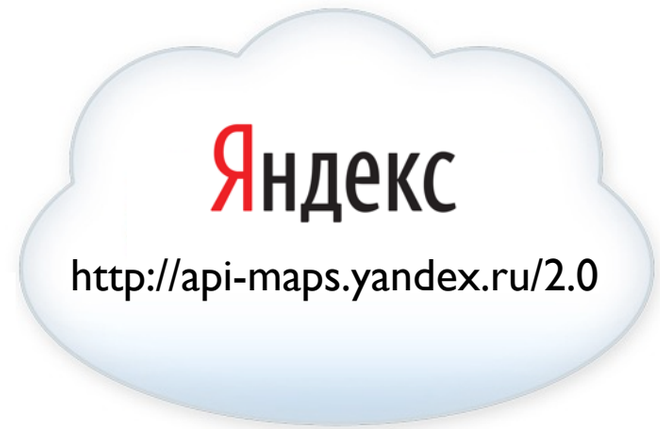
Порядок загрузки

api-maps.yandex.ru/2.0/?lang=ru-RU

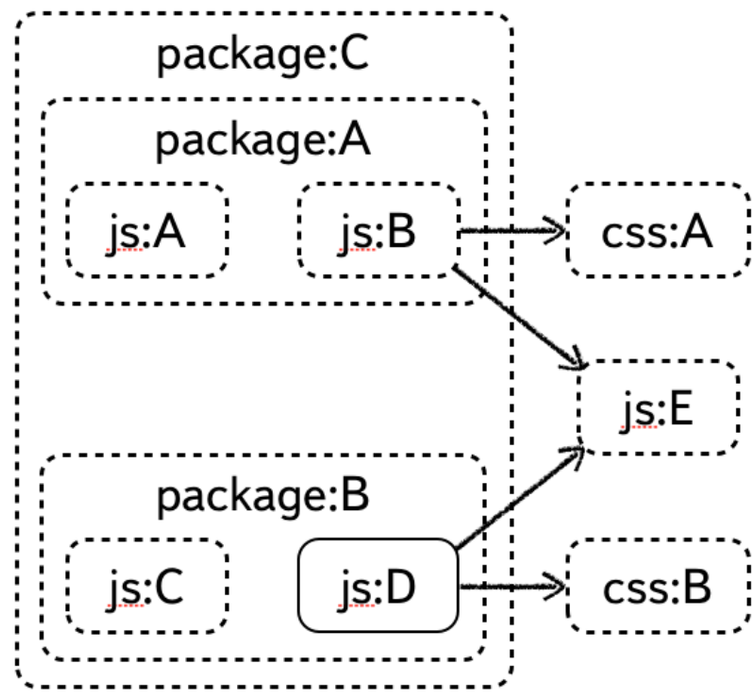


Порядок загрузки

api-maps.yandex.ru/2.0/?lang=ru-RU



Загрузчик +



Загрузчик

- Формирует последующие асинхронные запросы за кодом, разрешая зависимости на клиенте
- Хранит все ранее загруженные модули, исключая их повторную загрузку

Загрузчик

/?lang=ru-RU&load=package.A,package.B

Загружаемые пакеты

ymaps.load(['package.A', 'package.B'], callback)

Порядок загрузки

2.0/?lang=ru-RU&load=package.A

/combine.xml?modules=...

Яндекс

http://api-maps.yandex.ru/2.0

Порядок загрузки

2.0/?lang=ru-RU&load=package.A

/combine.xml?modules=...

Яндекс

http://api-maps.yandex.ru/2.0

js:A js:B css:A

js:E

Итог

1. Загружаем только то, что нужно

Usecase	Объем кода
Отобразить карту	96Kb
Все возможности	295Kb

Итог

1. Загружаем только то, что нужно
2. За минимальное количество запросов

GET ?lang=ru-RU&load=package.map	200 OK	api-maps.yandex.ru	16.8 KB	93.158.134.106:80
GET combine.xml?module...prefix=yma	200 OK	api-maps.yandex.ru	78.9 KB	93.158.134.106:80
GET coverage.xml?l=map...00_z_10_lar	200 OK	api-maps.yandex.ru	141 B	93.158.134.106:80
GET ef50ac9e93aaebe3299791c79f27	200 OK	api-maps.yandex.ru	326 B	93.158.134.106:80
GET /jclck/dtype=stred...://maps.yand	200 Ok	clck.yandex.ru	15 B	213.180.193.14:443
GET yandex-map.speed.test.html	304 Not Modified	netmac.orina.maps.dev.yandex.ru	751 B	178.154.247.52:80
GET tiles?l=map&v=2.31...20&z=10&la	304 Not Modified	vec01.maps.yandex.net	38.8 KB	213.180.193.99:80
GET tiles?l=map&v=2.31...19&z=10&la	304 Not Modified	vec02.maps.yandex.net	25.1 KB	213.180.193.99:80
GET tiles?l=map&v=2.31...21&z=10&la	304 Not Modified	vec02.maps.yandex.net	38.1 KB	213.180.193.99:80
GET tiles?l=map&v=2.31...21&z=10&la	304 Not Modified	vec02.maps.yandex.net	32.1 KB	213.180.193.99:80
GET tiles?l=map&v=2.31...20&z=10&la	304 Not Modified	vec03.maps.yandex.net	31.8 KB	213.180.193.99:80
GET tiles?l=map&v=2.31...20&z=10&la	304 Not Modified	vec03.maps.yandex.net	34.8 KB	213.180.193.99:80
GET tiles?l=map&v=2.31...22&z=10&la	304 Not Modified	vec03.maps.yandex.net	24.7 KB	213.180.193.99:80
GET tiles?l=map&v=2.31...22&z=10&la	304 Not Modified	vec03.maps.yandex.net	29.7 KB	213.180.193.99:80
GET tiles?l=map&v=2.31...19&z=10&la	304 Not Modified	vec04.maps.yandex.net	29 KB	213.180.193.99:80
GET tiles?l=map&v=2.31...19&z=10&la	304 Not Modified	vec04.maps.yandex.net	29.6 KB	213.180.193.99:80
GET tiles?l=map&v=2.31...21&z=10&la	304 Not Modified	vec04.maps.yandex.net	33.2 KB	213.180.193.99:80
GET tiles?l=map&v=2.31...21&z=10&la	304 Not Modified	vec04.maps.yandex.net	38.4 KB	213.180.193.99:80
22 запросов			**606.6 KB**	**(510.5 KB из кеша)**

5 служебных запросов из 22

Инициализация

- Загрузка
- **Создание окружения**

Создание программного окружения

Факторы, влияющие на скорость:

- Качество применяемых алгоритмов
- Организация хранения и доступа к данным
- Эффективность взаимодействия с DOM

О проблеме организации данных и алгоритмах на примере менеджера событий API 2.0

Менеджер событий API 1.1

Организация данных:

```
[ observer0, observer1, observer2, ...]
```

Использование:

```
var observer = Events.observe(obj, 'click', callback, ctx);
Events.notify(obj, 'click');
observer.cleanup();
```

Менеджер событий API 1.1

Организация данных:

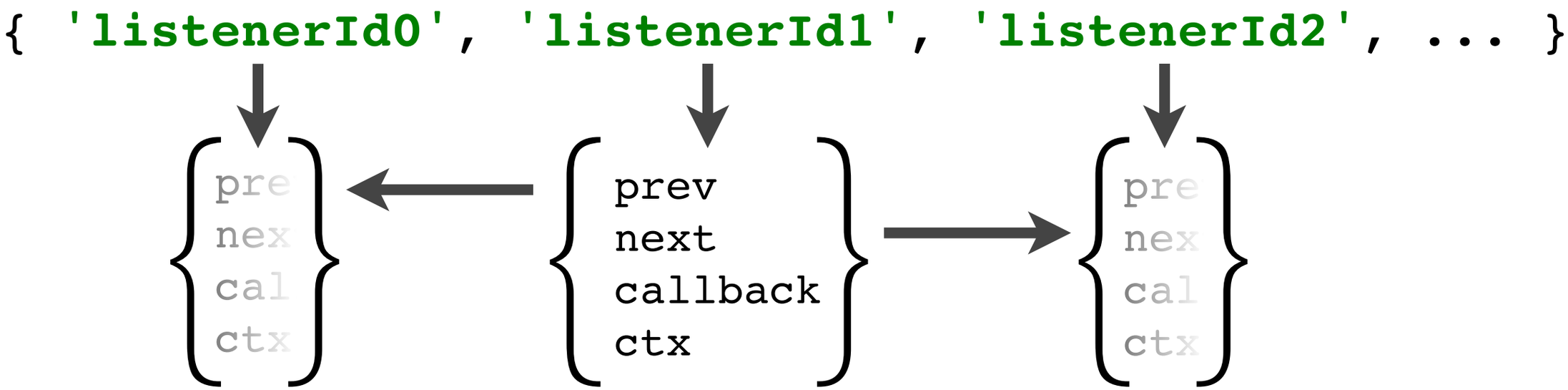
```
[ observer0, observer1, observer2, ...]
```

Недостатки:

- Неудобный синтаксис
- Медленное удаление слушателей

Менеджер событий API 2.0

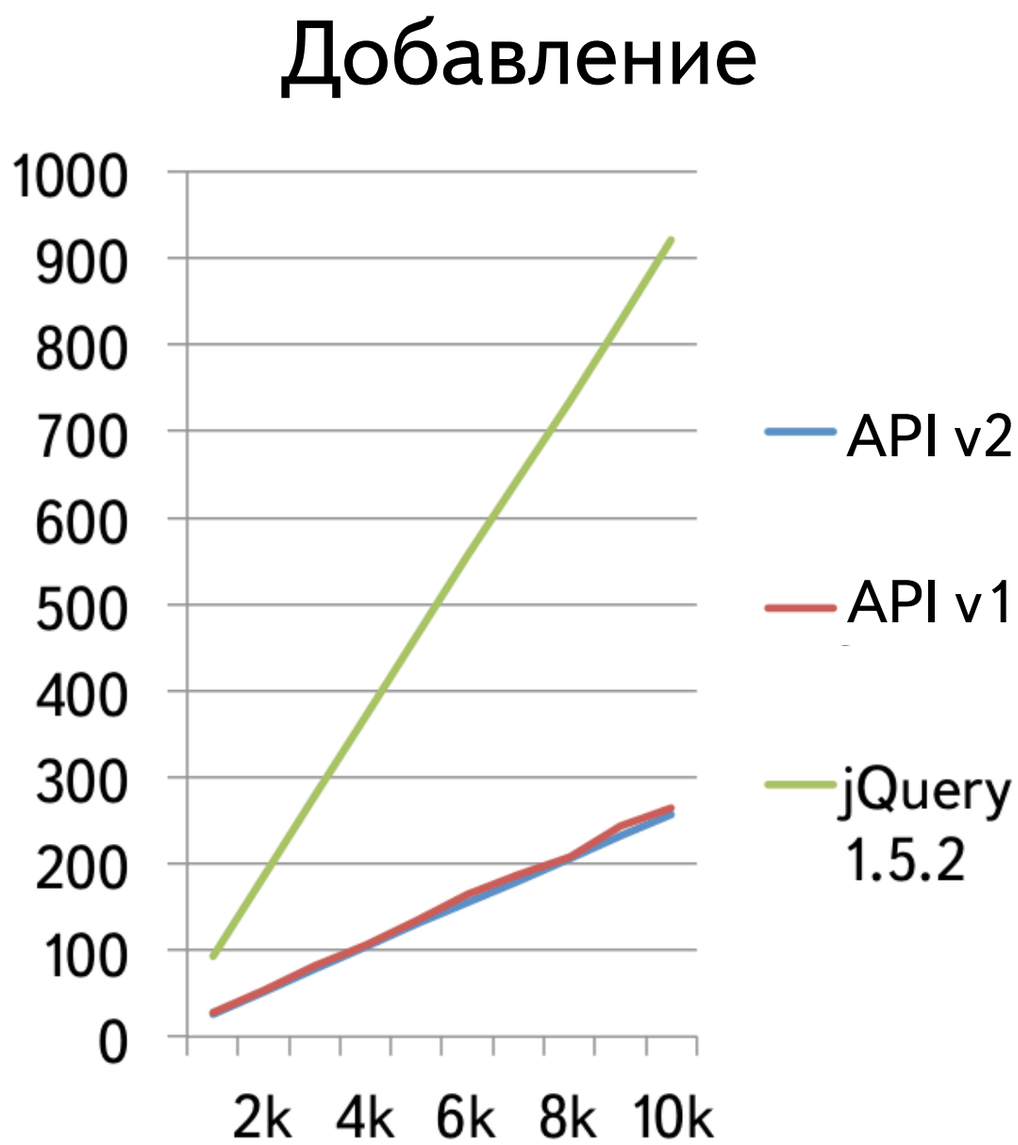
Организация данных:

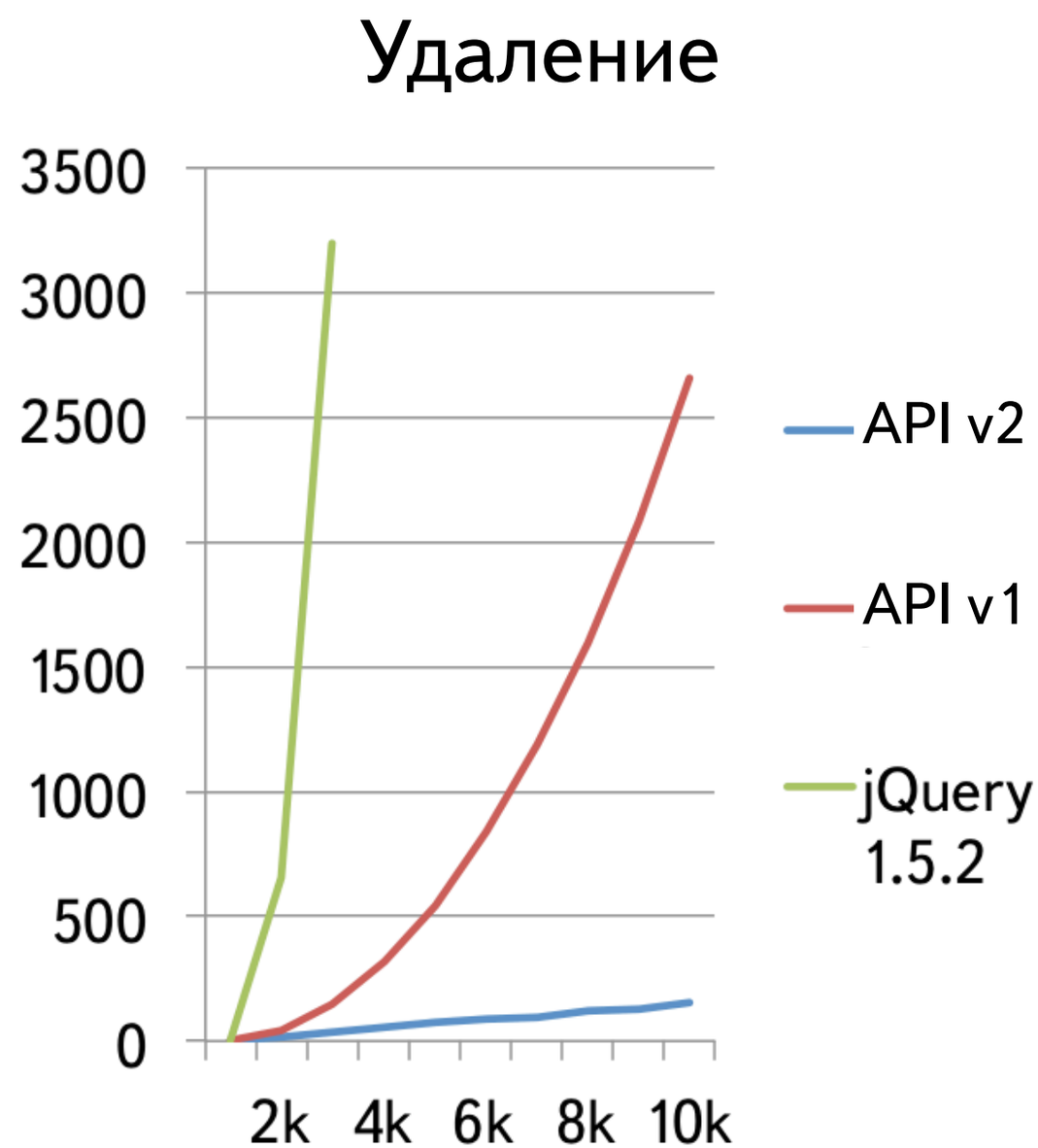


Использование:

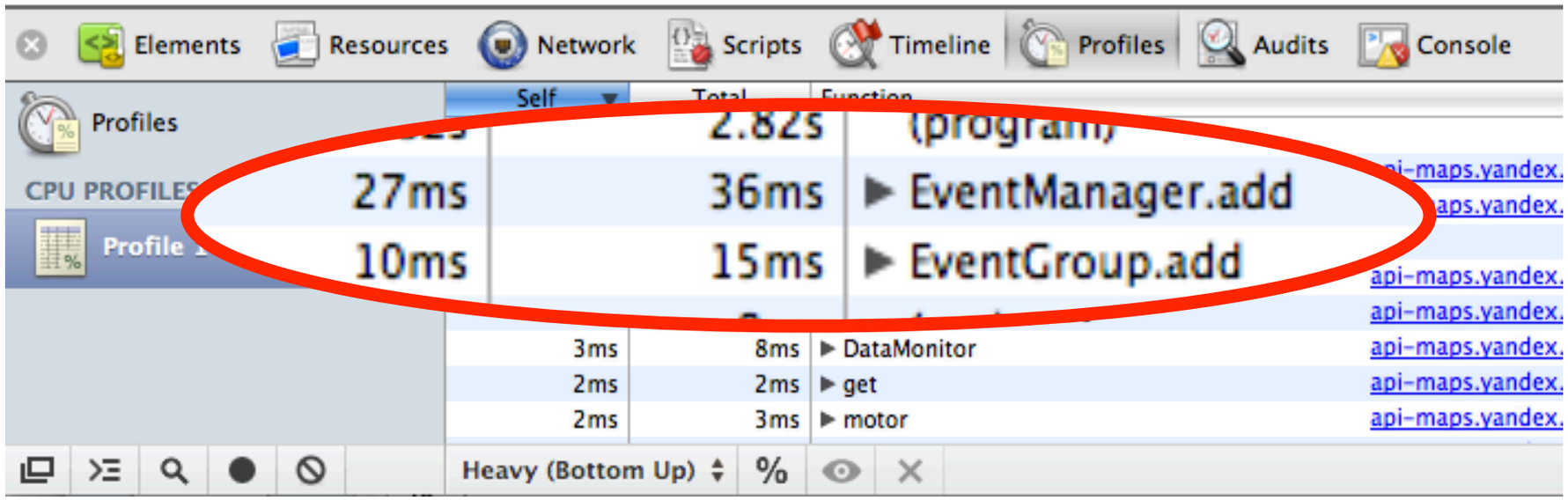
```
obj.events
    .add('click', callback, ctx)
    .fire('click')
    .remove('click', callback, ctx);
```

Менеджер событий API 2.0

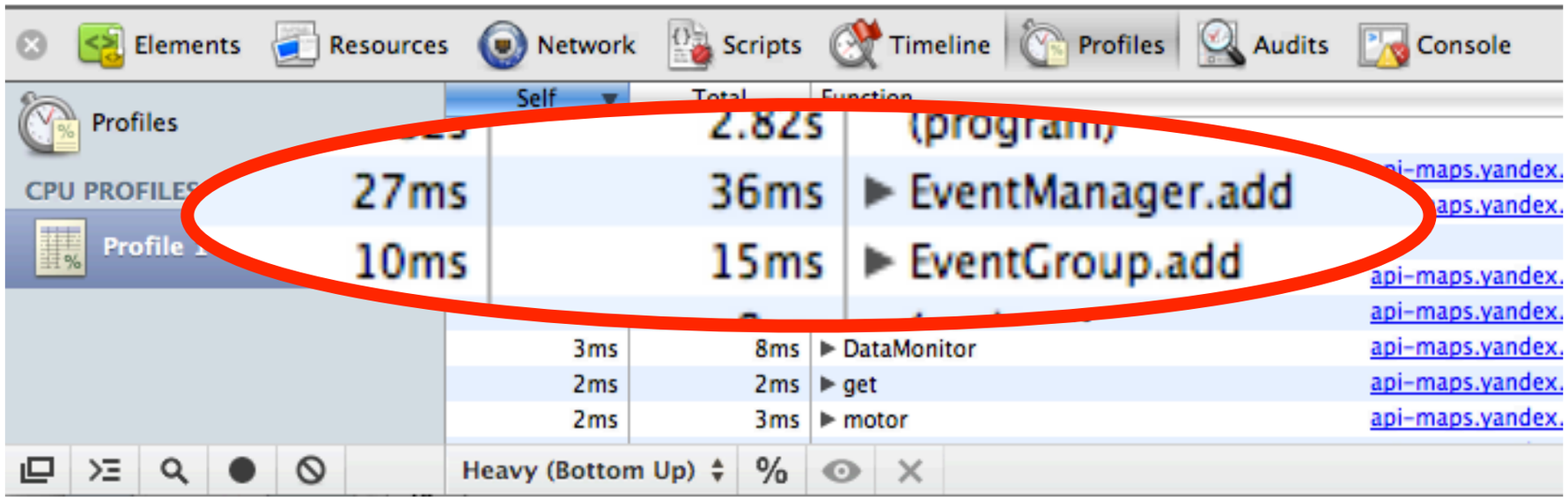




Хьюстон, у нас проблемы



Хьюстон, у нас проблемы



- Нам не хватает производительности операции добавления слушателя

Изучаем проблему

Run All Tests

netmac.orina.maps.dev.yandex.ru/jsapi/src/speedTests/eventManager/events.speed...

- array.case.html
- list.case.html
- mixed.case.html

Мерять ☑добавление, ☑fire, ☑удаление.

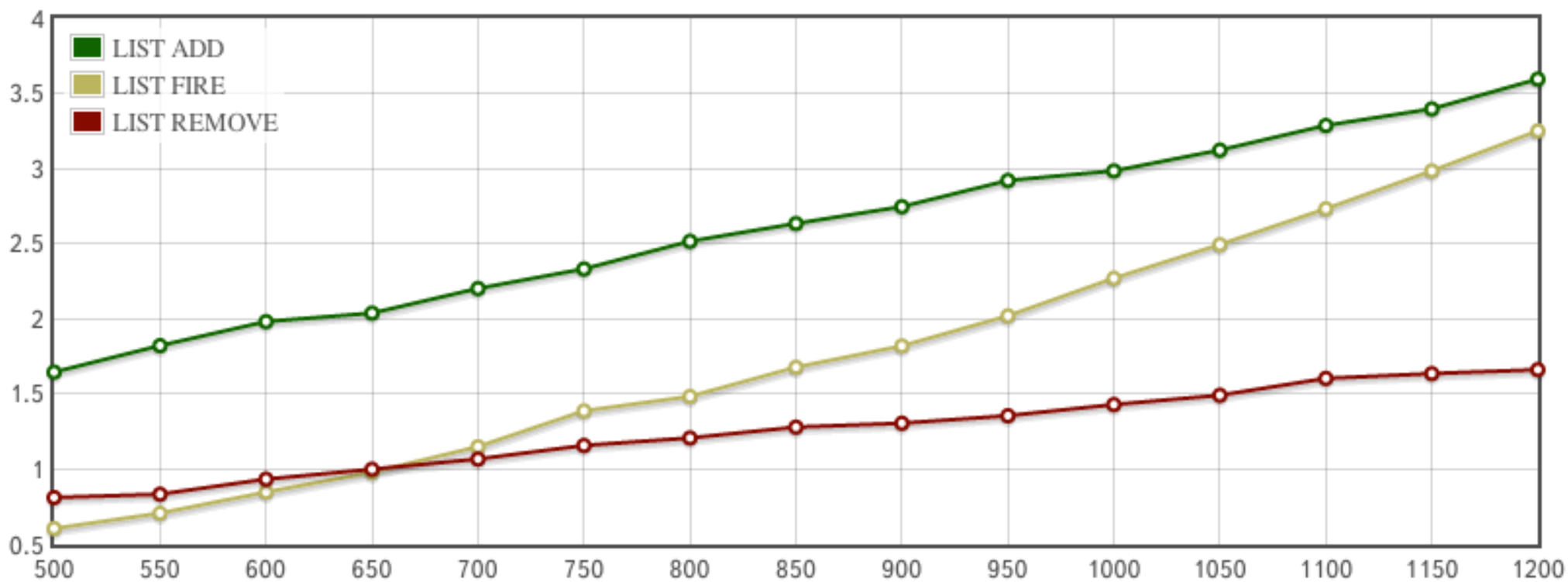
☐ суммировать время на графиках. Кол-во повторений для повышения точности 500.

Добавлять от 500 до 1200 слушателей за 15 шагов.

Вызывать 10 % от добавленного.

Удалять 100 % от добавленного ⦿случайно/ ○с конца/ ○с начала.

Легенда: добавление, fire, удаление.



Изучаем проблему

- Генерация строковых ID — дорого
- Настрока связей между записями двусвязного списка — дорого

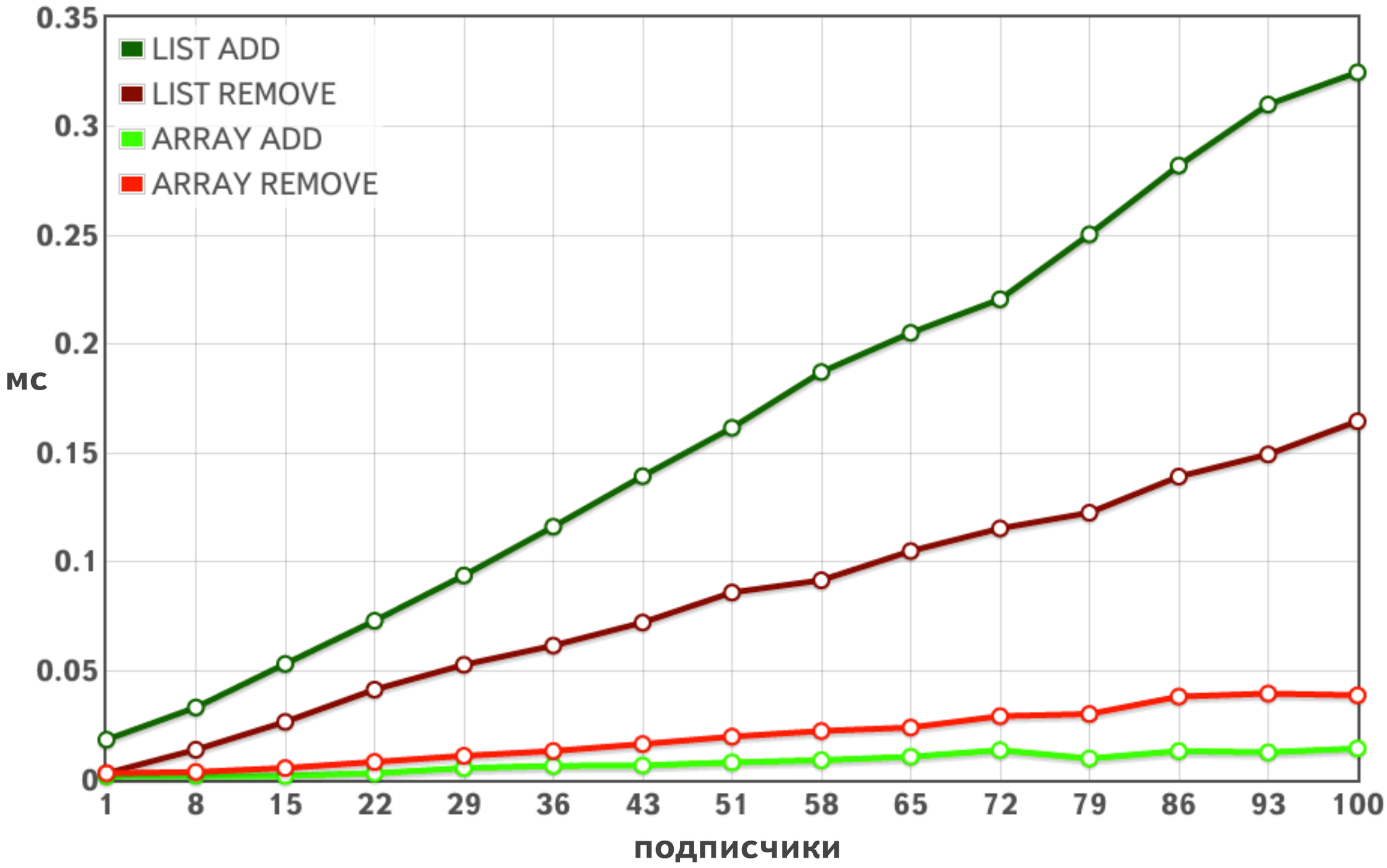
Возвращаемся к массиву

Организация данных:

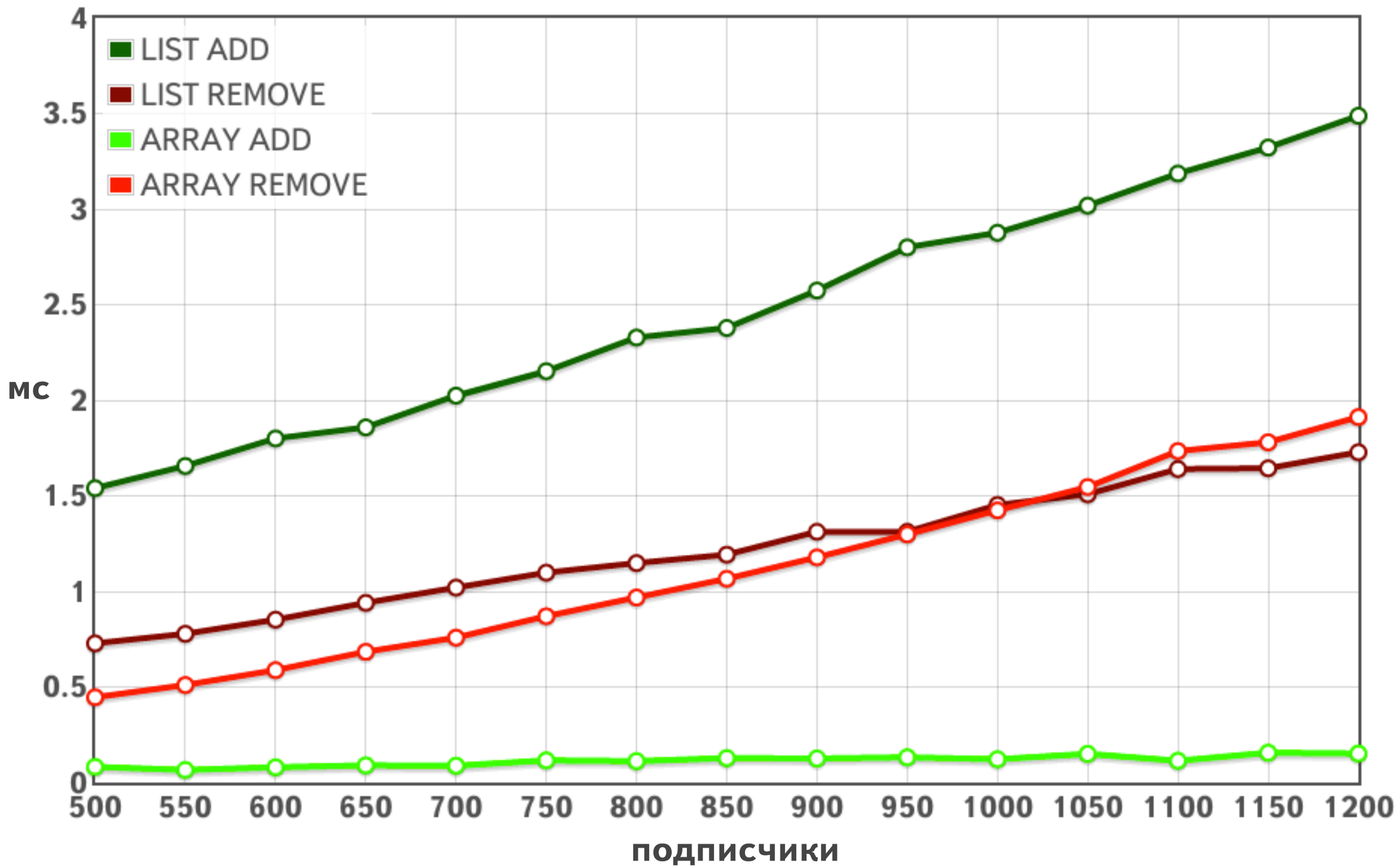
```
[ callback0, context0, callback1, context1, ... ]
```

Сохранаяем обработчики и контексты исполнения в общем **плоском** массиве

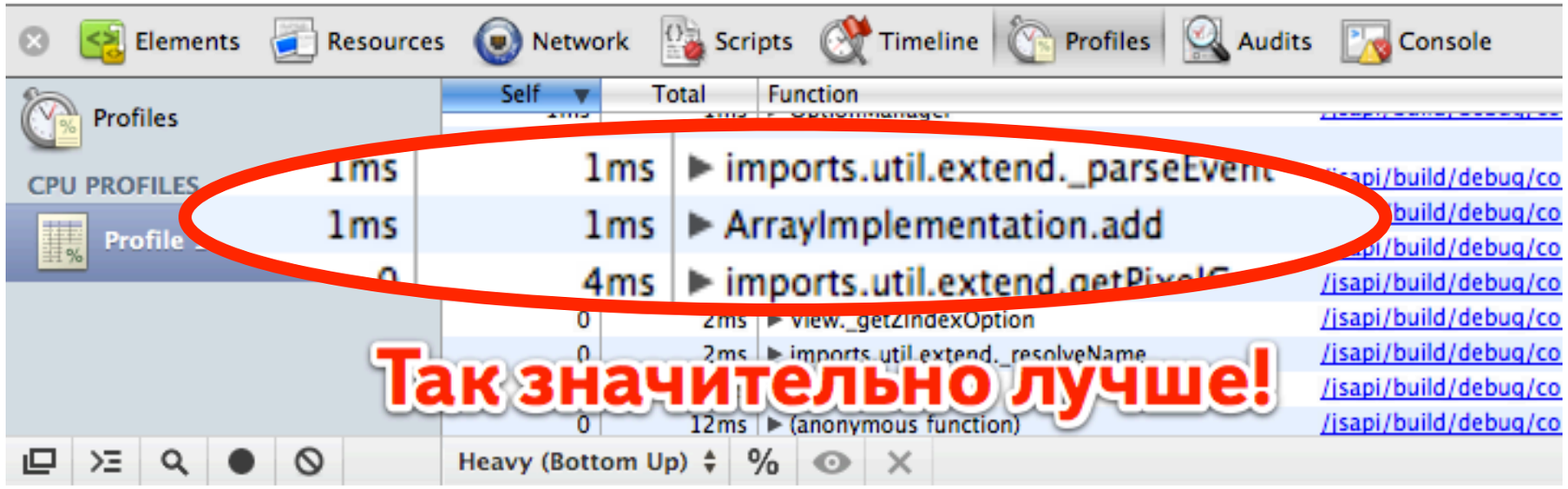
Сравнение производительности



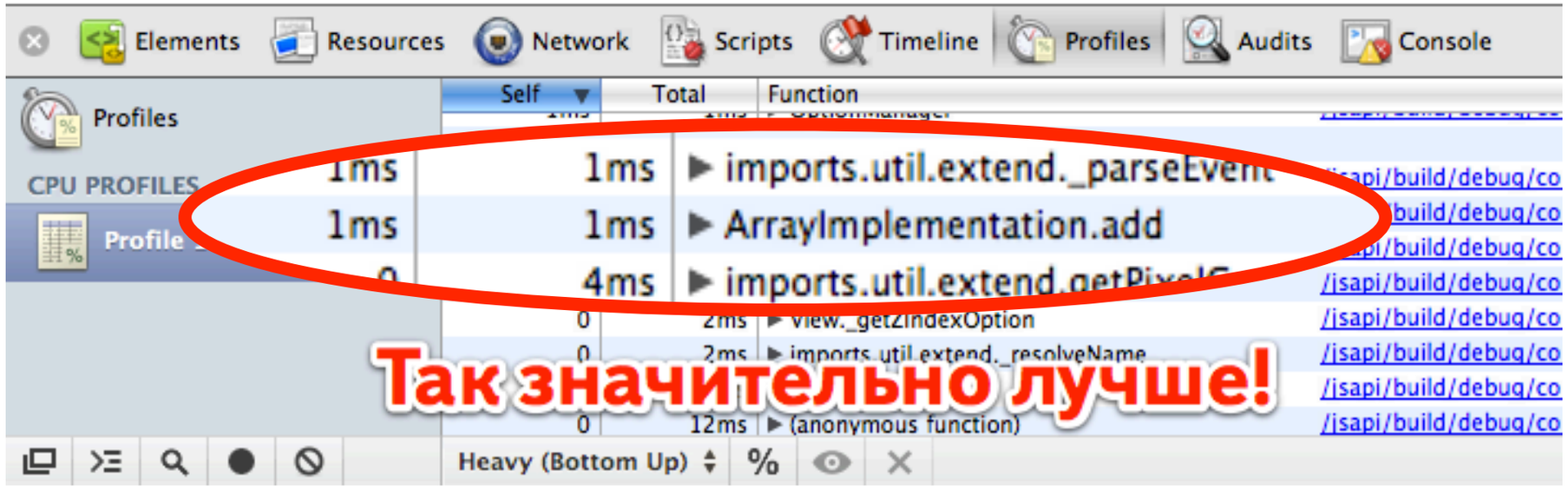
Сравнение производительности



Итог

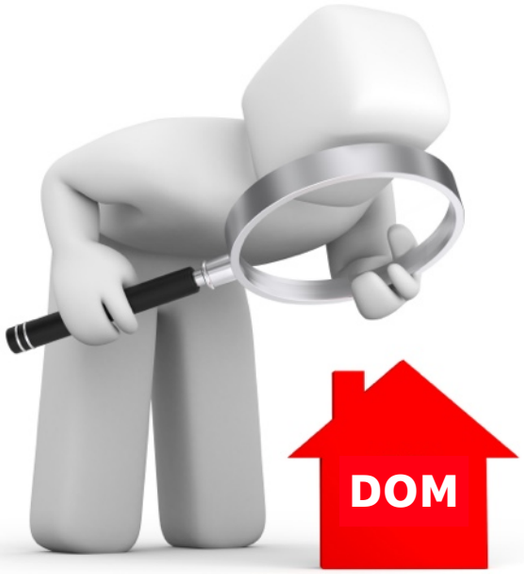

Elements
Resources
Network
Scripts
Timeline
Profiles
Audits
Console
Profiles
CPU PROFILES
Profile
Self
Total
Function
1ms
1ms
imports.util.extend._parseEvent
1ms
1ms
ArrayImplementation.add
4ms
imports.util.extend.getPixelS
2ms
view._getZIndexOption
2ms
imports.util.extend._resolveName
12ms
(anonymous function)
Heavy (Bottom Up)
%
Так значительно лучше!

Итог



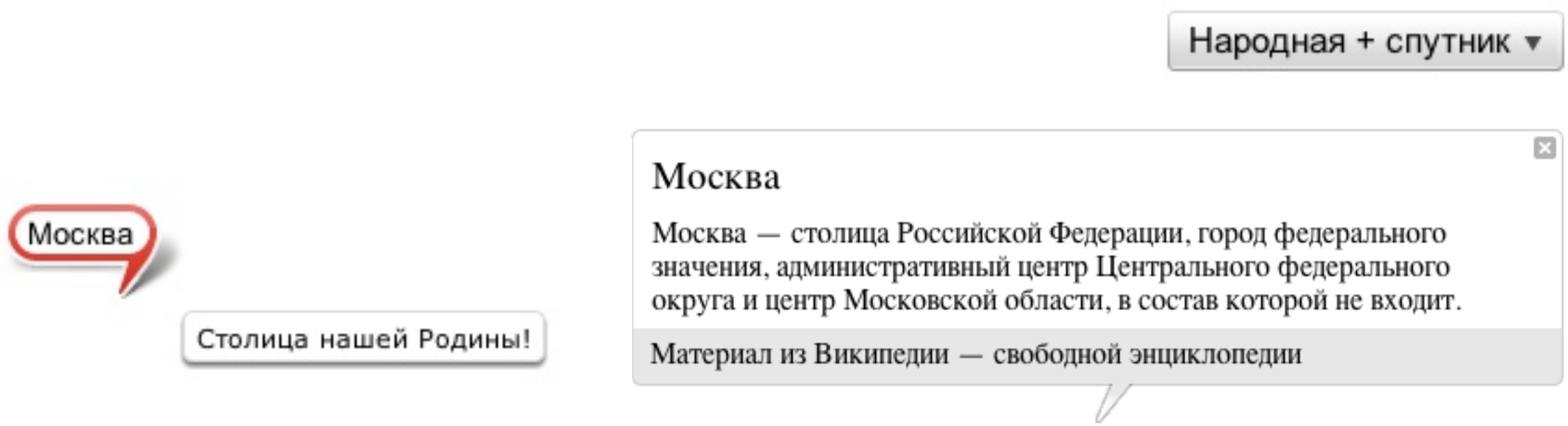
- Проверяем эффективность в реальных условиях
- Избегаем преждевременных оптимизаций

Об эффективном взаимодействии с DOM на примере util.nodeSize

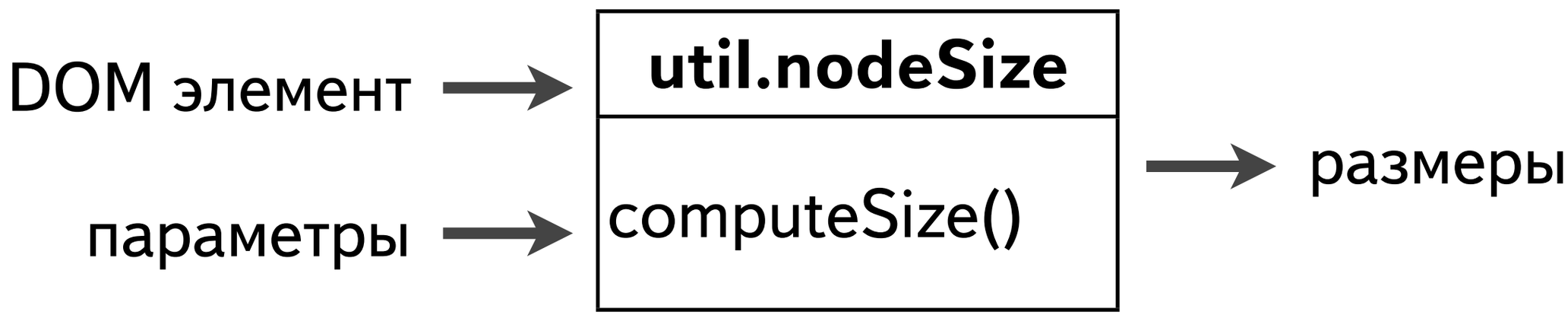


util.nodeSize

Предназначен для определения оптимальных размеров DOM элементов с содержимым



util.nodeSize

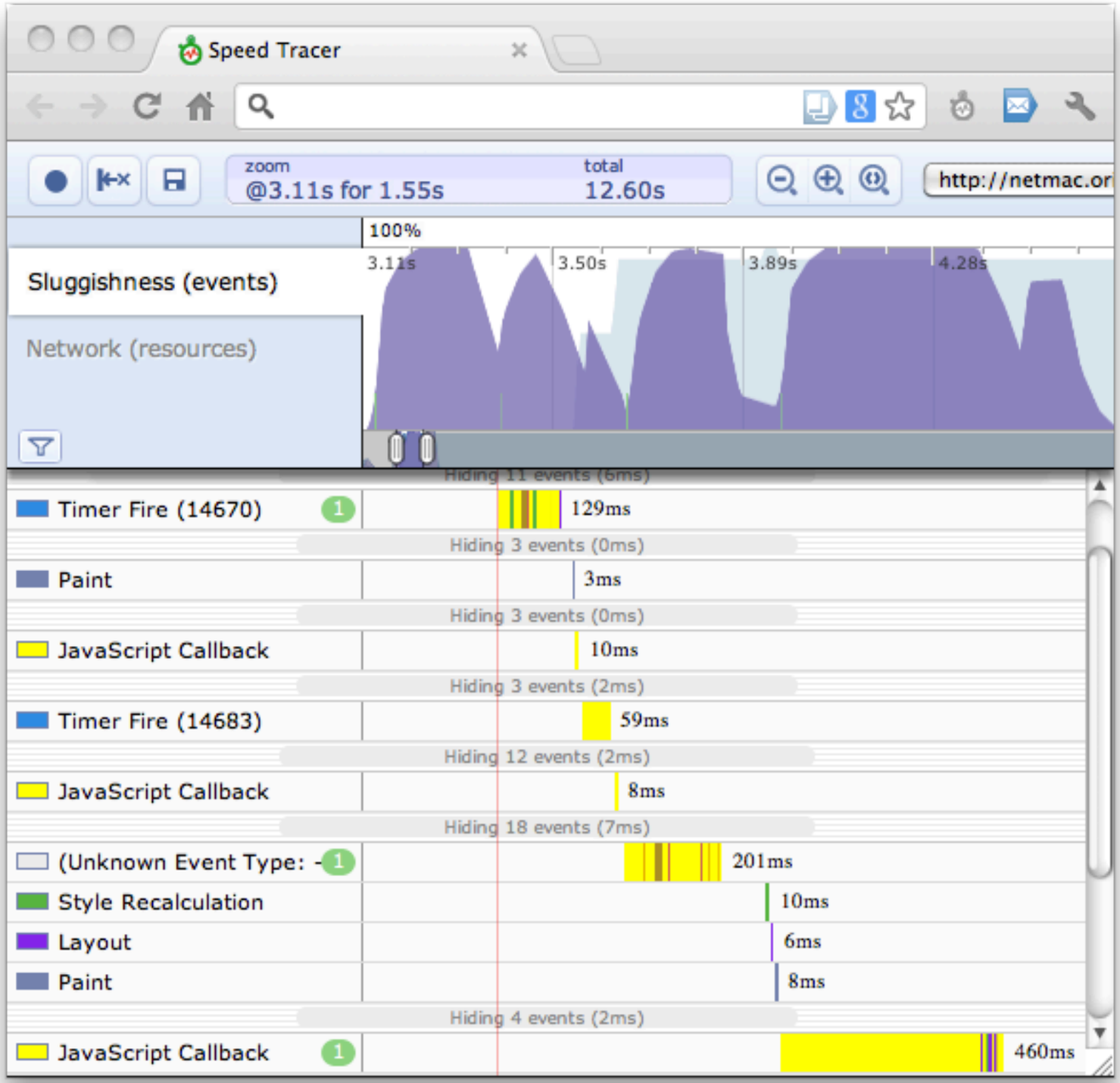


util.nodeSize

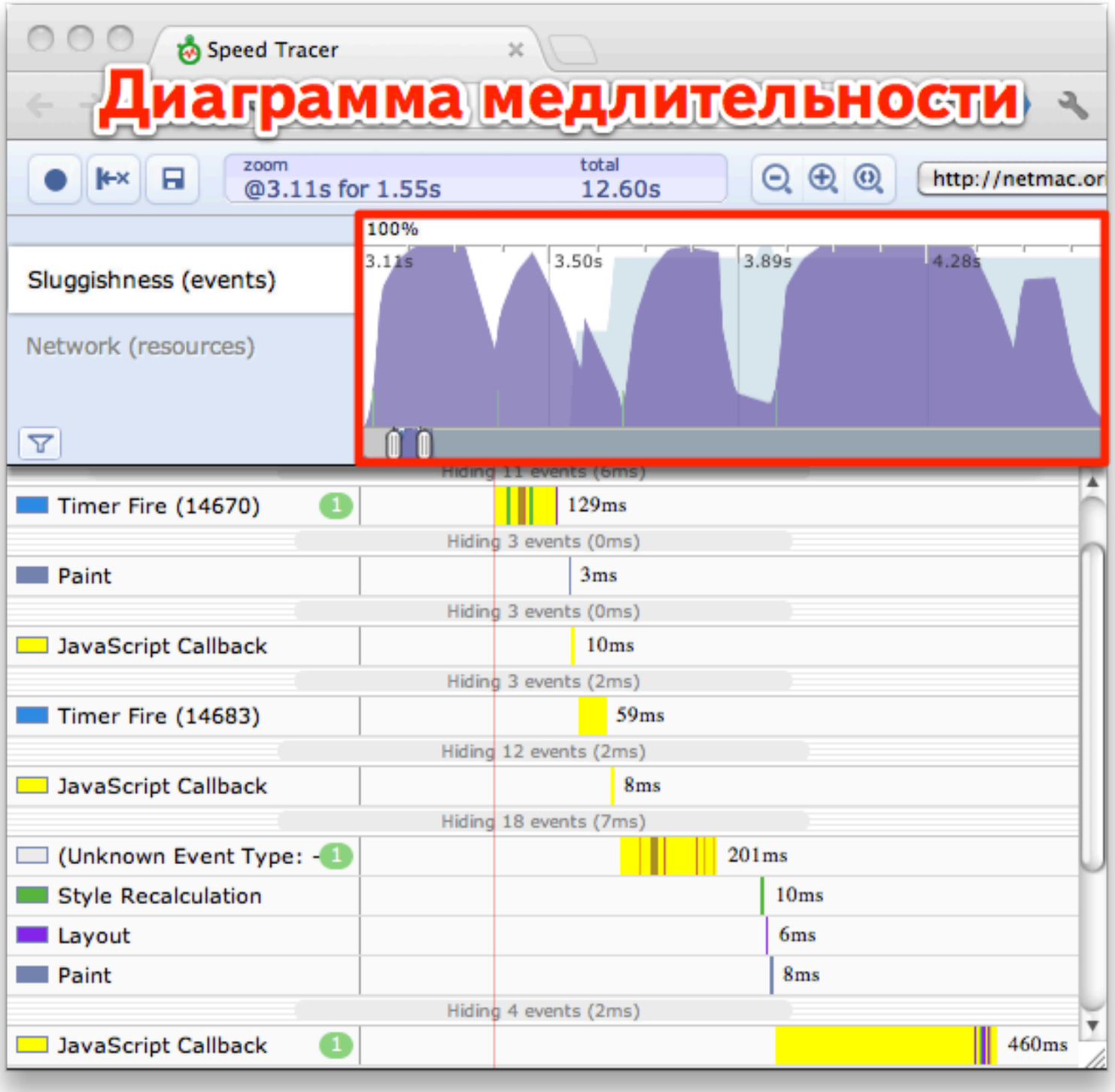
util.nodeSize
Много операций с DOM

→ **reflow**

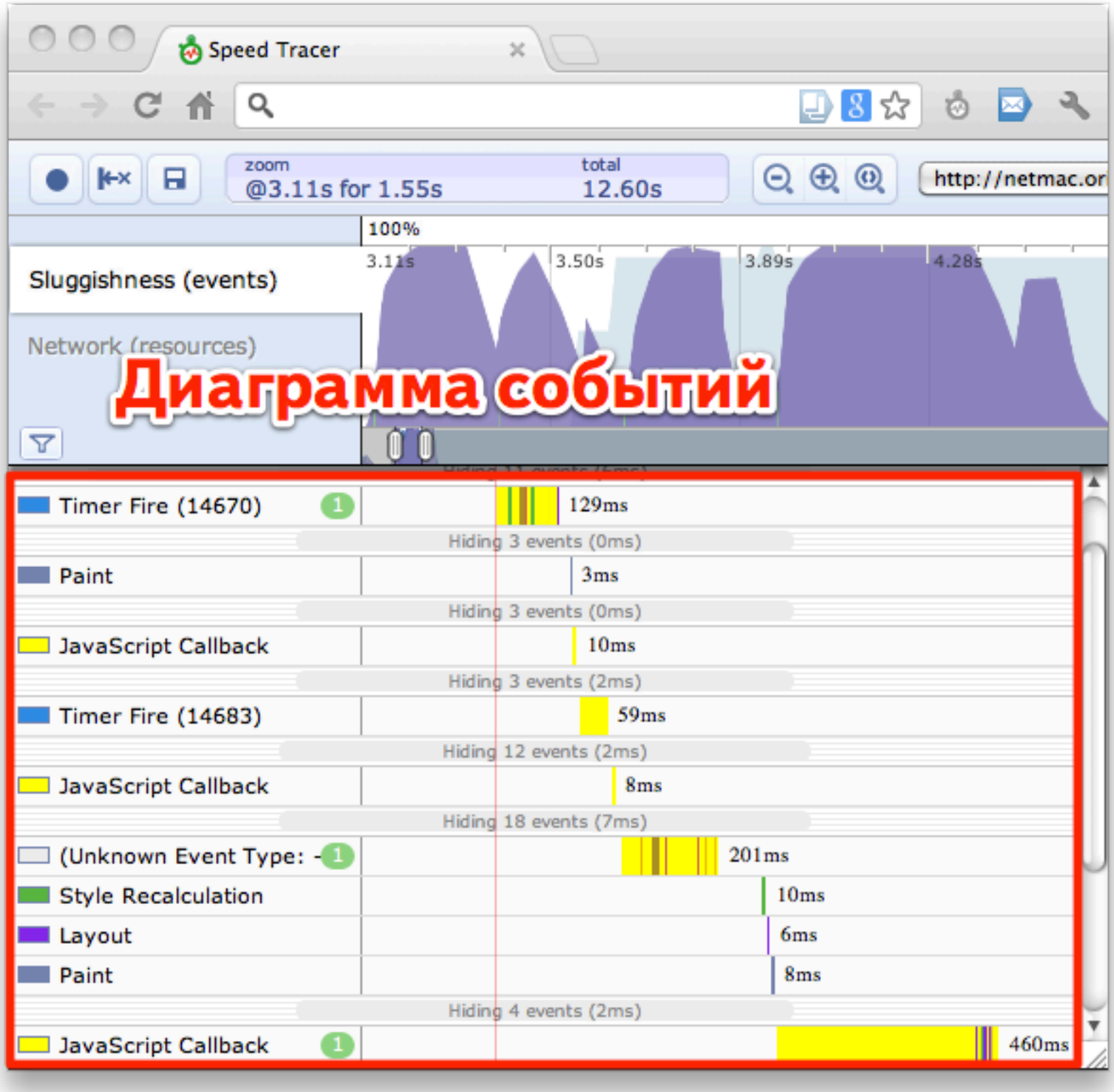
Speed Tracer (by Google)



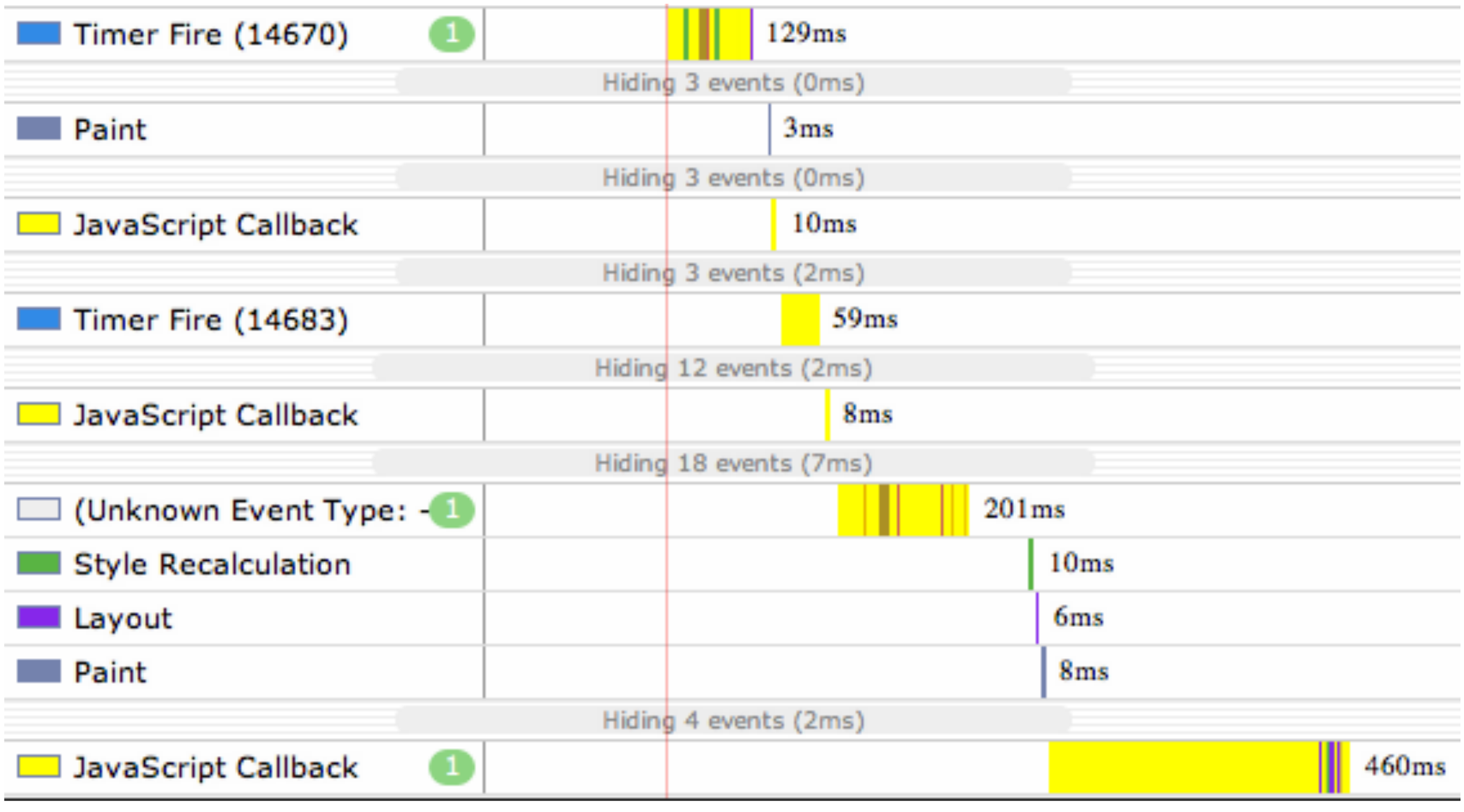
Speed Tracer (by Google)



Speed Tracer (by Google)



Speed Tracer (by Google)



Speed Tracer (by Google)

Timer Fire (14670) 1

129ms

1 Info

Long Duration Events : @3.39s - Event lasted: 129ms. Exceeded threshold: 100ms

Event Trace

Timer Fire (14670)
130.0ms (self 0.0ms)

JavaScript Callback
129.9ms (self 88.6ms)

Hiding short events.

Style Recalculation
9.2ms (self 9.2ms)

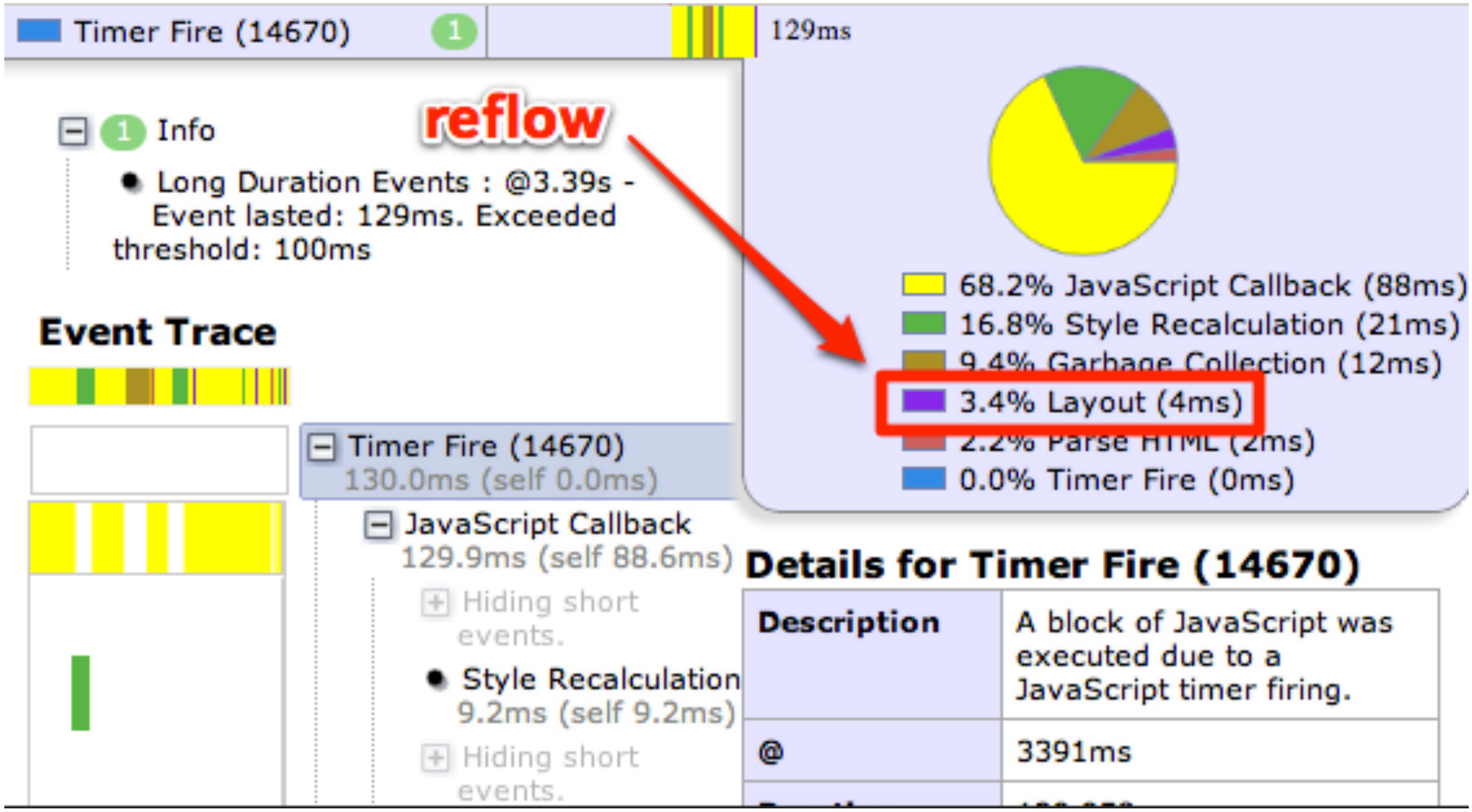
Hiding short events.

68.2% JavaScript Callback (88ms)
16.8% Style Recalculation (21ms)
9.4% Garbage Collection (12ms)
3.4% Layout (4ms)
2.2% Parse HTML (2ms)
0.0% Timer Fire (0ms)

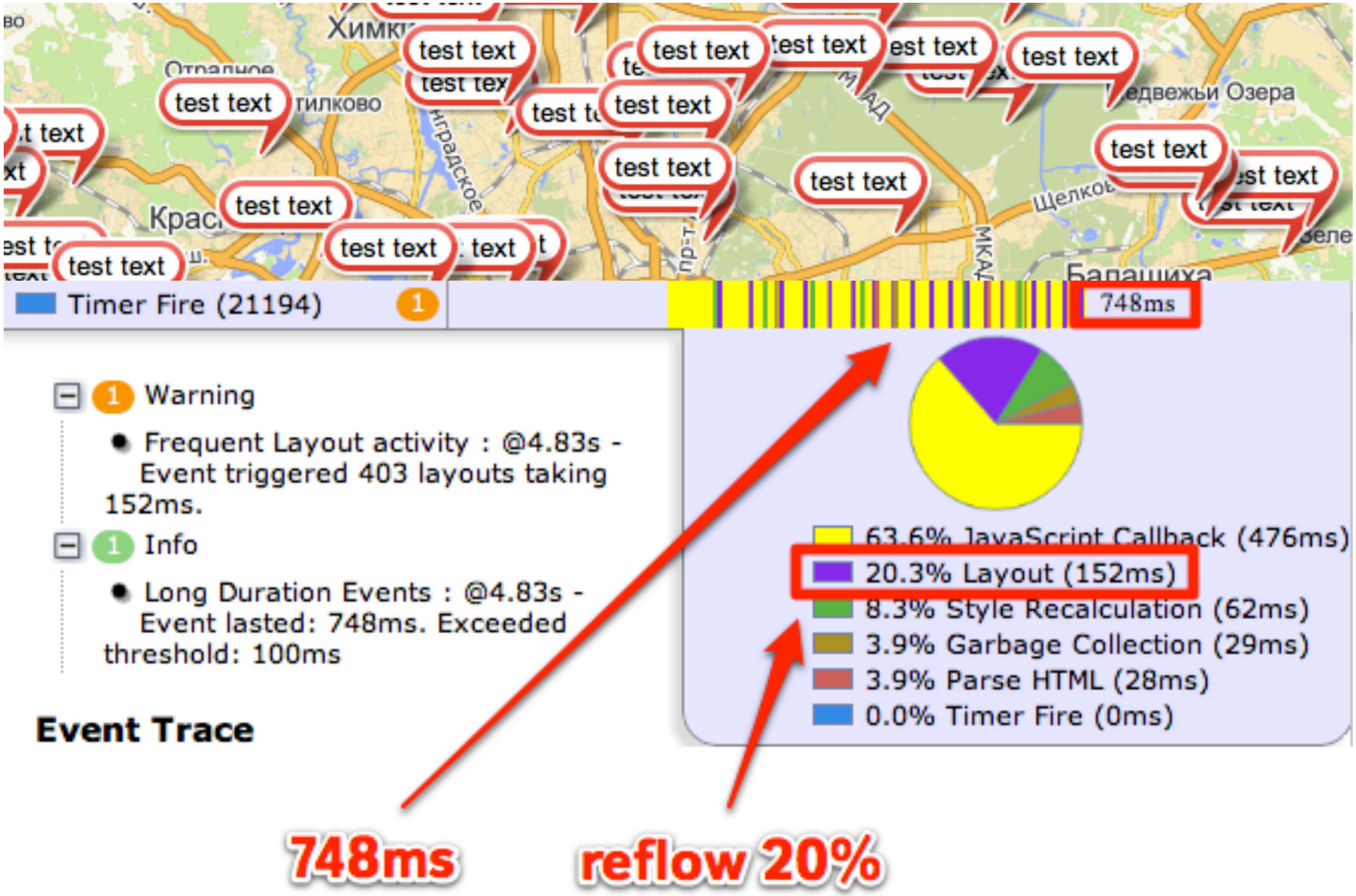
Details for Timer Fire (14670)

Description	A block of JavaScript was executed due to a JavaScript timer firing.
@	3391ms

Speed Tracer (by Google)



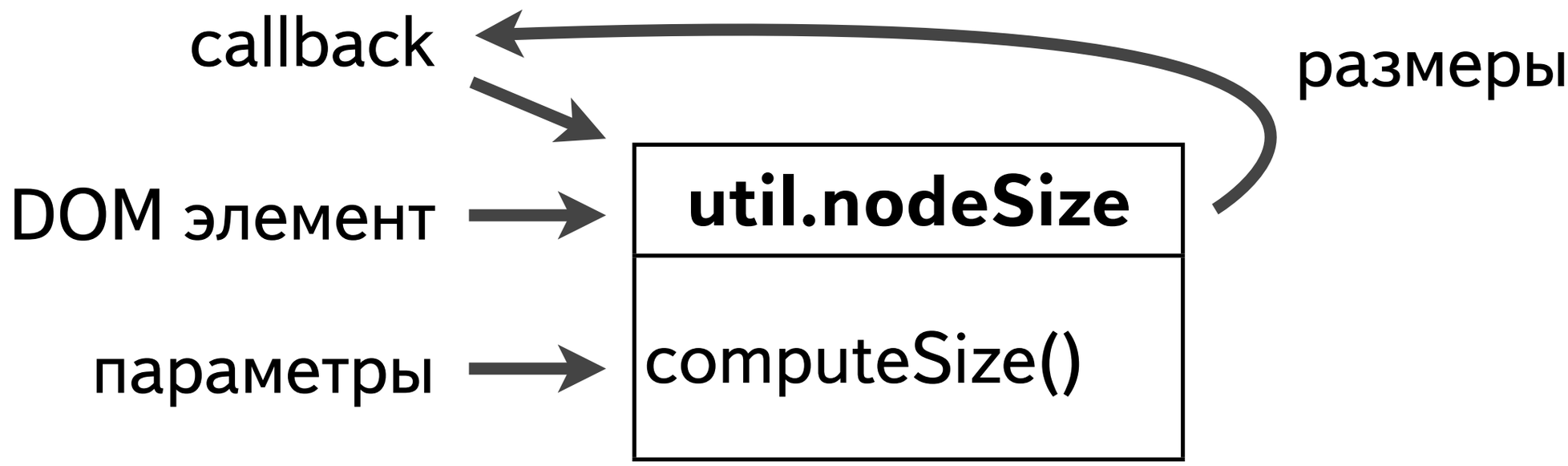
Добавление 100 меток с содержимым



Решение проблемы

Используем requestAnimationFrame API для оптимизации количества reflow

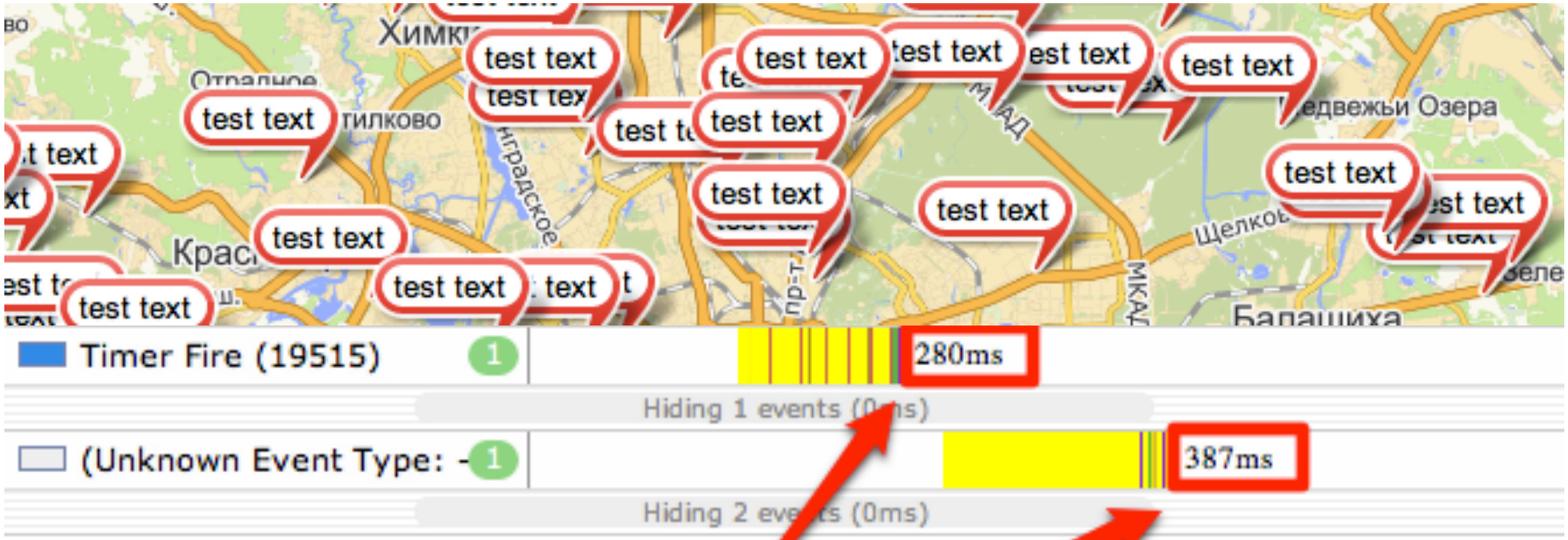
Асинхронный util.nodeSize



Асинхронный util.nodeSize

util.nodeSize
Отложенное выполнения расчетов для всех накопленных DOM элементов по requestAnimationFrame

Итог



суммарно 667ms, reflow 7%

Взаимодействие

Цель — интерфейс должен работать плавно и отзывчиво

Типичные проблемы

- Блокировки браузера из-за продолжительных действий
- Большое количество DOM элементов

Сценарии блокировок

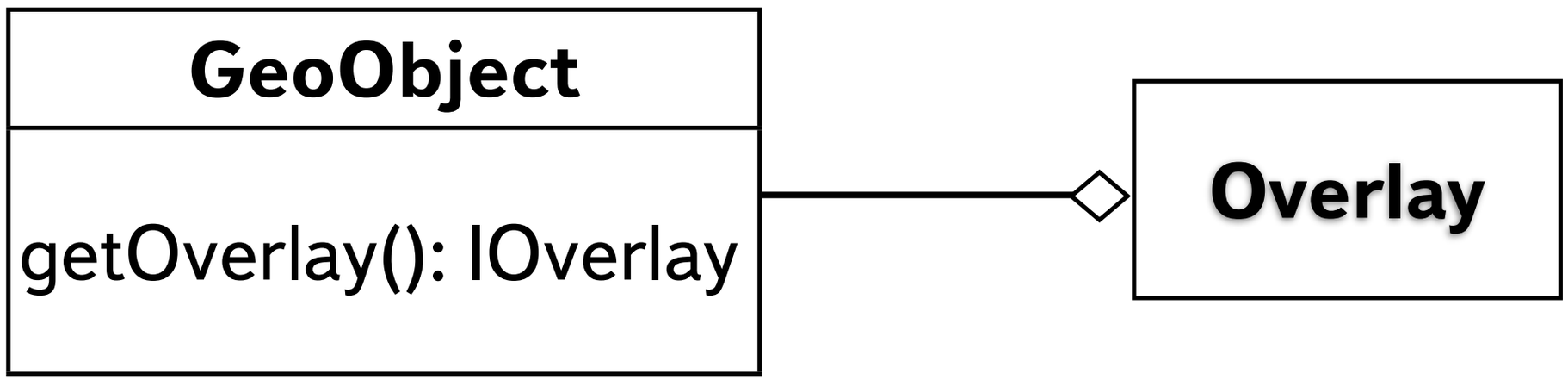
- Нужно выполнить слишом много действий за раз
- Нужно выполнять действия со слишком высокой частотой

Решения проблемы блокировок

- Чанкинг — выполнение большого объема действий по частям
- Фильтрация потока действий

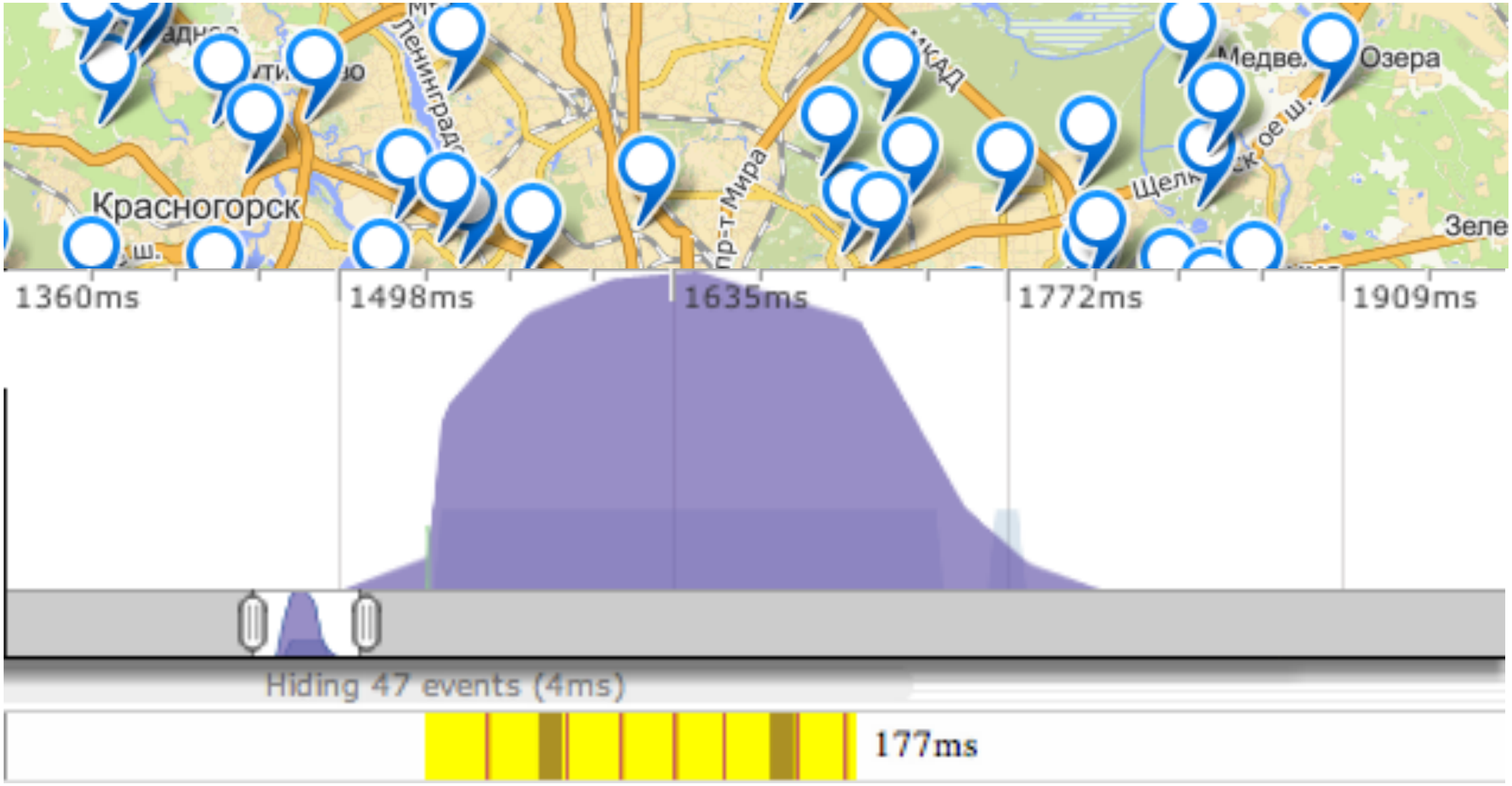
О чанкинге на примере создания отображений в геообъектах

Отображение геообъекта



- getOverlay — **синхронный** метод доступа к отображению
- создание отображения — дорогая операция

Синхронное создание отображений



Объект util.callbackChunker

util.callbackChunker
addCallback(): id removeCallback(id) forceCallback(id)

callback1
callback2
...
callbackN

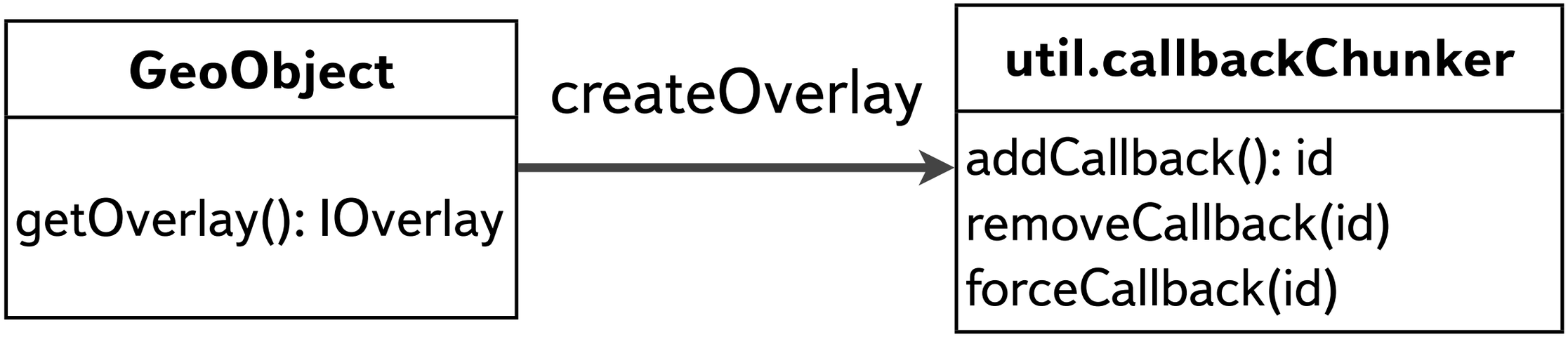
} 100ms

- Чанки выполняются по requestAnimationFrame
- Чанк не более 100мс

callbackN+1
callbackN+2
...
callbackM

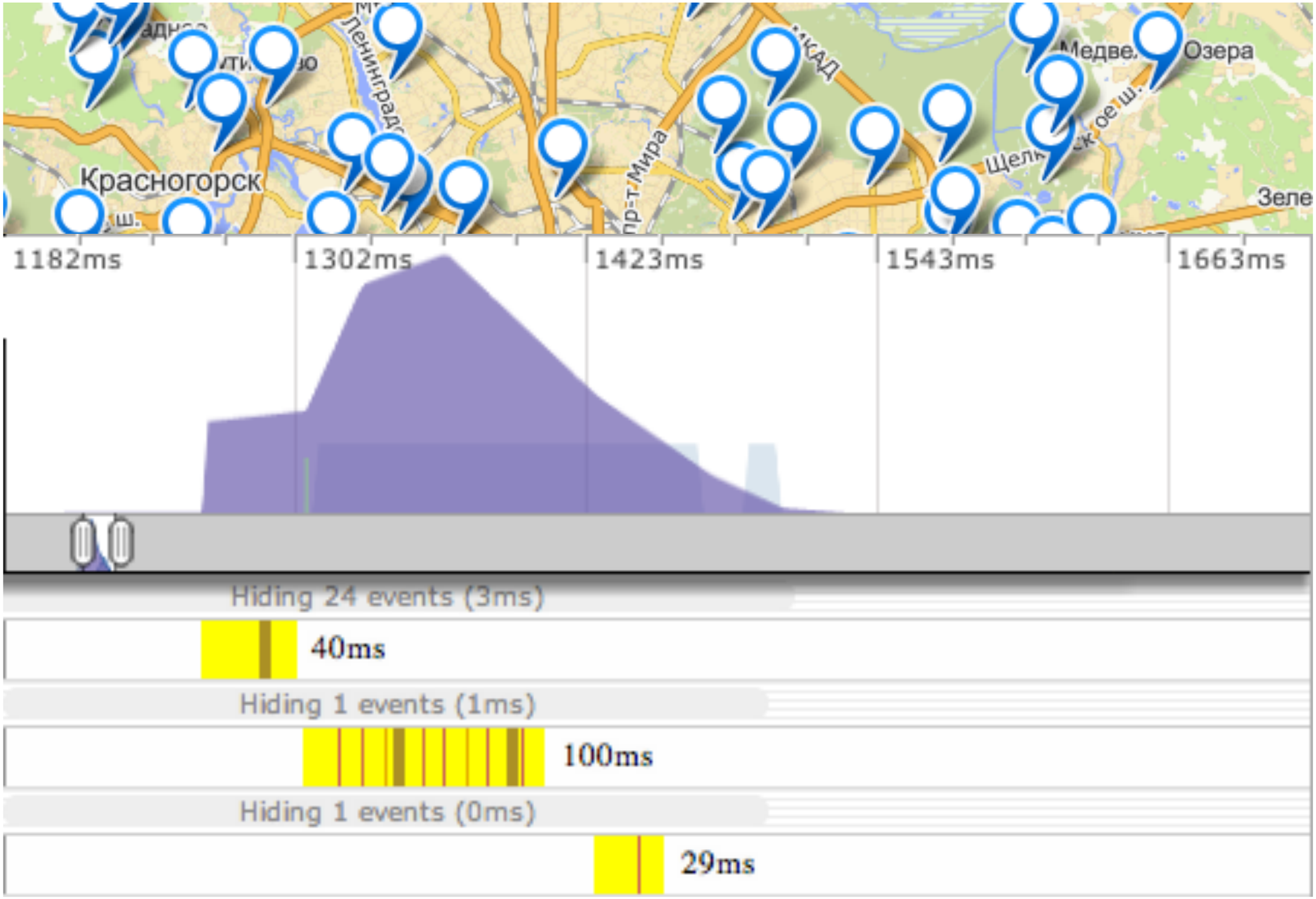
} 100ms

Асинхронное создание отображений



- Создаем отображения **асинхронно** сохранив **синхронный** интерфейс
- Если отображение стало не нужно — запрос можно удалить
- Если отображение запрошено раньше, чем создано — запрос можно форсировать

Асинхронное создание отображений

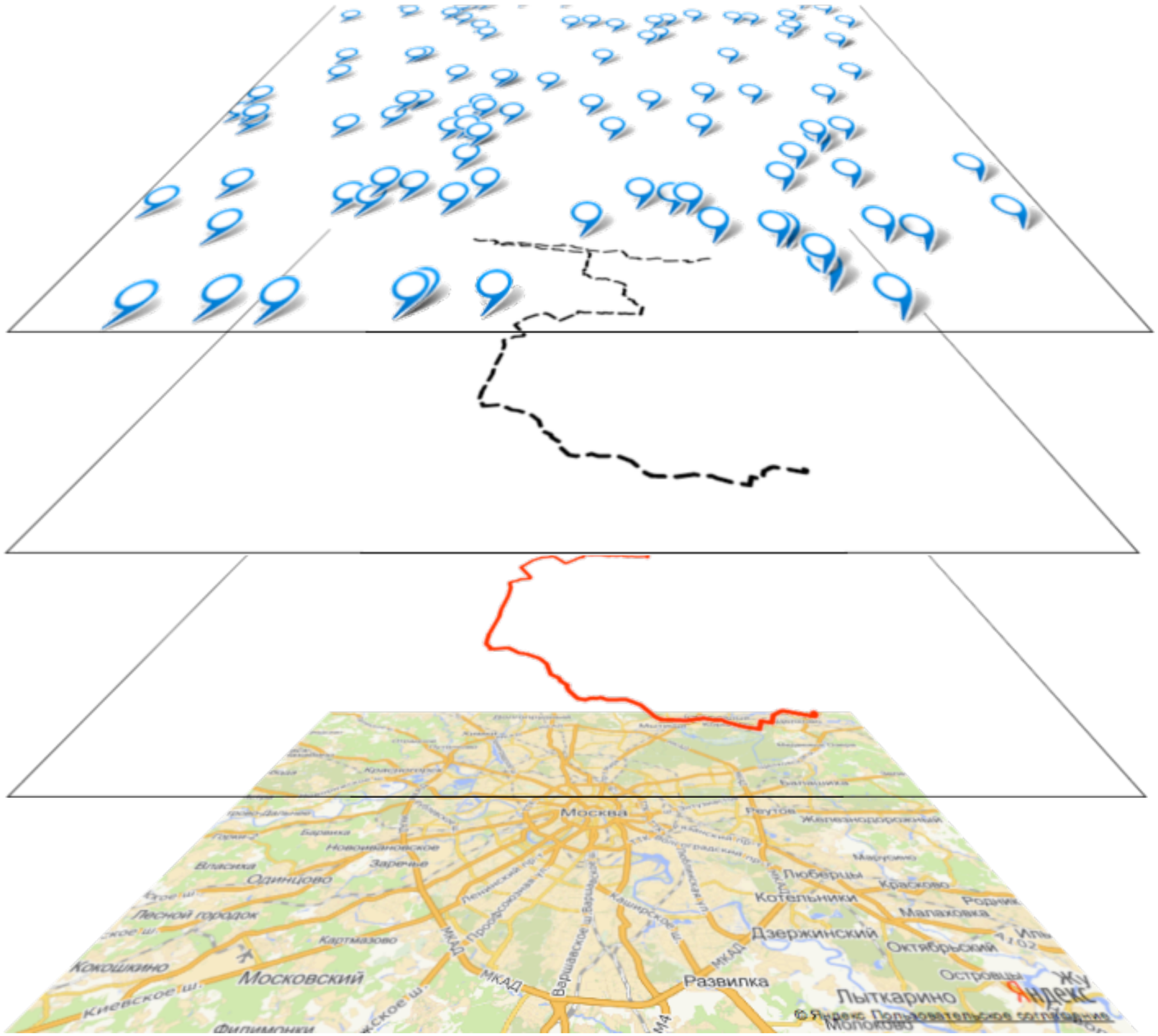


Использование canvas для отображения большого количества объектов

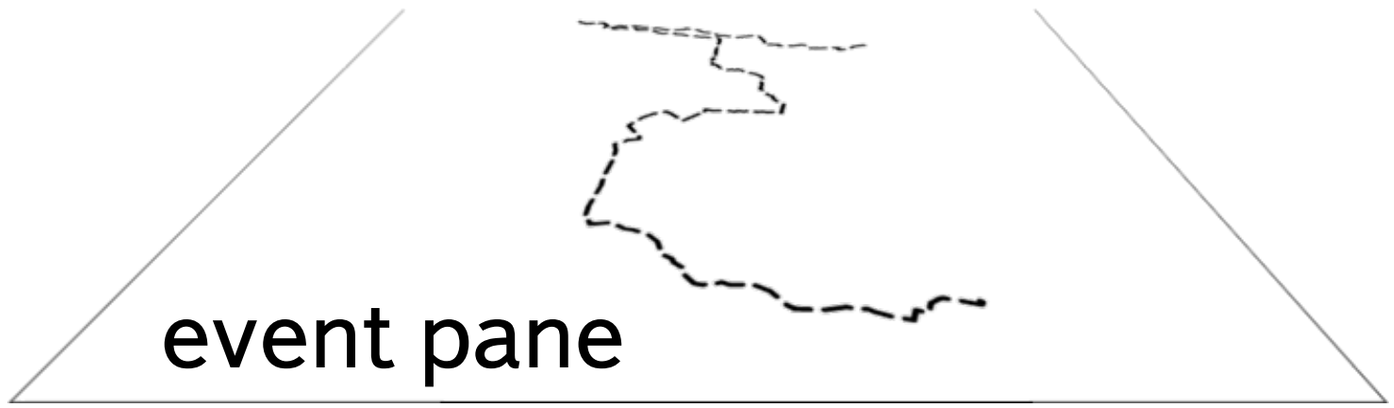
Технология Canvas

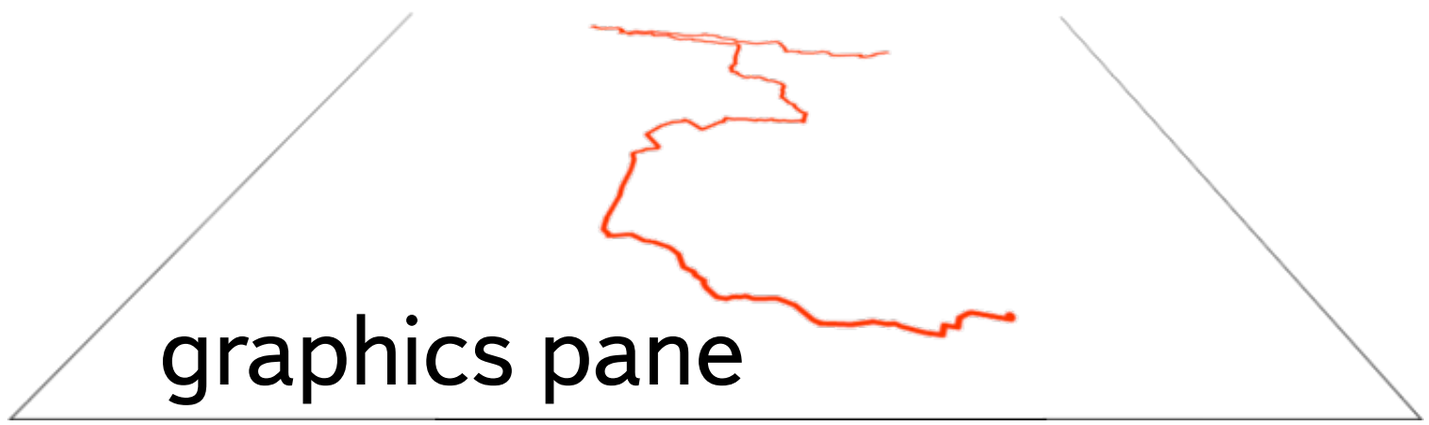
+ Быстрая работа с высокодетализированными данными
+ Возможность аппаратного ускорения
+ Позволяет оптимизировать вывод растровых изображений
+ Отображается при печати страницы
– Не интерактивен
– Большое потребление памяти

Контейнеры карты



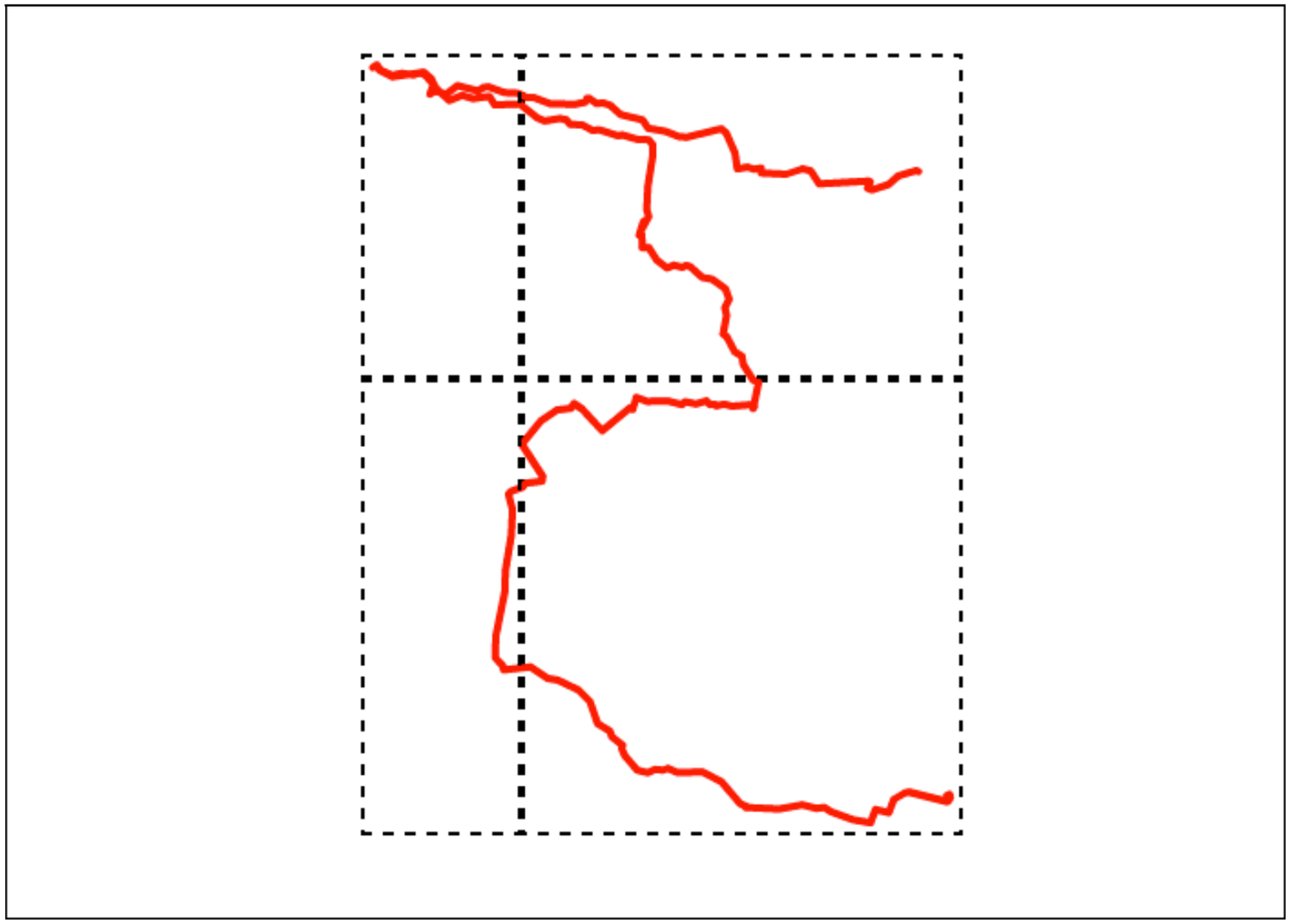
Контейнеры графической подсистемы





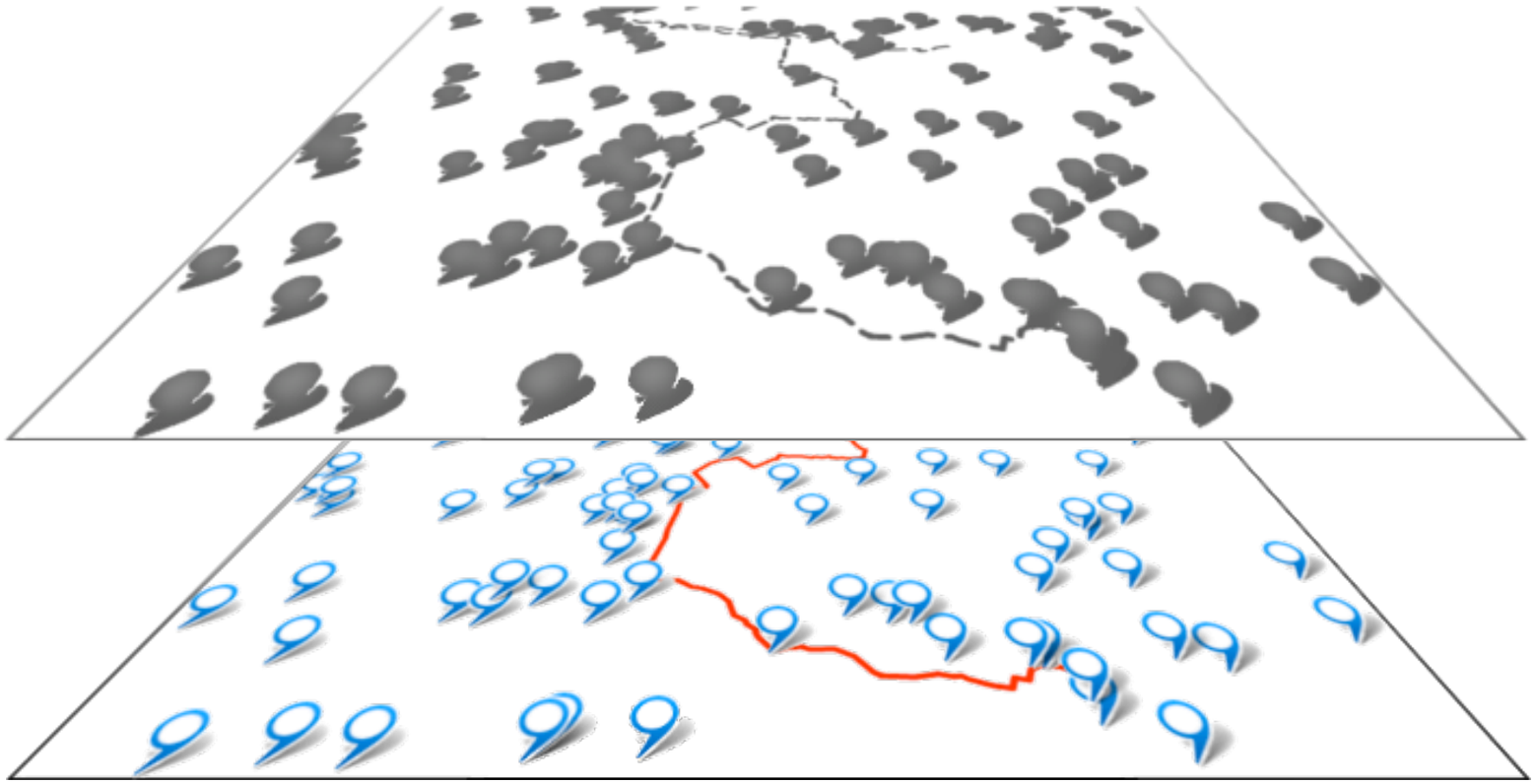
- event pane — контейнер событий, реализующий интерактивность с помощью активных областей
- graphics pane — контейнер графики

Потайловое отображение canvas



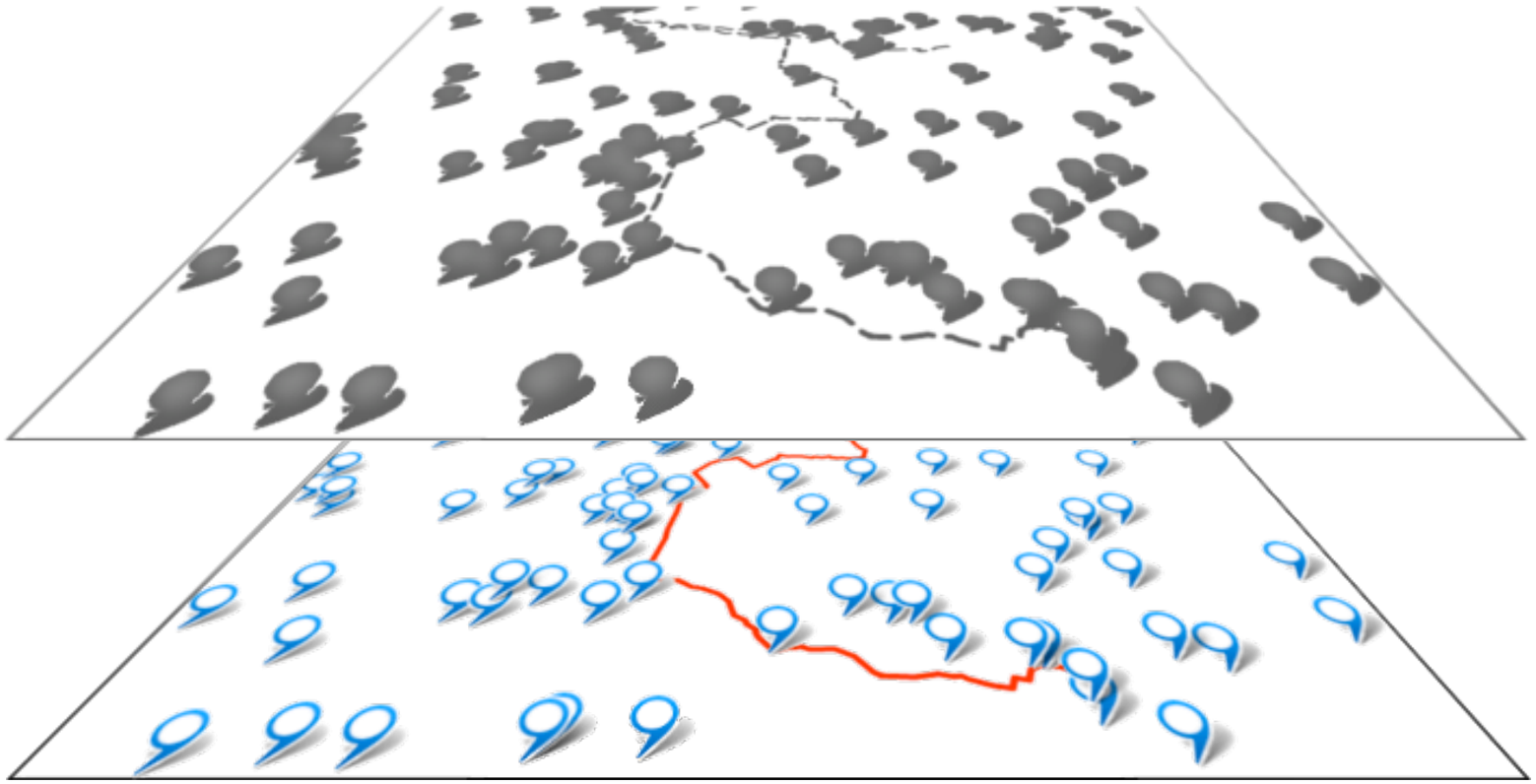
- Меньше потребляемой памяти
- Меньше перерисовок

Перенос отображения меток на canvas



```
myMap.geoObjects.add(new ymaps.Placemark([55, 37], {}, {
    preset: 'twirl#blueDotIcon',
    overlayFactory: 'default#interactiveGraphics'
}));
```

Перенос отображения меток на canvas



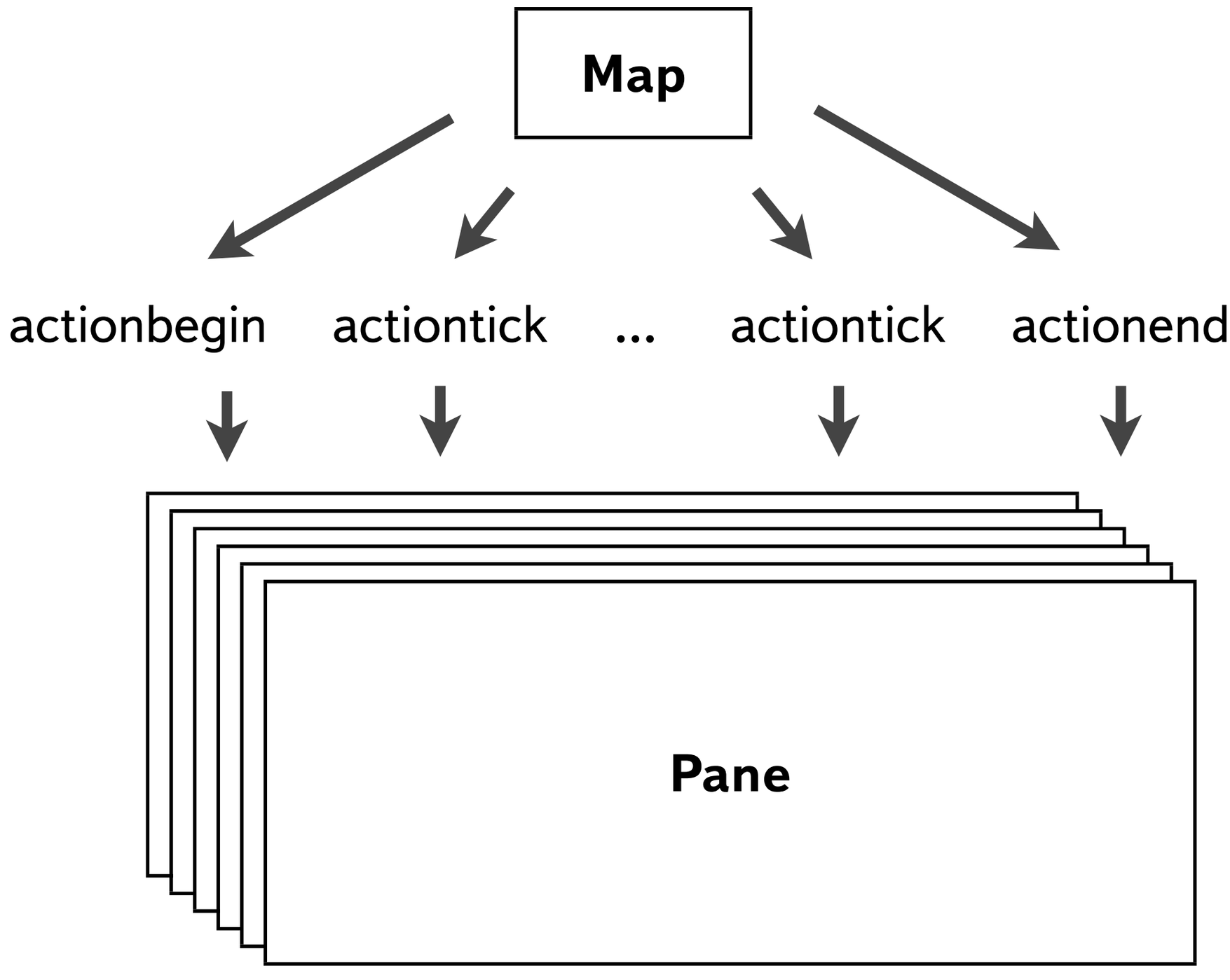
+ Позволяет отображать большее количество меток
– Работает не во всех браузерах

Использование css transition и css transform для повышения плавности анимации

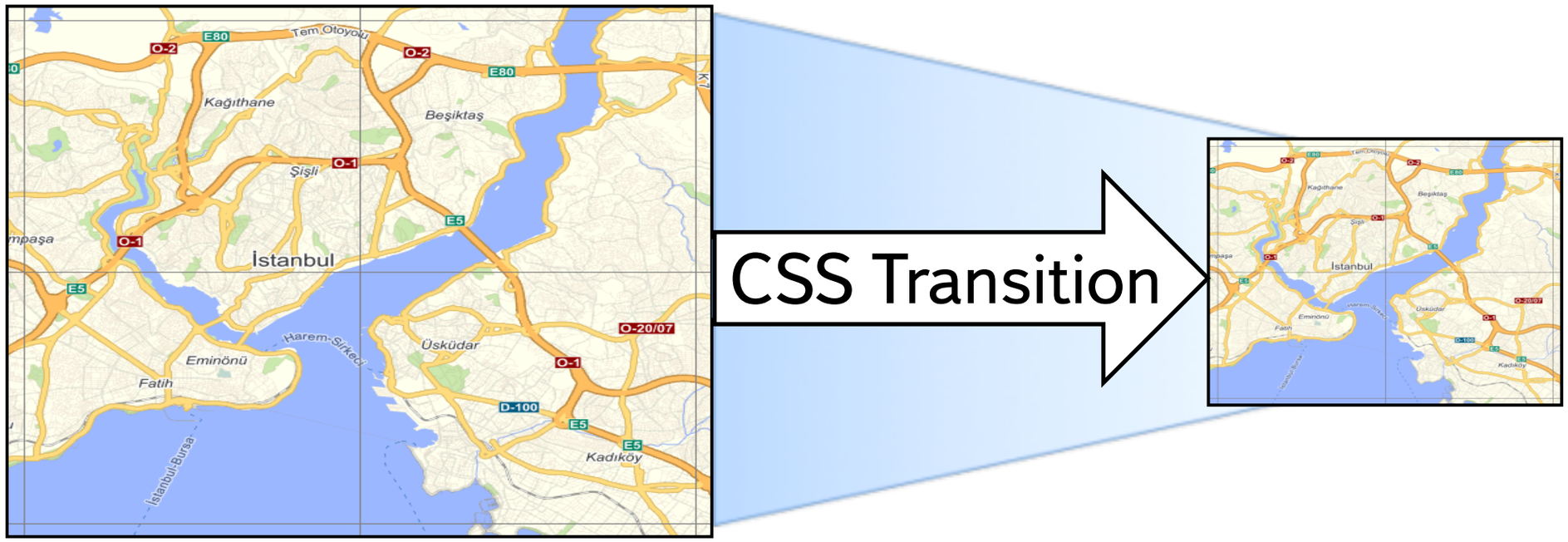
Css transition и css transform

- CSS Transition позволяет проводить анимацию максимально плавно
- CSS Transform **может** выполнять преобразования быстрее за счет аппаратного ускорения

Использование css transition



TransitionPane



Работает в браузерах, поддерживающих CSS Transition

StepwisePane

Работает там, где CSS Transition не поддерживается, или поддерживается плохо

Поддержка в браузерах

Браузер/платформа	Позиционирование	Анимация
Safari, iOS, Bada	transform3d	transform3d + transition
Firefox	top/left	transform3d + transition
Opera, Android	transform2d	transform2d + transition
IE9, Chrome	transform2d	Пошаговая
IE6-8	top/left	Пошаговая

Итого

- Думать о скорости нужно с самого начала, избегая при этом преждевременных оптимизаций.
- Постоянно отслеживайте показатели производительности и тщательно исследуйте возникающие проблемы, т.к. причины могут быть очень разные.
- Современные браузеры предоставляют новые возможности для повышения производительности. Используйте их!

Яндекс

Александр Чупахин

Руководитель группы
визуальных компонент API

+7 (495) 739-70-00 доб. 6445

netmac@yandex-team.ru
chalyu@yandex.ru

Спасибо