

Спутниковые навигационные системы Состояние и перспективы развития

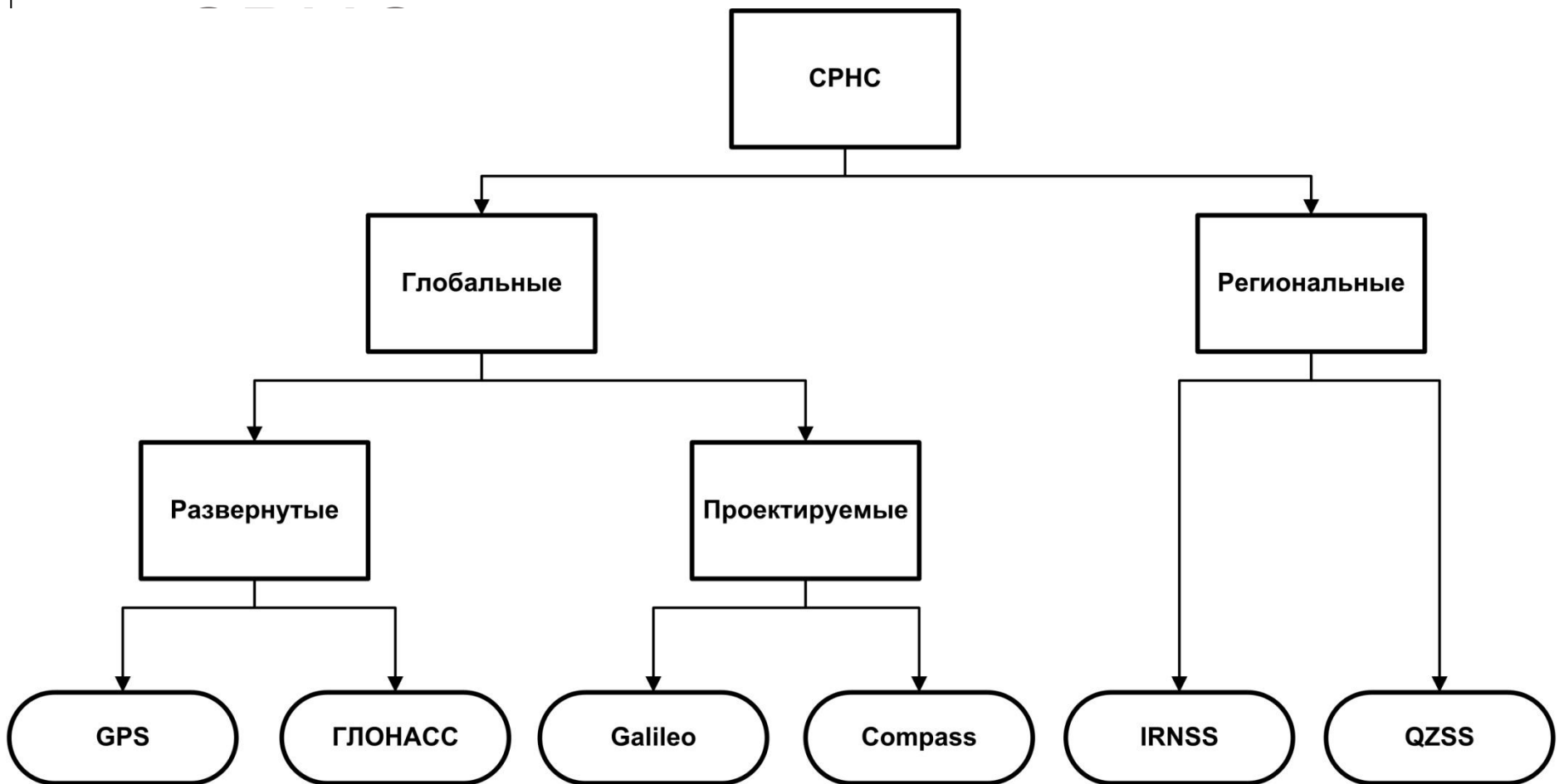
Николай Михайлов

Доклад в Академии навигации и
управления движением

1 июня 2011г

Состояние дел и перспективы в космосе

Развернутые и планируемые



[Courtesy of Logan Scott]

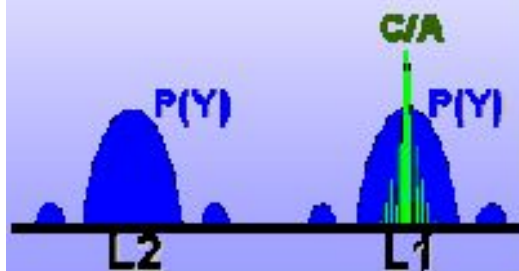
Modernization

Block IIA/IIR



IIA / IIR: Basic GPS

- C/A civil signal (L1C/A)
- Std Service, 16-24m SEP
- Precise Service, 16m SEP
 - L1 & L2 P(Y) nav



Block IIR-M, IIF

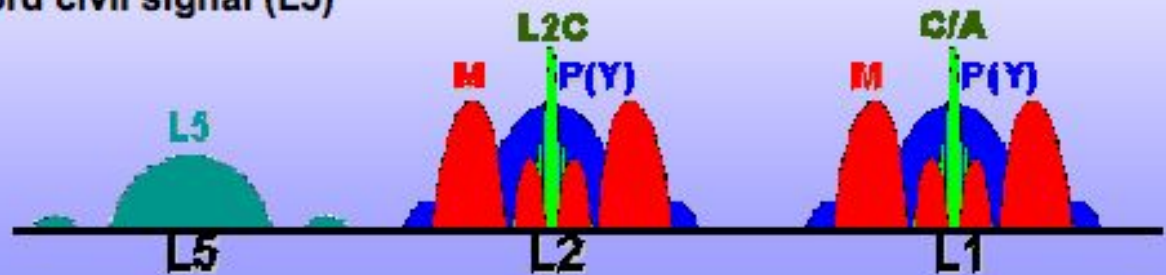


IIR-M: IIA/IIR capabilities &

- 2nd civil signal (L2C)
- New military code
- Flex A/J power (+7dB)

IIF: IIR-M capability plus

- 3rd civil signal (L5)



Block III

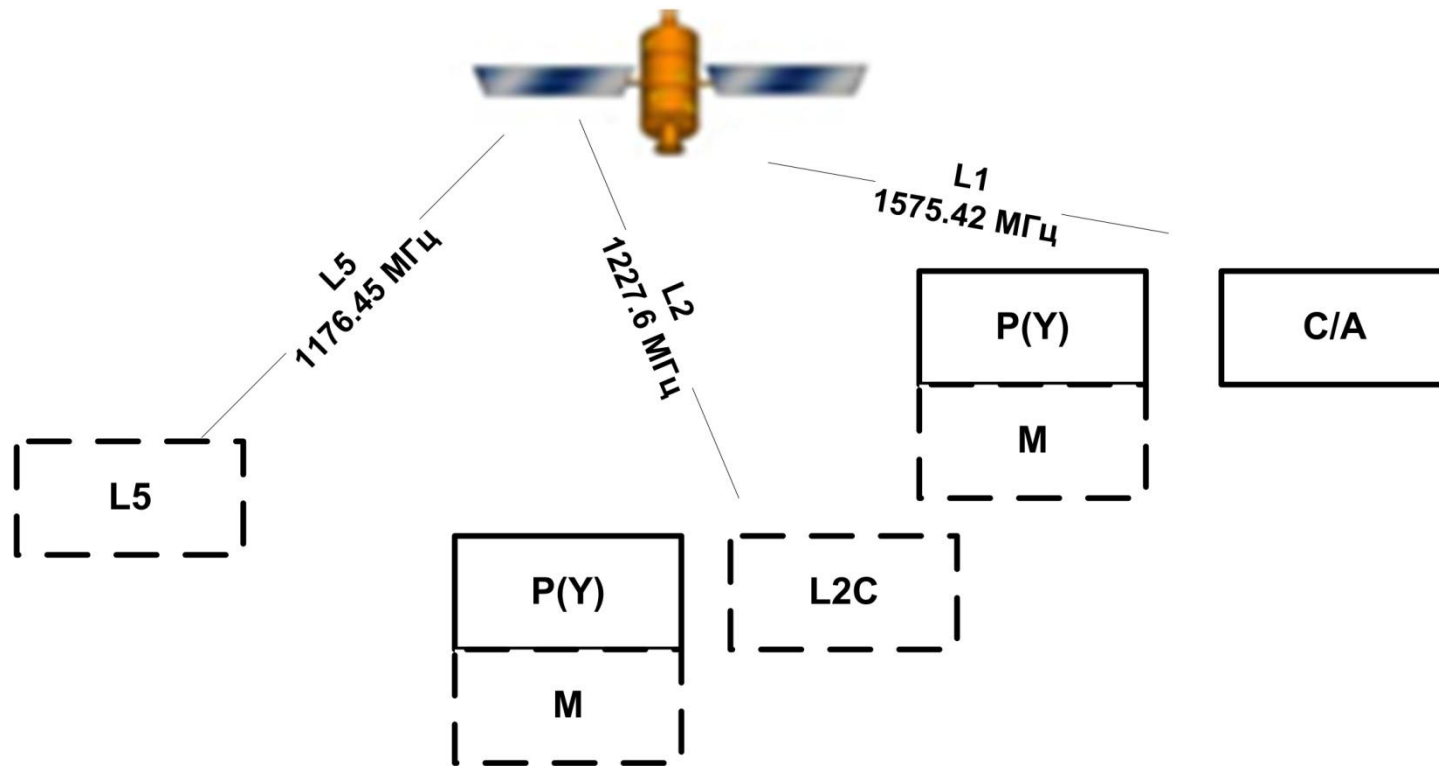


III: IIF capabilities &

- Improved civil signal (L1C)
- Increased accuracy (4.8-1.2m)
- Navigation surety
 - Increased A/J power (+20 dB)

GPS modernization balances military and civil needs

GPS сигналы в 2015 г



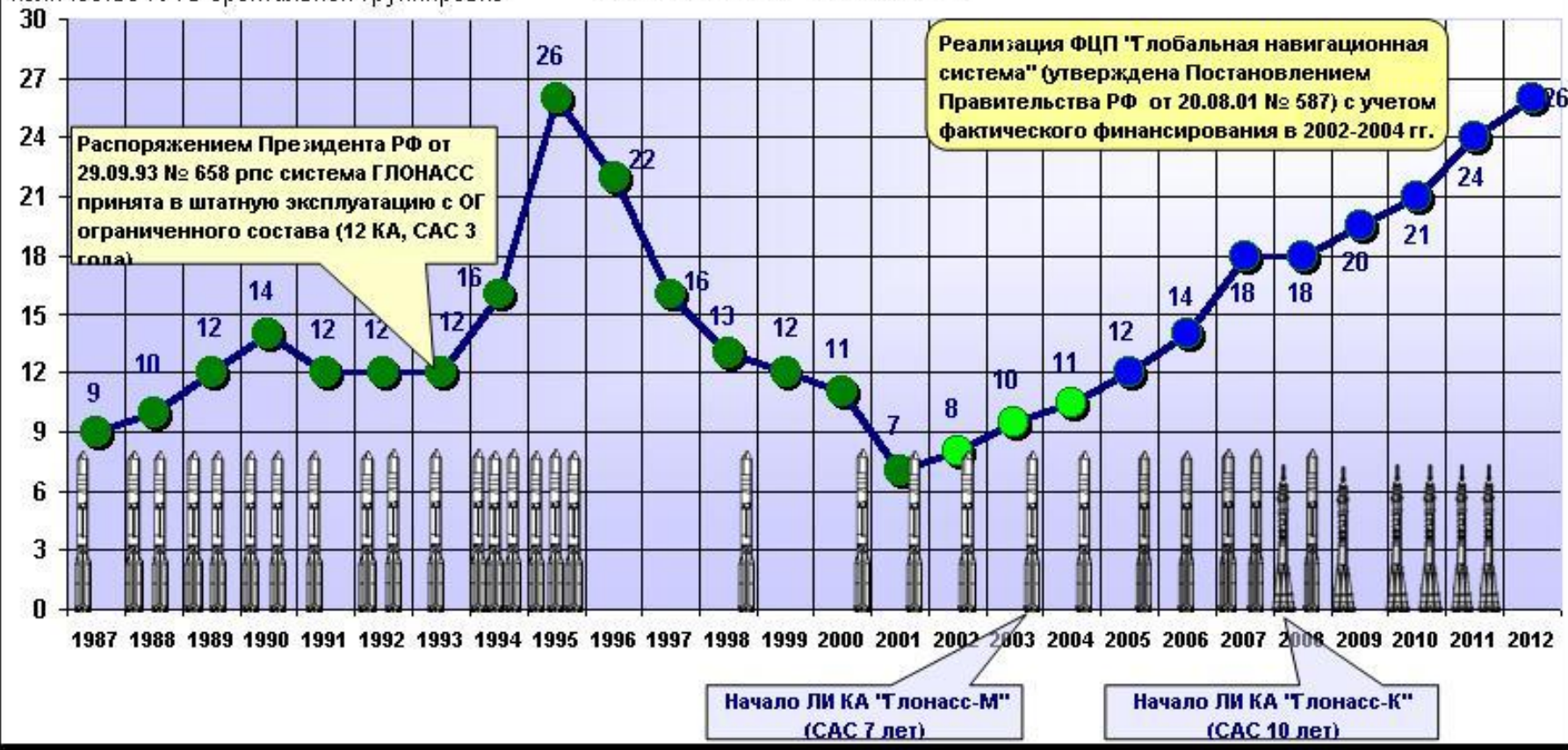
Преимущества для потребителя

- Избыточность измерений
- Вторая частота
 - Уменьшение ионосферной погрешности
 - Высокоточные местоопределения по фазе несущей
- Новые коды
 - Лучшее подавление многолучевости
 - Борьба с кросс-сигналами
 - Большая помехоустойчивость
- Новая структура навигационных данных
 - Сигнал без данных (pilot signal)
 - FEC – исправление ошибок методом упреждения
 - Поправка ШВ системы
- Для L5 ширина полосы $\times 10$ (20 МГц)

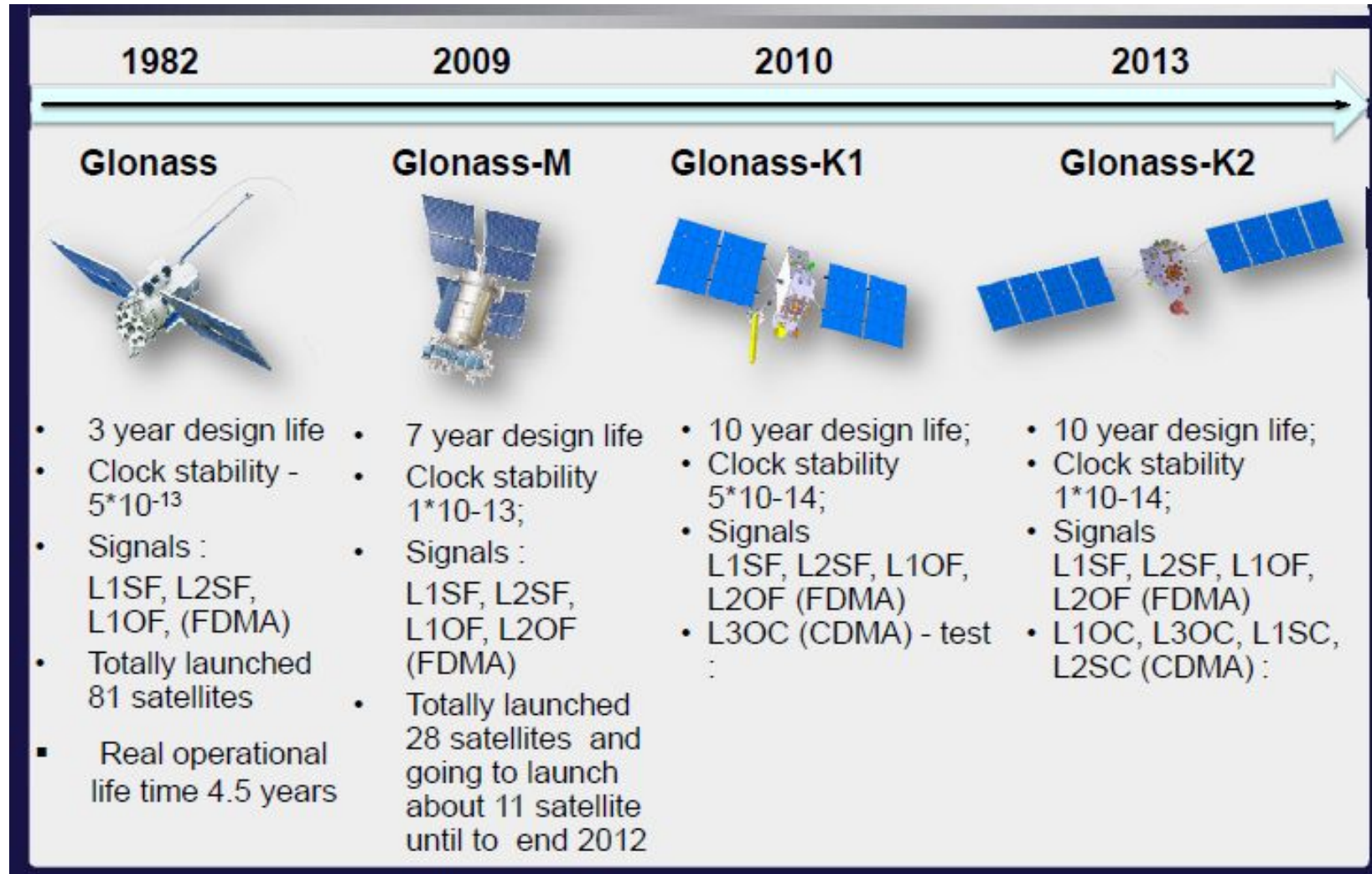
ГЛОНАСС – прошлое и настоящее

Программа развертывания орбитальной группировки системы ГЛОНАСС

количество КА в орбитальной группировке



Эволюция спутников ГЛОНАСС



ГЛОНАСС излучает CDMA

СМЕСЬ (1)



The direction of GLONASS navigation signals modernization

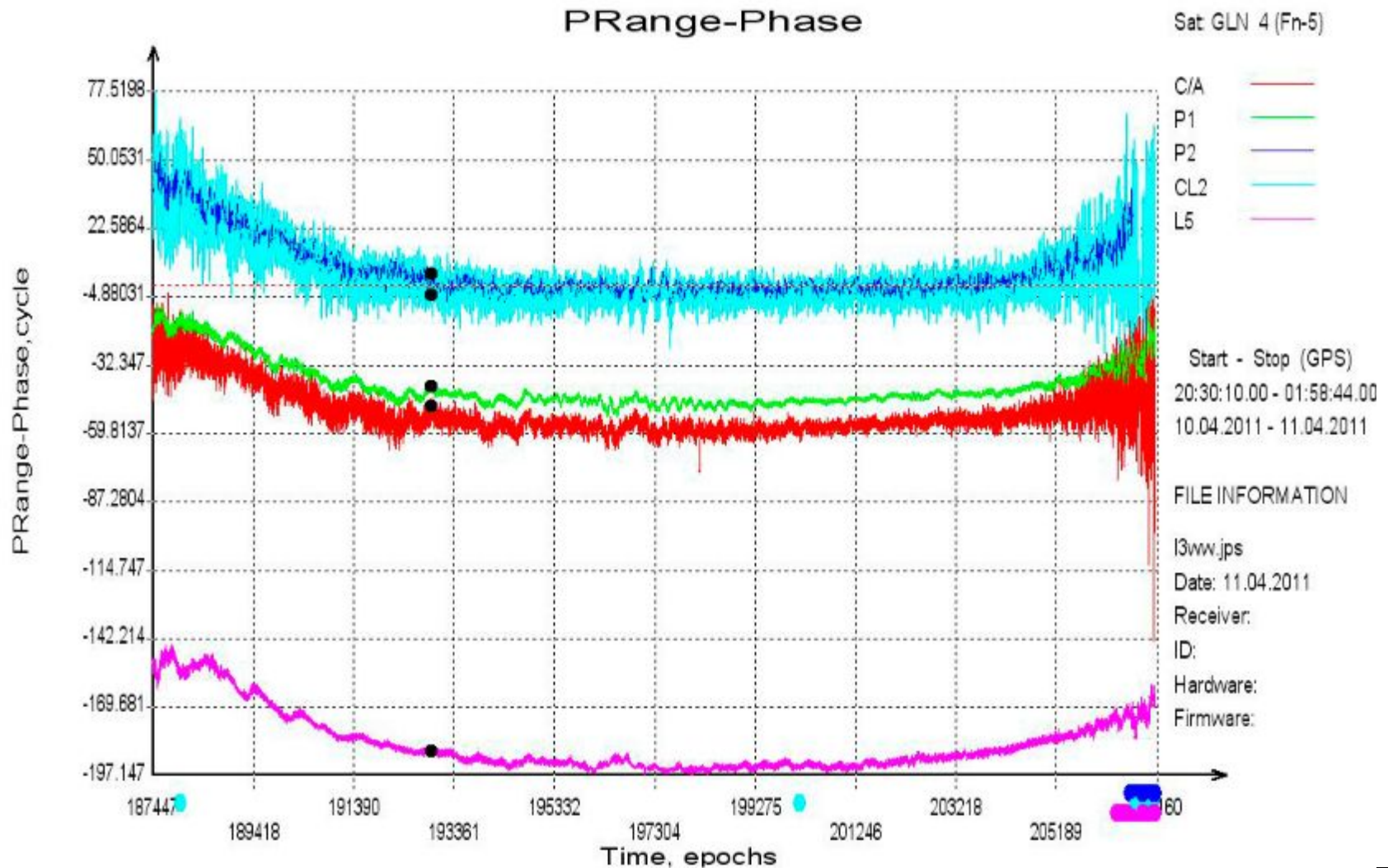


- Provide better potential accuracy for pseudorange and phase measurements
- Provide a better interference and multipath resistance of GLONASS signals
- Provide of greater interoperability with GPS and future GALILEO and other GNSS

Introduction of new CDMA signals since GLONASS-K deployment

Dawn of a New Era: First GLONASS CDMA Signal Tracked from Moscow (Updated)

April 12, 2011



Перспективы спутников



GLONASS signals modernization



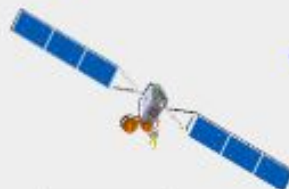
«Glonass»



«Glonass-M»



«Glonass-K1»



«Glonass-K2»



«Glonass-KM»

| L1 | L2 | L3 | L1, L2 | Future | Status |
|---------------|---------------|--------------|------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| L1OF, L1SF | L2OF, L2SF | - | - | | Done |
| L1OF, L1SF | L2OF, L2SF | - | - | | Done |
| L1OF, L1SF | L2OF, L2SF | L3OC test | - | | From first test sat (2010 r.) |
| L1OF, L1SF | L2OF, L2SF | L3OC | L1OC, L1SC, L2SC | | From #3 sat Glonass-K |
| L1OF, L1SF | L2OF, L2SF | L3OC | L1OC, L1SC, L2SC | L3SC, L1OCM, L2OC, L5OC | Under developm. After 2015 r. |



FDMA signals



CDMA signals

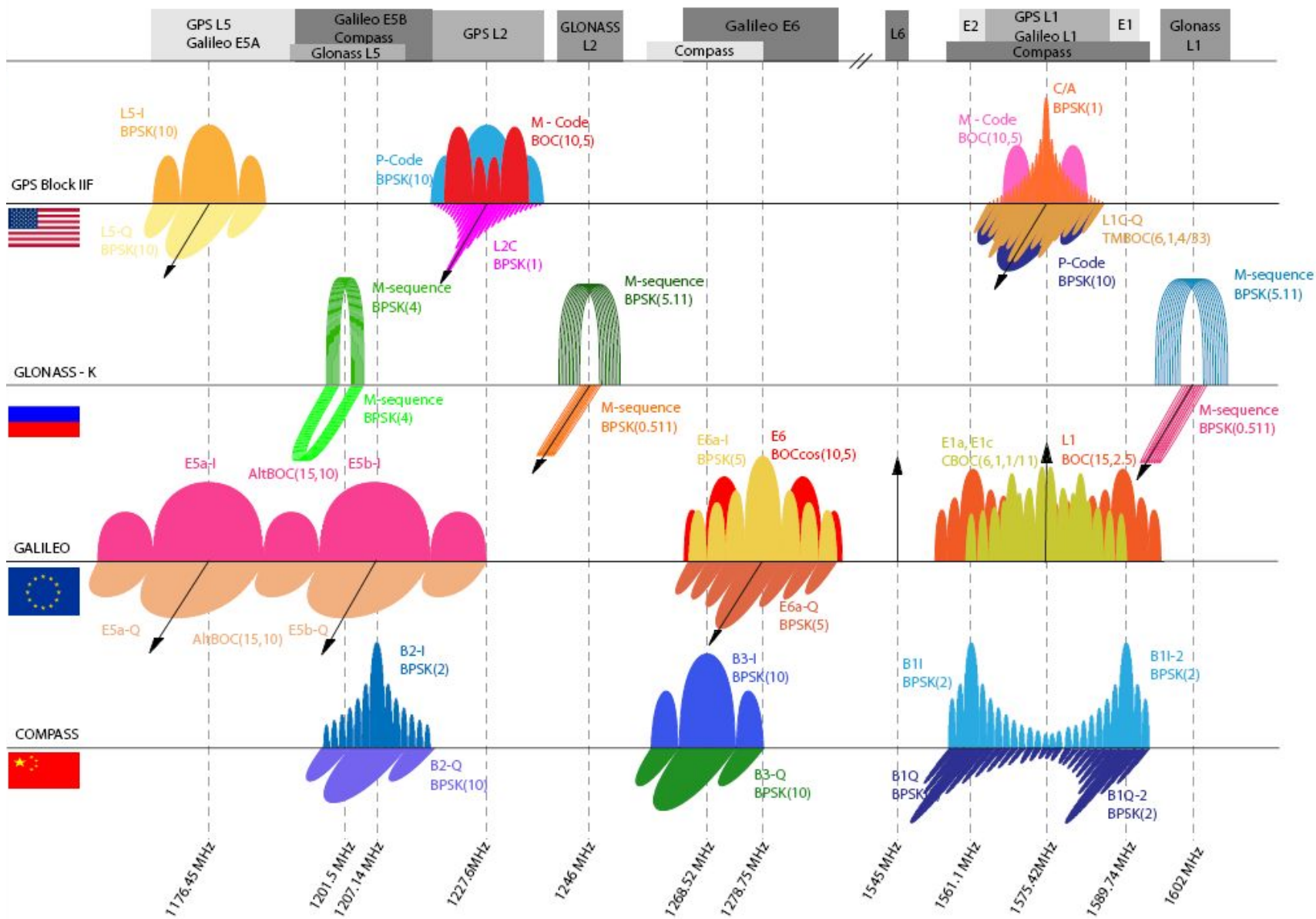
Galileo и Compass

- Особенности Galileo
 - Идущие за нами знают больше
 - Новая бизнес-модель – частно-государственное партнерство
 - «Базовый» сервис и платные сервисы
 - Интернациональный проект
 - Европейский проект
- Особенности Compass

Итого

ARNS DME/TACAN

ARNS 1559-1610



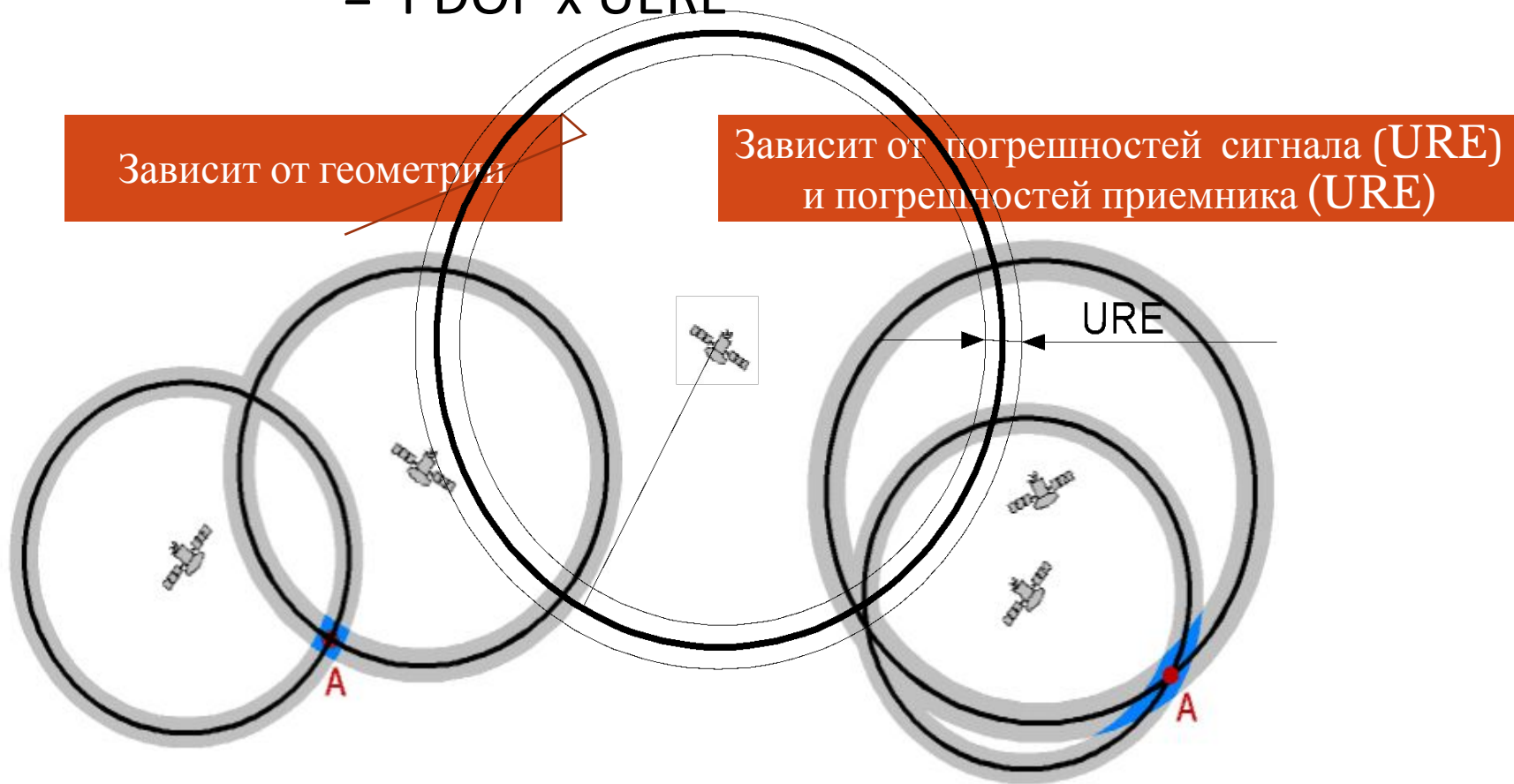
В каком случае и 100 спутников не помогут?



Роль ГЛОНАСС на коммерческом рынке

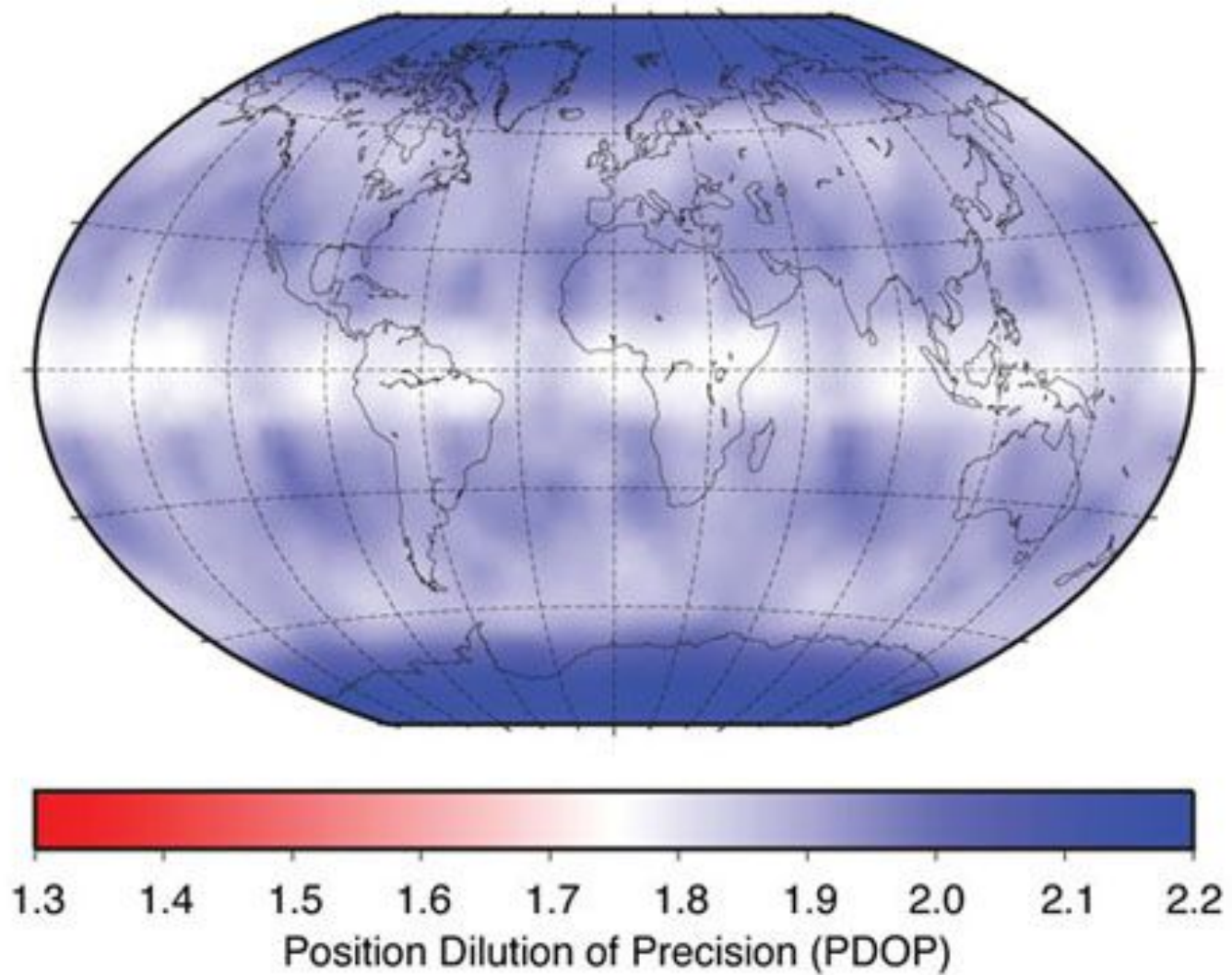
Две составляющие погрешности

- Погрешность определения местоположения =
= PDOP x UERE



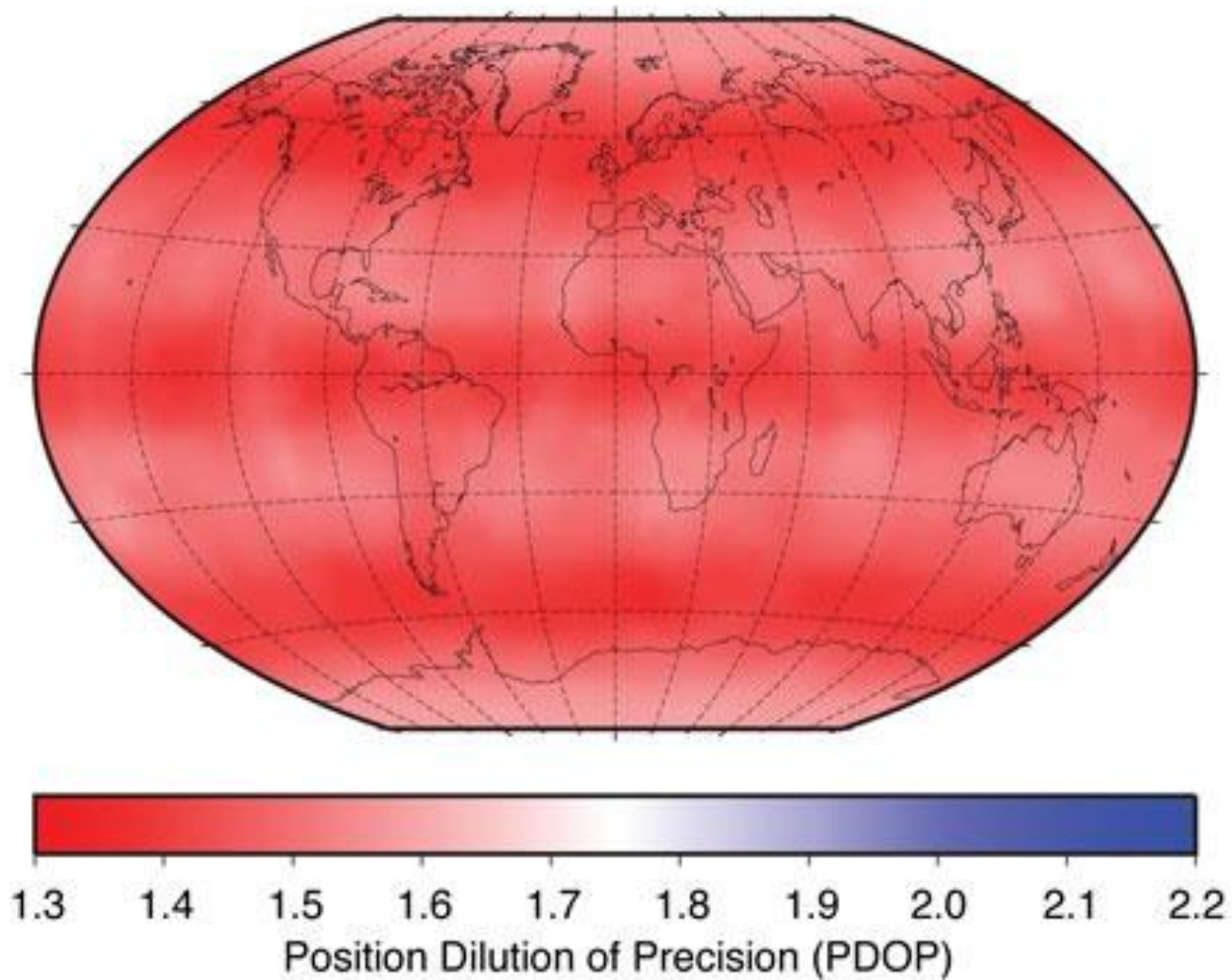
Геометрия GPS

GPS-only (32 SV)



Геометрия GPS+ГЛОНАСС

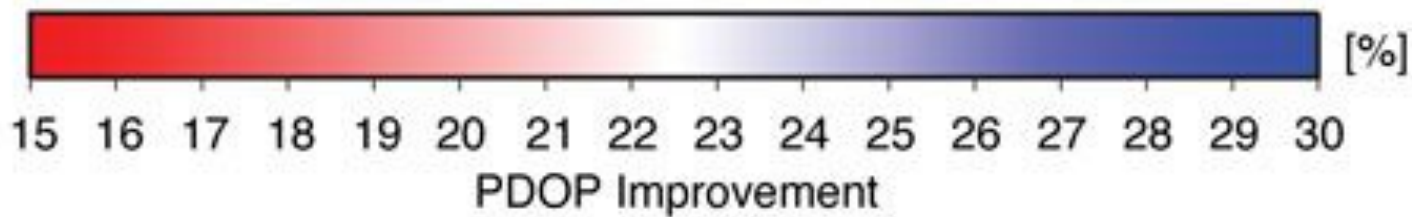
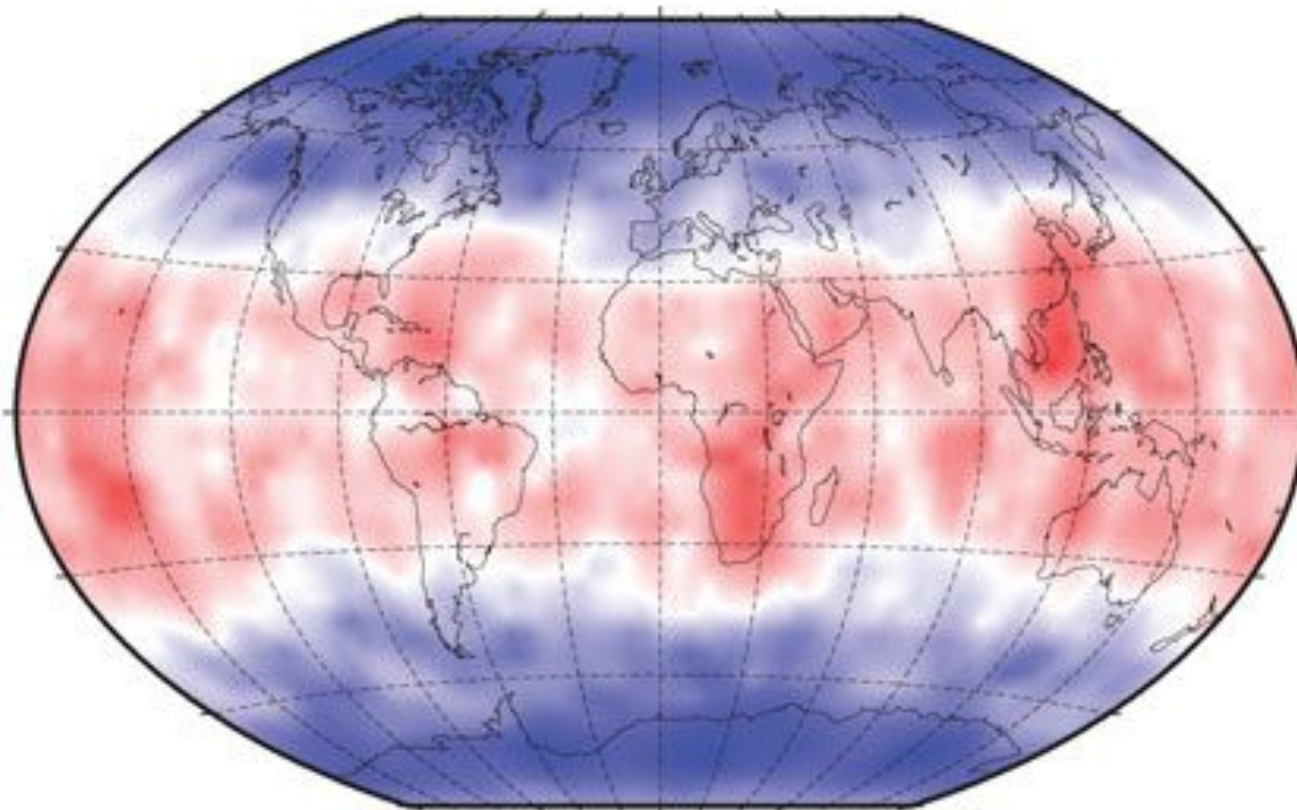
GPS+GLONASS (51 SV)



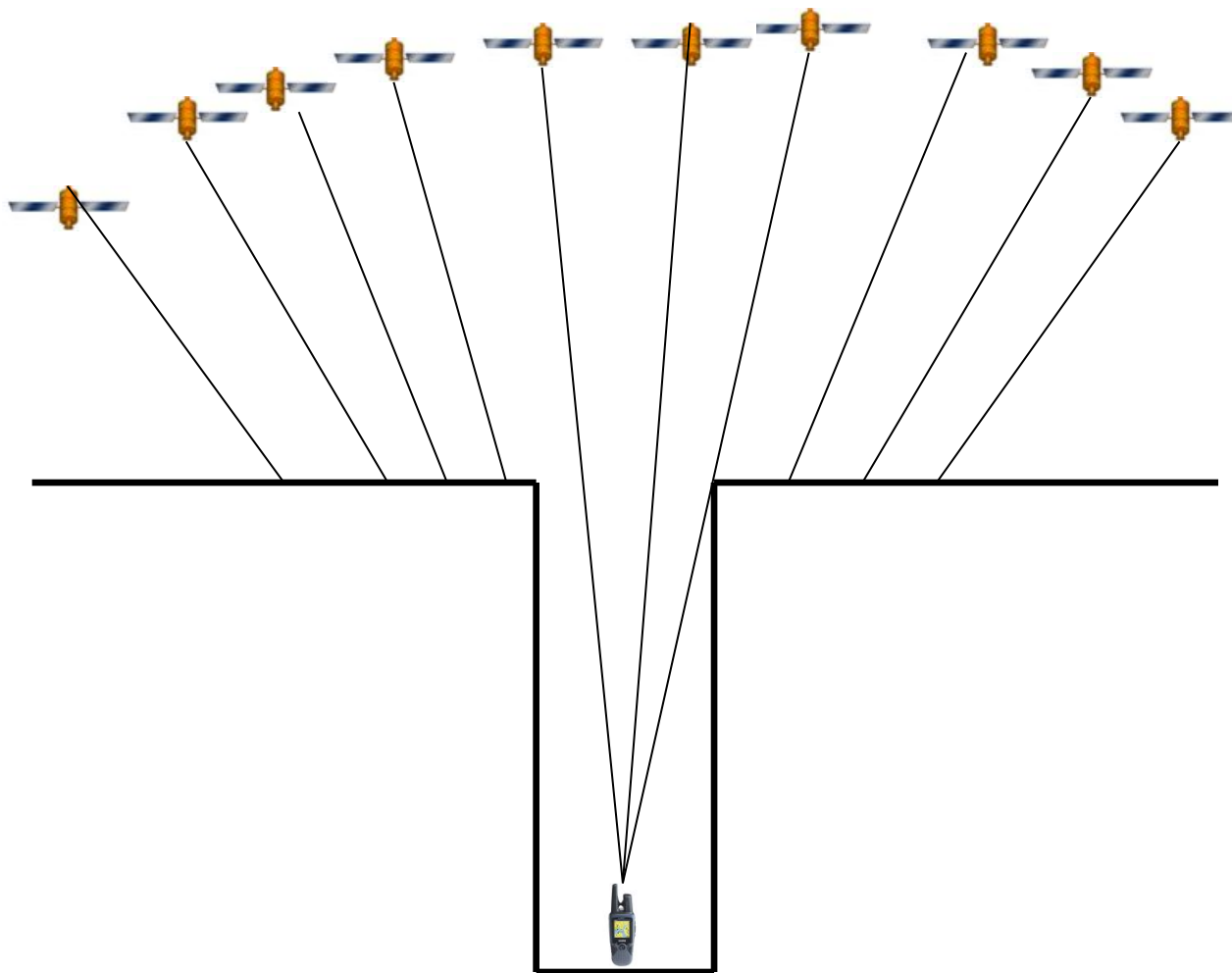
Улучшение геометрии за счет

Г

GPS+GLONASS (51 SV) vs. GPS-only (32 SV)



Городской каньон



Мультисистемный приемник в городском каньоне

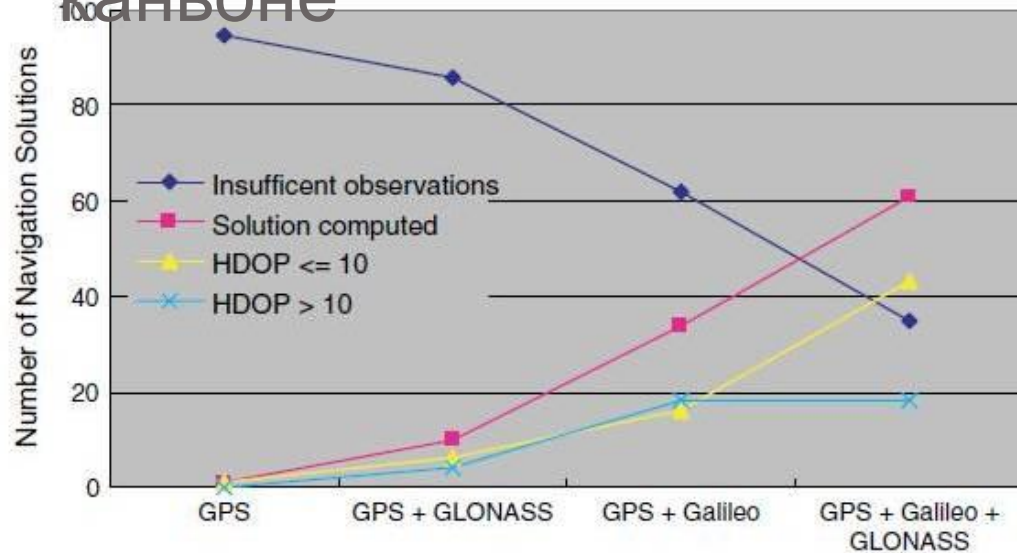


Figure 4. Availability in a major road.

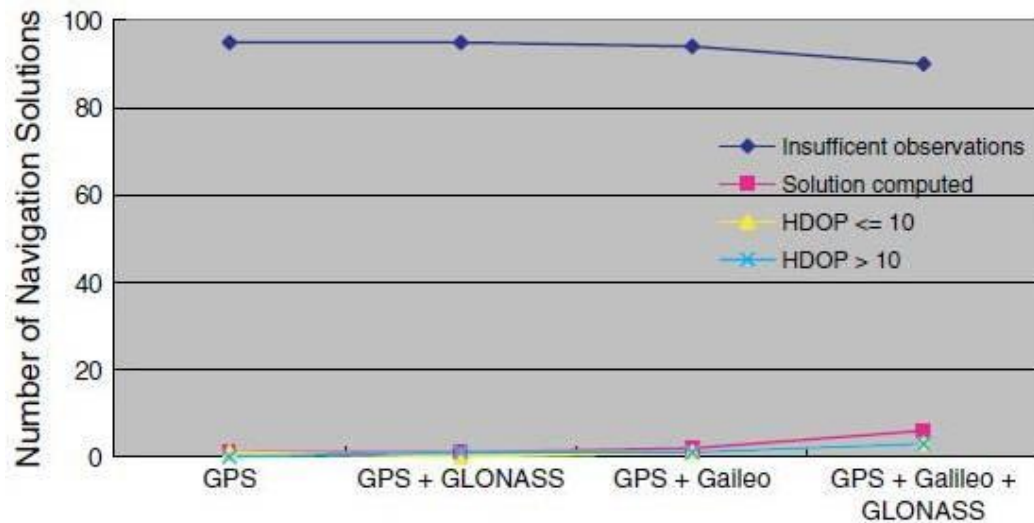
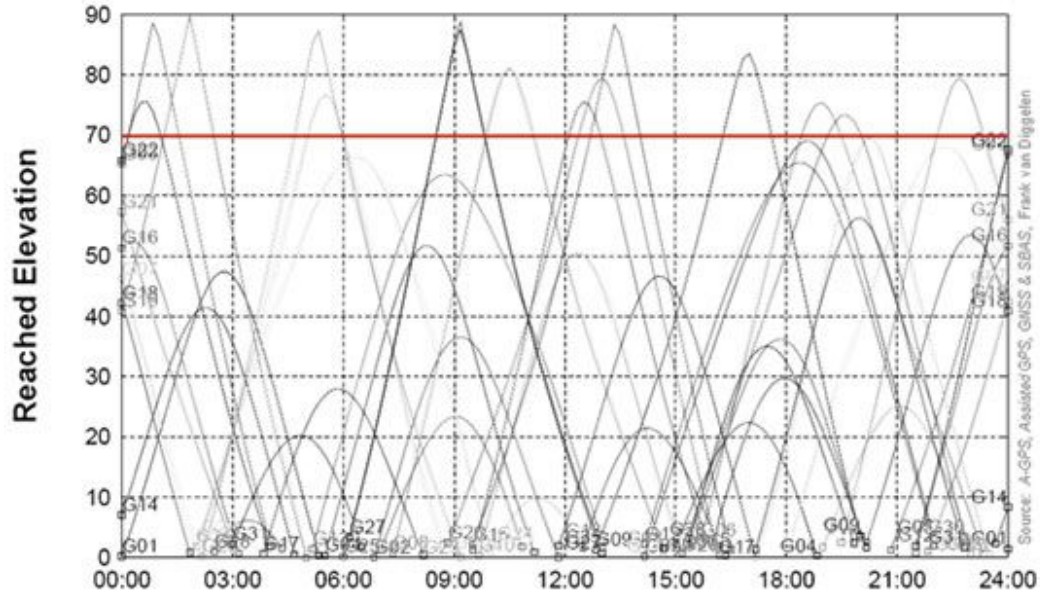


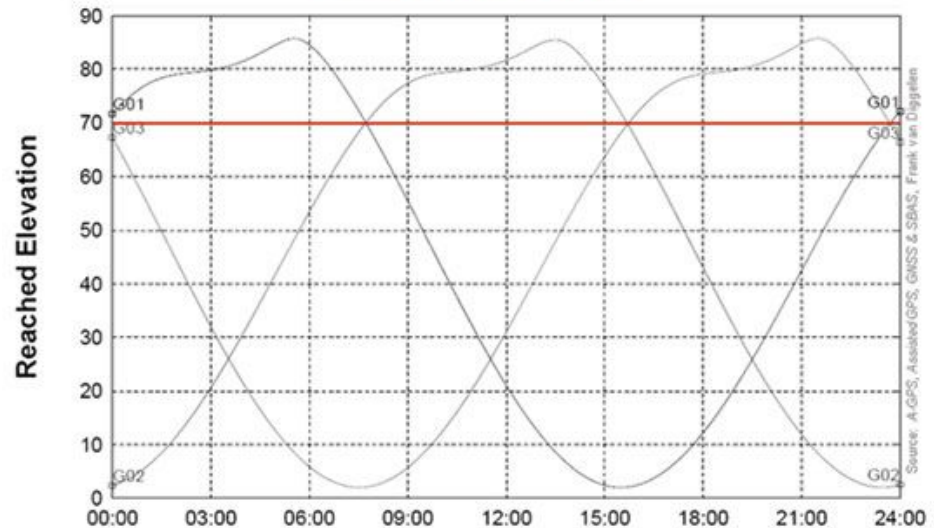
Figure 5. Availability in a minor road.

Региональное решение - QZSS

GPS, from Tokyo



QZSS, from Tokyo



Нужны ли массовому рынку
GPS/ГЛОНАСС приемники?

**Имеет шансы двухсистемный
чипсет, который имеет
несколько лучшие
характеристики, чем
односистемные, а стоит
столько же**

Устройства

Автомобильный двухсистемный навигатор ГЛОНАСС/ GPS Explay GN-410 + Навител

EXPLAY



ДВУХСИСТЕМНЫЙ

EXVAND

NAVITEL
navigation system

PROLOGY

CAR AUDIO & MULTIMEDIA



Разм
Проц
Чипсе
Диспл

- » Audio
- » Видео: ASF, AVI, MP4, 3GP, WMV
- » Фото: JPEG, BMP, PNG; Текст: TXT
- » Памя
- » Wind
- » Пита
- » Врем
- » Рабо
- » ОС: V

(необходимы драйвера)



Особенности устройства:



Доступные цвета:

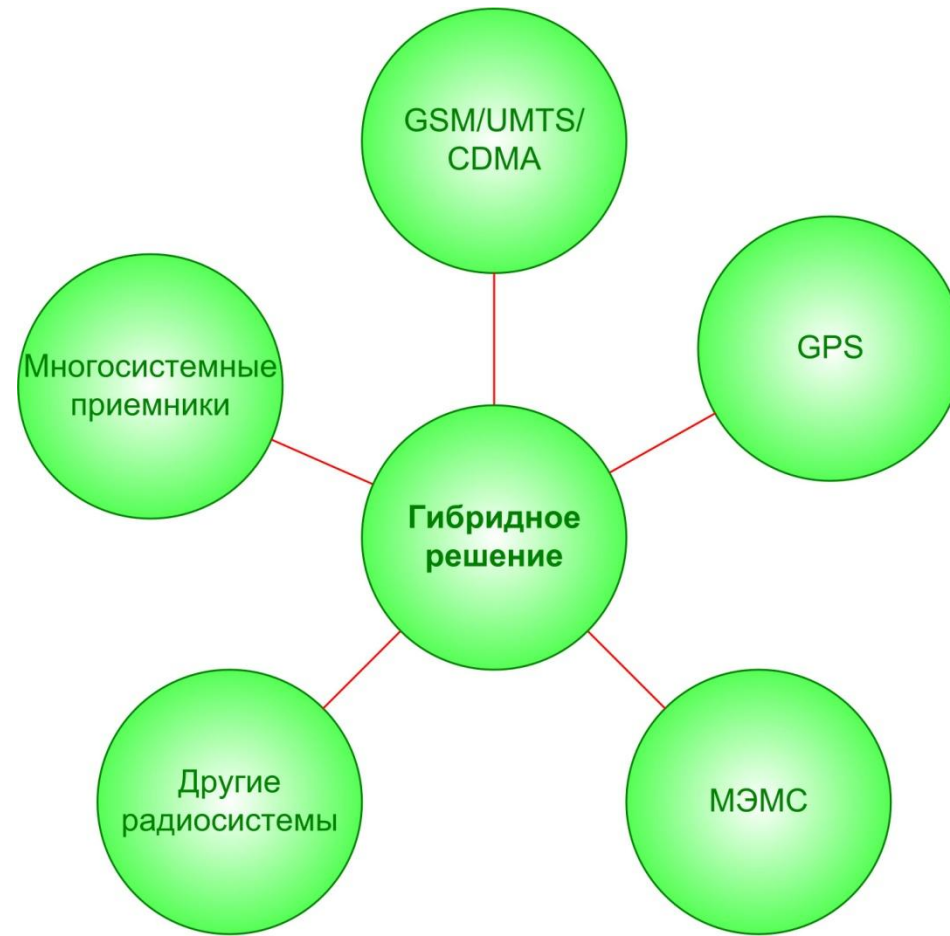


Куда идет развитие
коммерческих СРНС
приемников?

Существующие решения не соответствуют ожиданиям

- **Навигация в сложных условиях**
 - Пешеходная навигация в городе
 - Автомобильная навигация в “городских каньонах”
 - Навигация внутри зданий
- **Высокие ожидания пользователей**
 - Нет “wow effect”
 - Навигация нужна всегда и везде, где работает телефон
 - Источник местопределения не играет роли

Есть спрос – будет предложение



WiFi на Манхэттене



Дальномерный метод (ТОА)

- Сверхсильная многолучевость - ширина полосы обработки недостаточна для различения прямого и отраженного сигналов
- Стоимость
 - Модернизация чипсетов
 - Синхронизация
 - Извлечение ТОА
 - Измерение точного местоположения ТД

Метод измерения принятой мощности (RSS)

- Лишен недостатков TOA
 - Не подвержен влиянию многолучевости
 - Программное решение
- Потенциальная точность сходна с TOA
- Требуется создание, поддержания и обновления баз данных мощностей

WPS и GPS

Точность/
Доступность

Гибрид

WPS

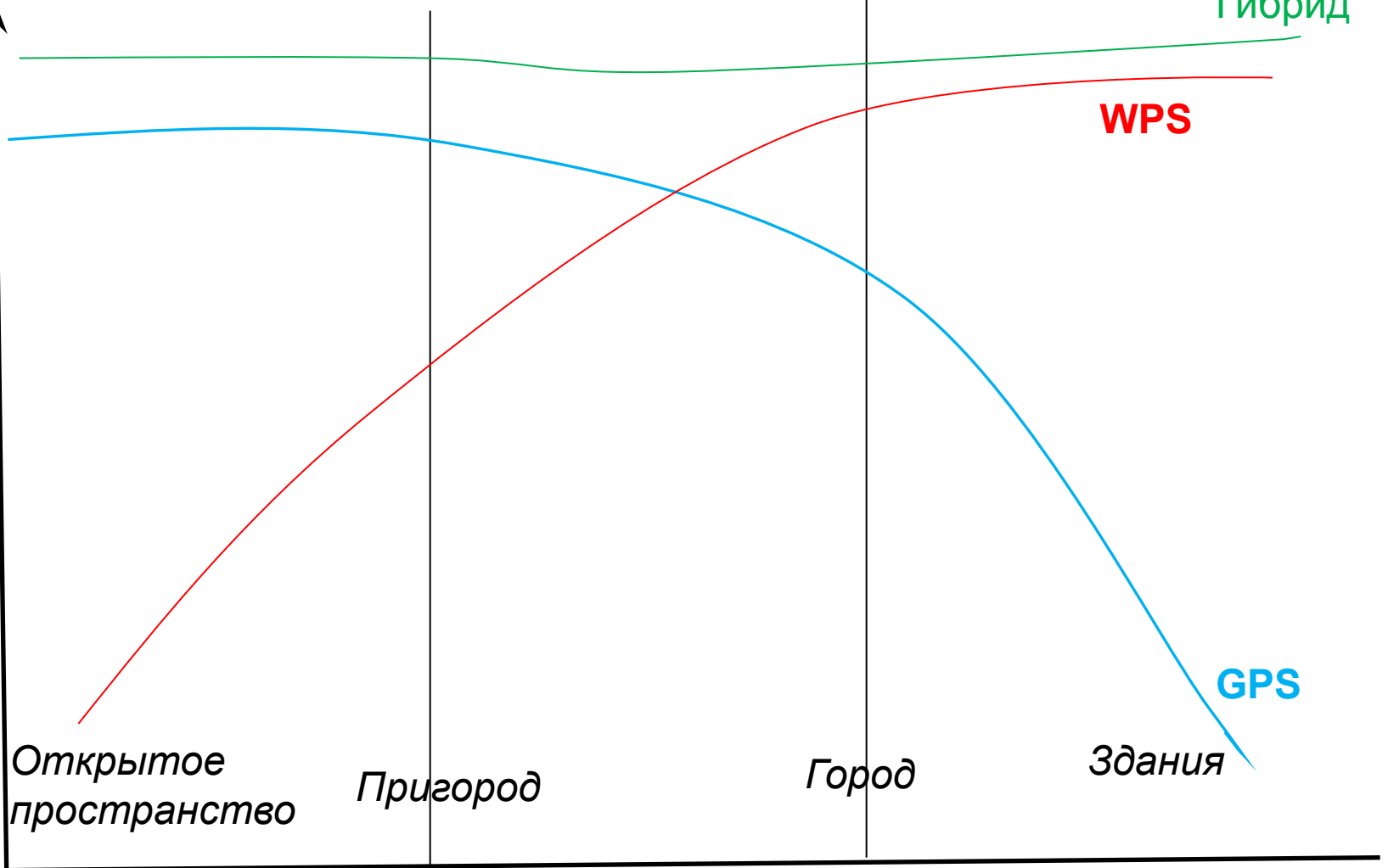
GPS

Открытое
пространство

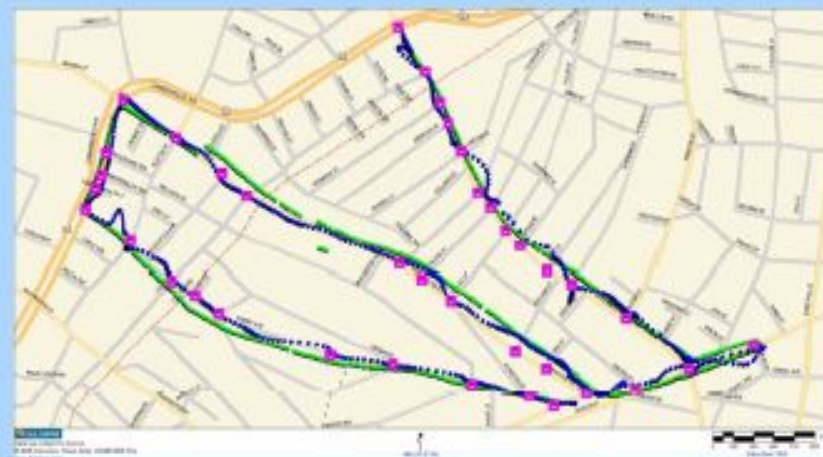
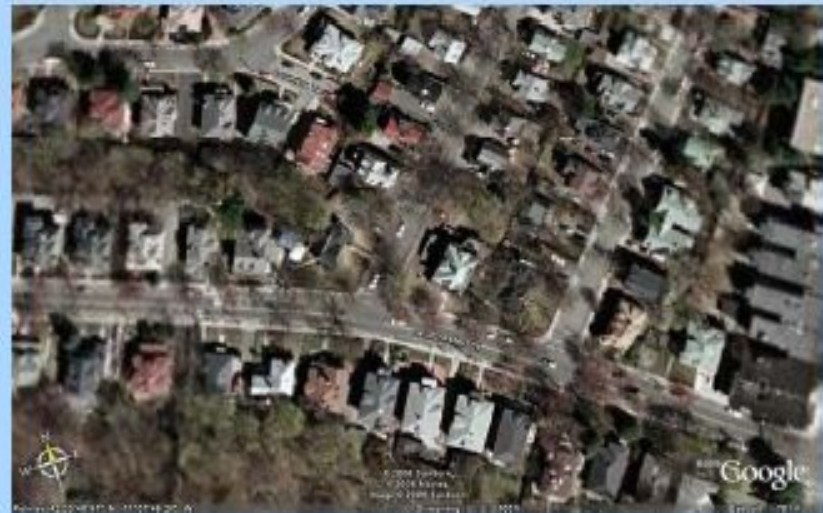
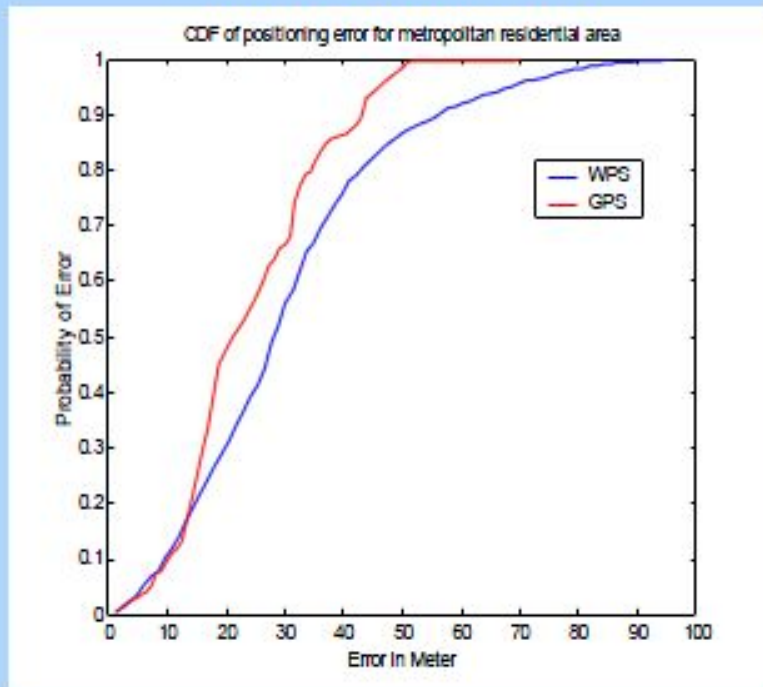
Пригород

Город

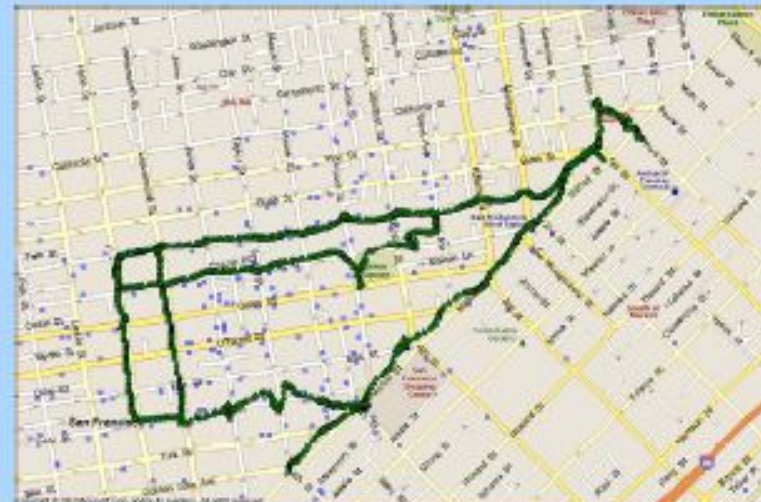
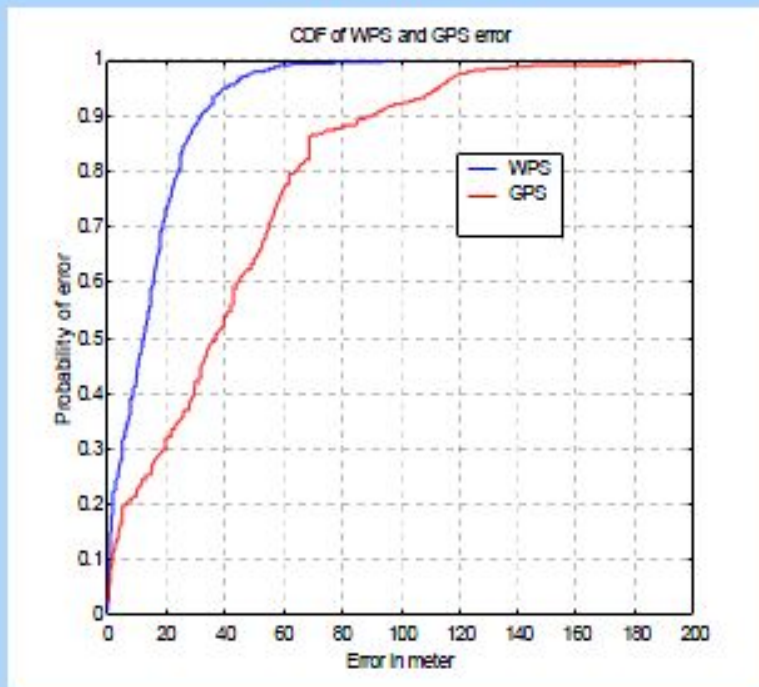
Здания



Boston Metro Residential



San Francisco Downtown



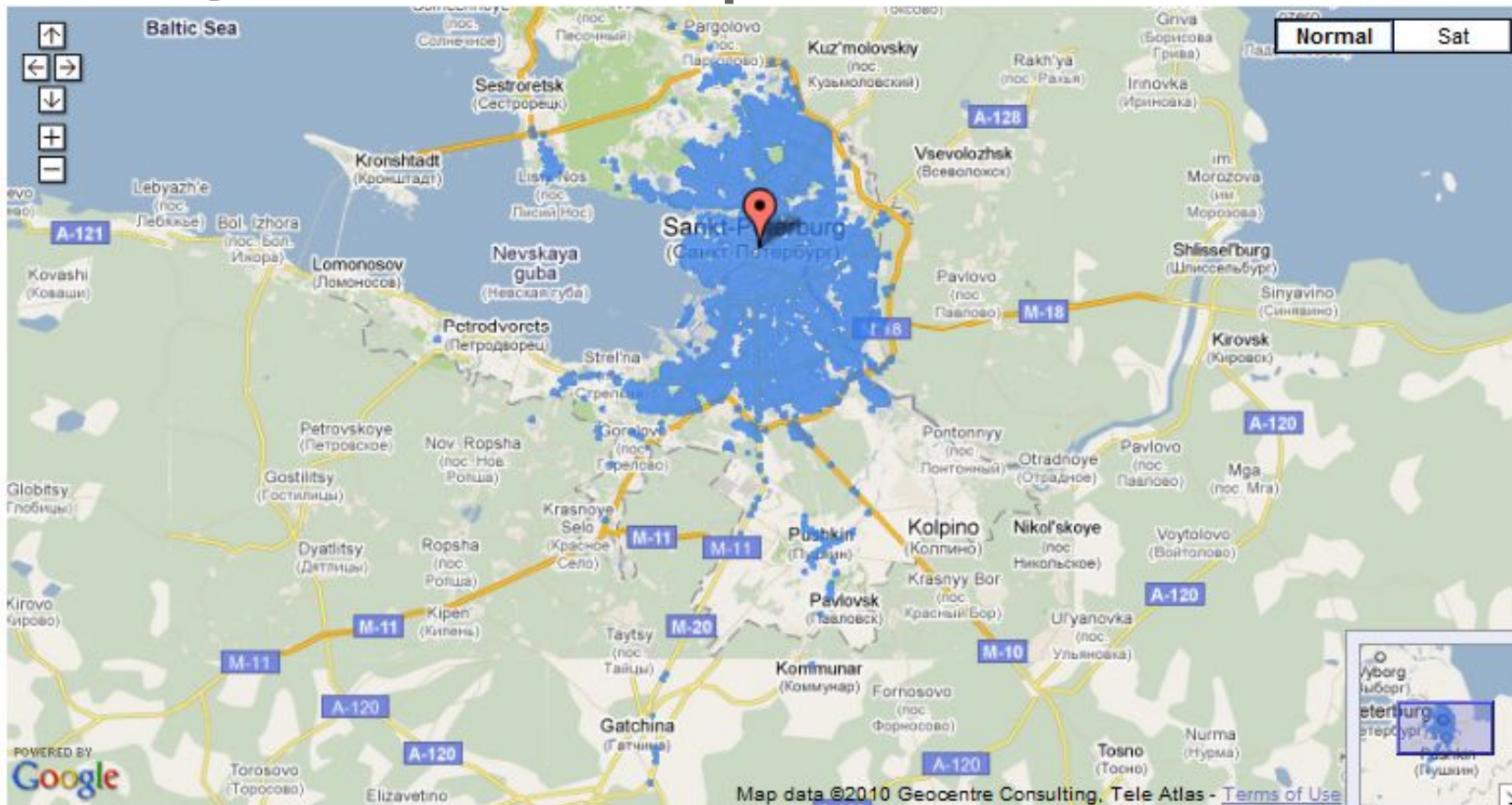
Технология SkyHook

- Точность 10...15 метров
- Стоит 2...4 доллара/аппарат
- Программное решение
- Массово применяется

Skyhook Sues Google in a Location Battle

By Stacey Higginbotham | Sep. 15, 2010, 12:02pm PT | 17 Comments

Skyhook смотрит на нас



Address lookup

30, Malaya Posadskaya str., Saint Petersburg 197046, Russia

Find It

Success

[St Petersburg, Russia, 197046 \(59.9499788, 30.3209378\)](#)

О чем все боялись сказать

GPS World

The Business and Technology of
Global Navigation and Positioning

KCS TraceME

Track & Trace all your people, machines, cars etc

GNSS System

Consumer OEM

Professional OEM

Survey

Machine Control / Agriculture

Transportation

Defense

Government

Log in



Print



Email

Home > LBS

Related topics: [LBS](#), [Consumer OEM](#), [Latest News](#), [Wireless](#)

Home

Blogs

Events

Inside GPS World

Opinions

Resources

LBS

Wi-Fi Will Outstrip GPS for Location Market by 2015, Says ABI Research

December 15, 2010

WiFi vs GSM/CDMA



Serval Mobile Project

Этапы развития спутниковой навигации



1/1/1980

1/1/2020