



# **Спутниковая система ГЛОНАСС- основа единой системы координатно – временного обеспечения Российской Федерации**

**С.Г. Ревнивых (ЦУП-ЦНИИМАШ), С.К. Татевян (ИНАСАН)**

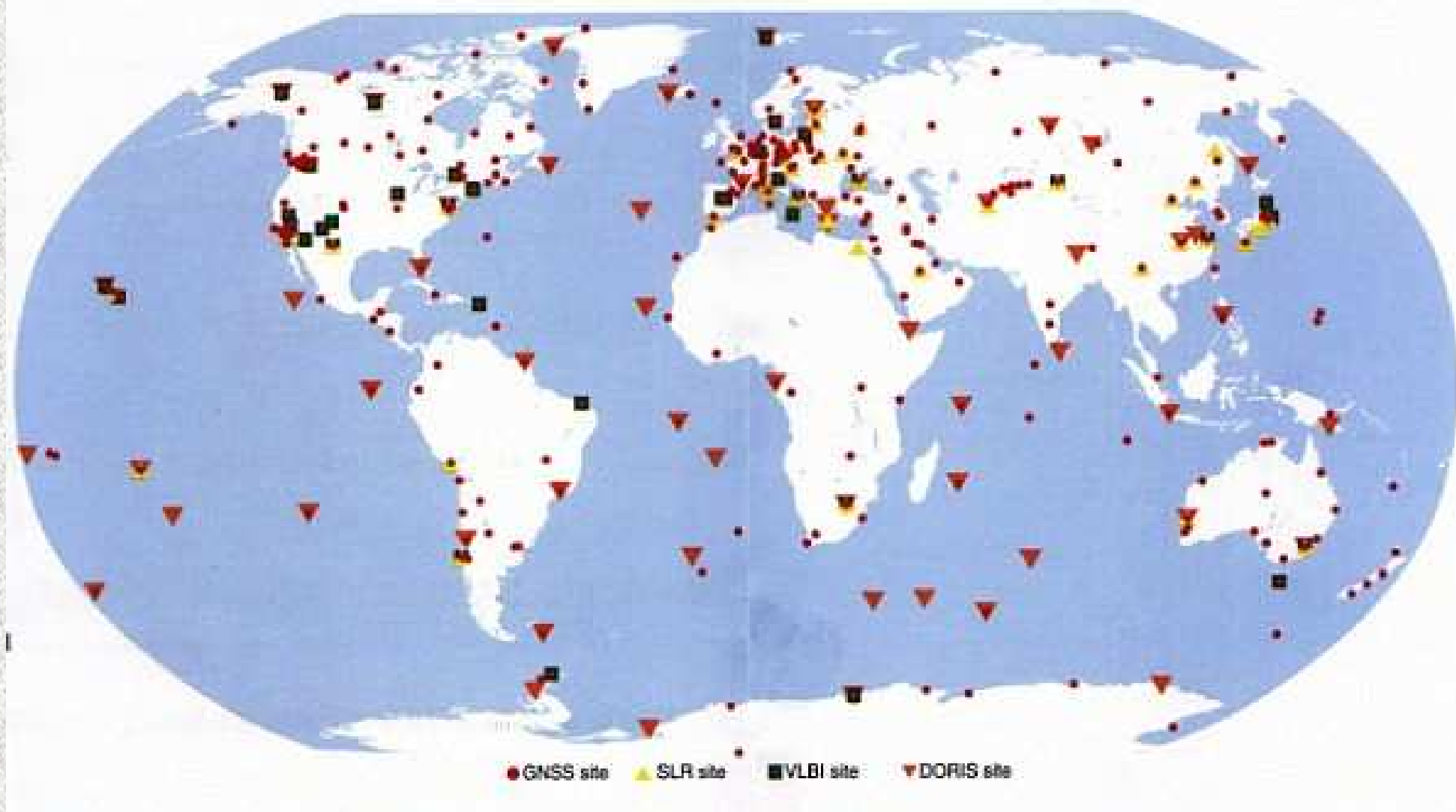
**ИКИ РАН, Москва, 14 ноября, 2006.**



Для обеспечения работоспособности системы ЕС КВНО Российской Федерации **в ее состав должны входить средства, обеспечивающие решение фундаментальных задач координатно-временного обеспечения**, такие как формирование единой государственной шкалы времени, небесной координатной основы, земной координатной основы, определение параметров связи между земной и небесной системами отсчета.

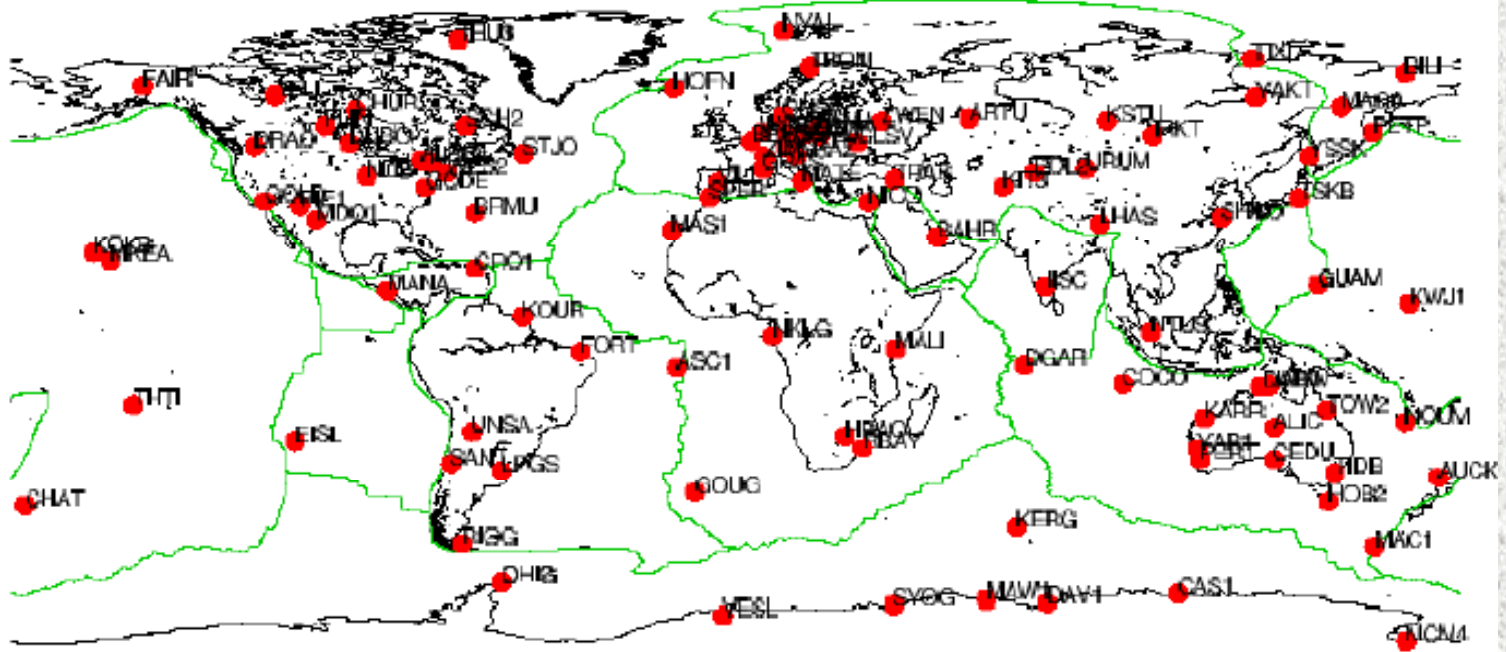
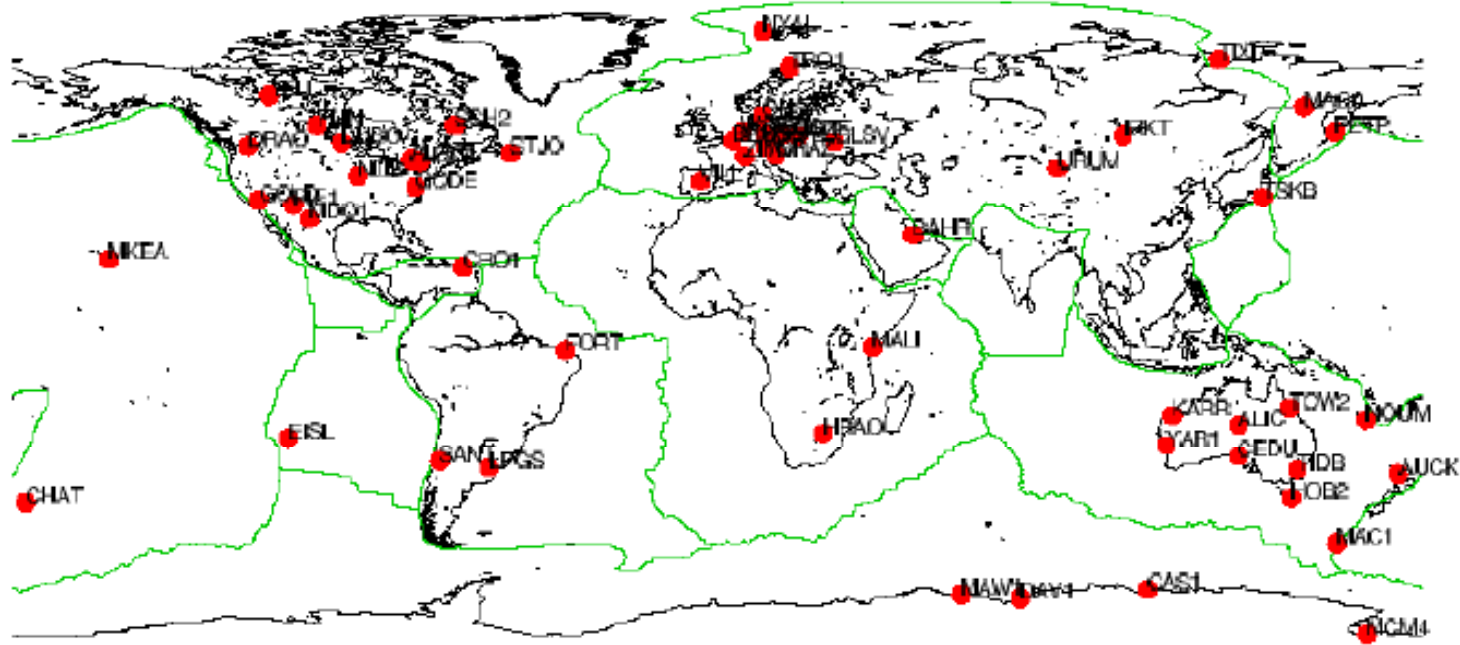
За последние 15 лет в мире достигнут значительный прогресс в развитии методической базы и технических средств решения фундаментальных задач КВНО.

В то же время приходится констатировать, что **Россия на текущий момент теряет роль одного из ведущих государств в области решения подобных задач и заметно выпадает из мирового процесса в этой области**. Для восстановления утраченных позиций необходимо восстановить и модернизировать технические средства фундаментального КВНО, обеспечить создание и развитие Центров прецизионного анализа данных на базе современных методов обработки, повысить эффективность использования ресурсов Международных служб в интересах ЕС КВНО путем активного участия российских организаций в их работе.





РОСКОСМОС



GPS, GLONASS, SLR, VLBI, AND DORIS SITES IN ASIA



|                                   |          |  |                                       |
|-----------------------------------|----------|--|---------------------------------------|
| <b>Начало координат</b>           |          | ~ 20 мм                                  | x, y                                  |
|                                   |          | ~ 40 мм                                  | z                                     |
| <b>Масштаб</b>                    |          | $2 \cdot 10^{-9} \sim 12$ мм             |                                       |
| (на поверхности Земли)            |          |  |                                       |
| <b>Отдельные решения</b>          |          |  |                                       |
| <b>Координаты:</b><br>(ср.кв.ош.) | $\sigma$ | 3-5 мм<br>4- 20 мм<br>3-8 мм<br>25-30 мм | РСДБ<br>Лазер. дальн.<br>GPS<br>ДОРИС |
| <b>Скорости:</b><br>(ср.кв.ош.)   | $\sigma$ | 1 мм/Г<br>1-3 мм/Г<br>10 мм/Г            | РСДБ<br>Лаз.дал.,GPS<br>ДОРИС         |

## ❑ Поручение от 18 января 2006 года

↪ Обеспечить полномасштабное использование ГЛОНАСС на территории Российской Федерации в 2007 году (18 КА в орбитальной группировке)

↪ Обеспечить использование ГЛОНАСС в глобальном масштабе в 2009 году (24 КА в орбитальной группировке)

➤ Обеспечить характеристики ГЛОНАСС на уровне зарубежных аналогов

## ❑ Поручение Президента от 19 апреля 2006 г:

➤ Обеспечить массовое производство навигационной аппаратуры потребителей:

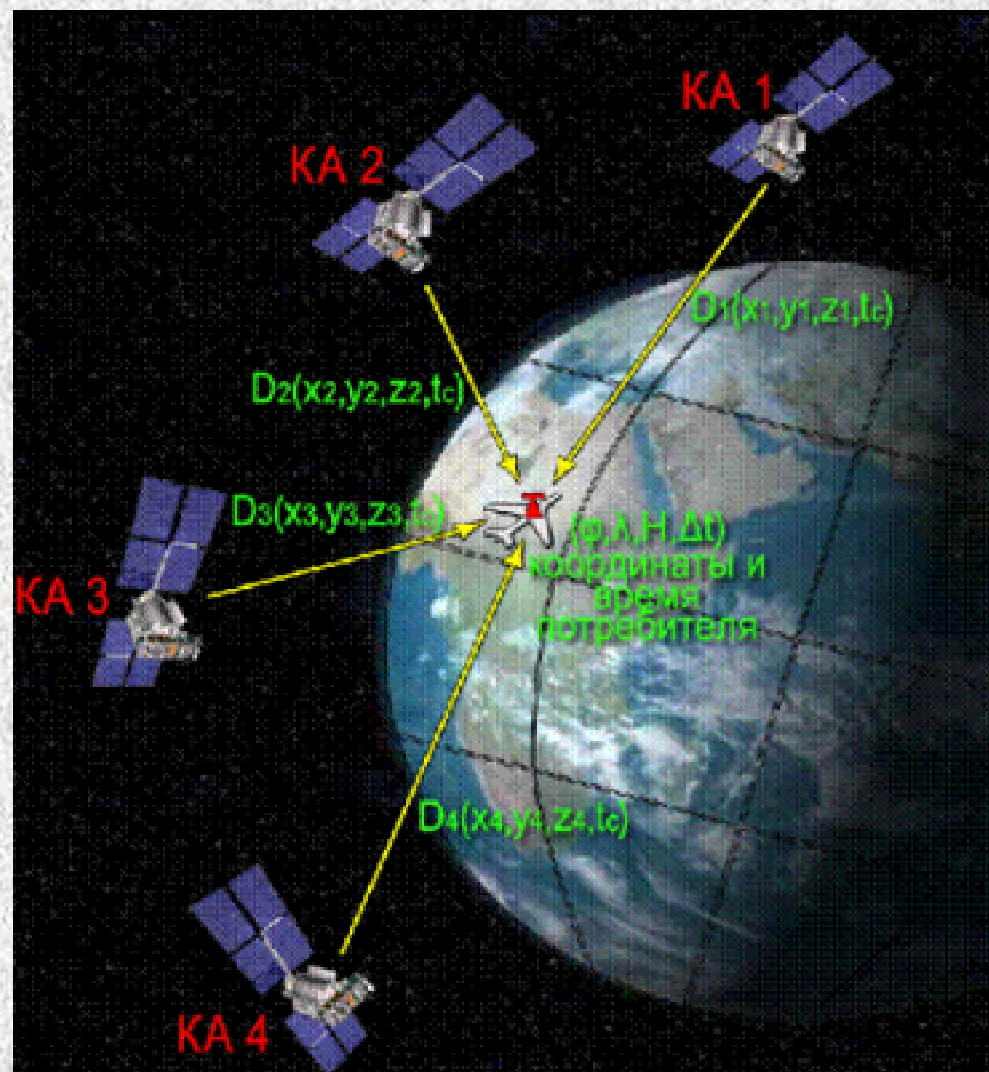
– государственная поддержка в подготовке и реконструкции промышленного производства

↪ Развитие массового рынка навигационных услуг



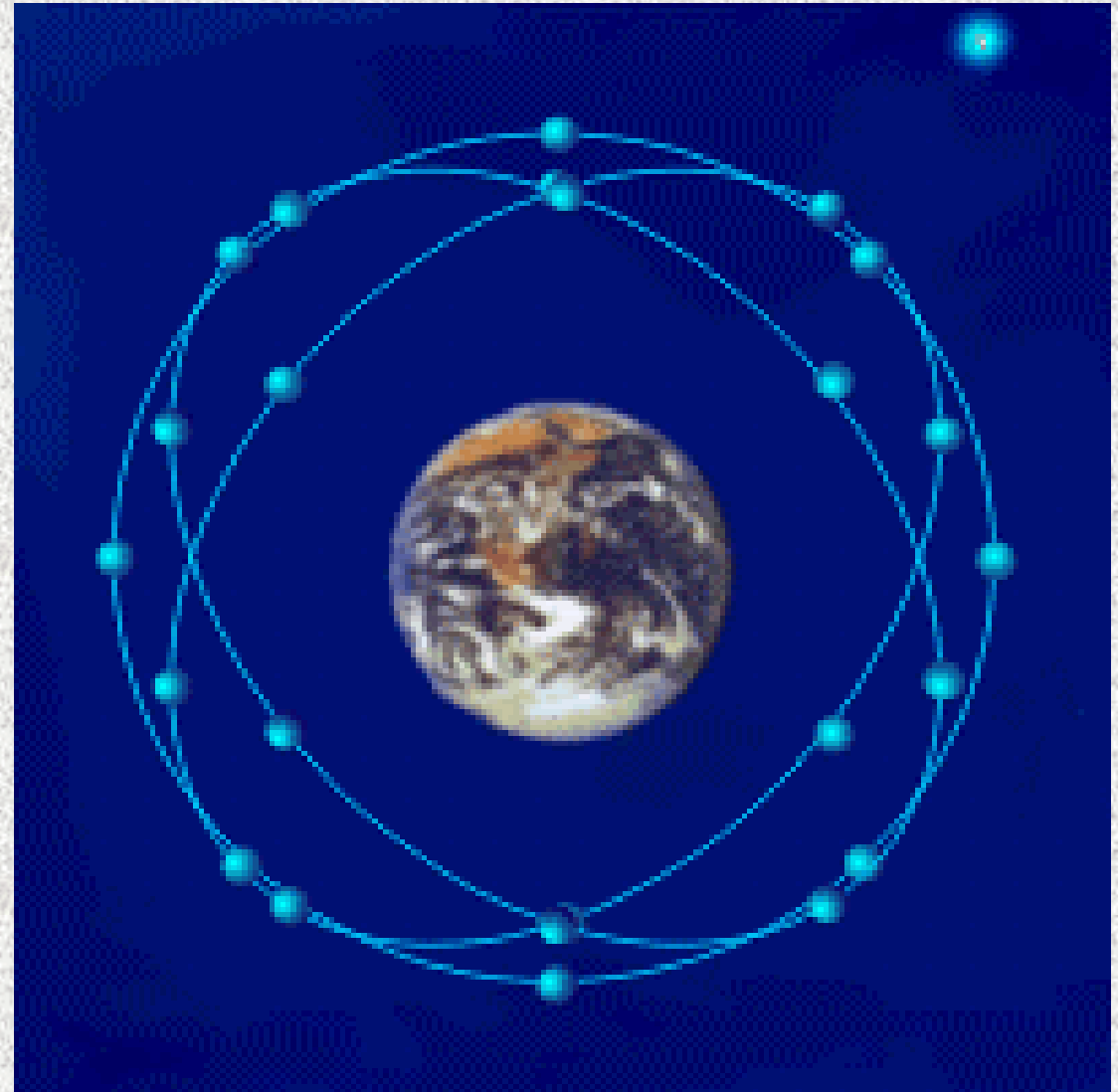
**Основа для корректировки ФЦП «ГЛОНАСС»**

- ❑ Система ГЛОНАСС – глобальная навигационная спутниковая система, предназначена для обеспечения глобальной непрерывной навигации подвижных объектов военного и гражданского назначения на поверхности земного шара и в околоземном пространстве

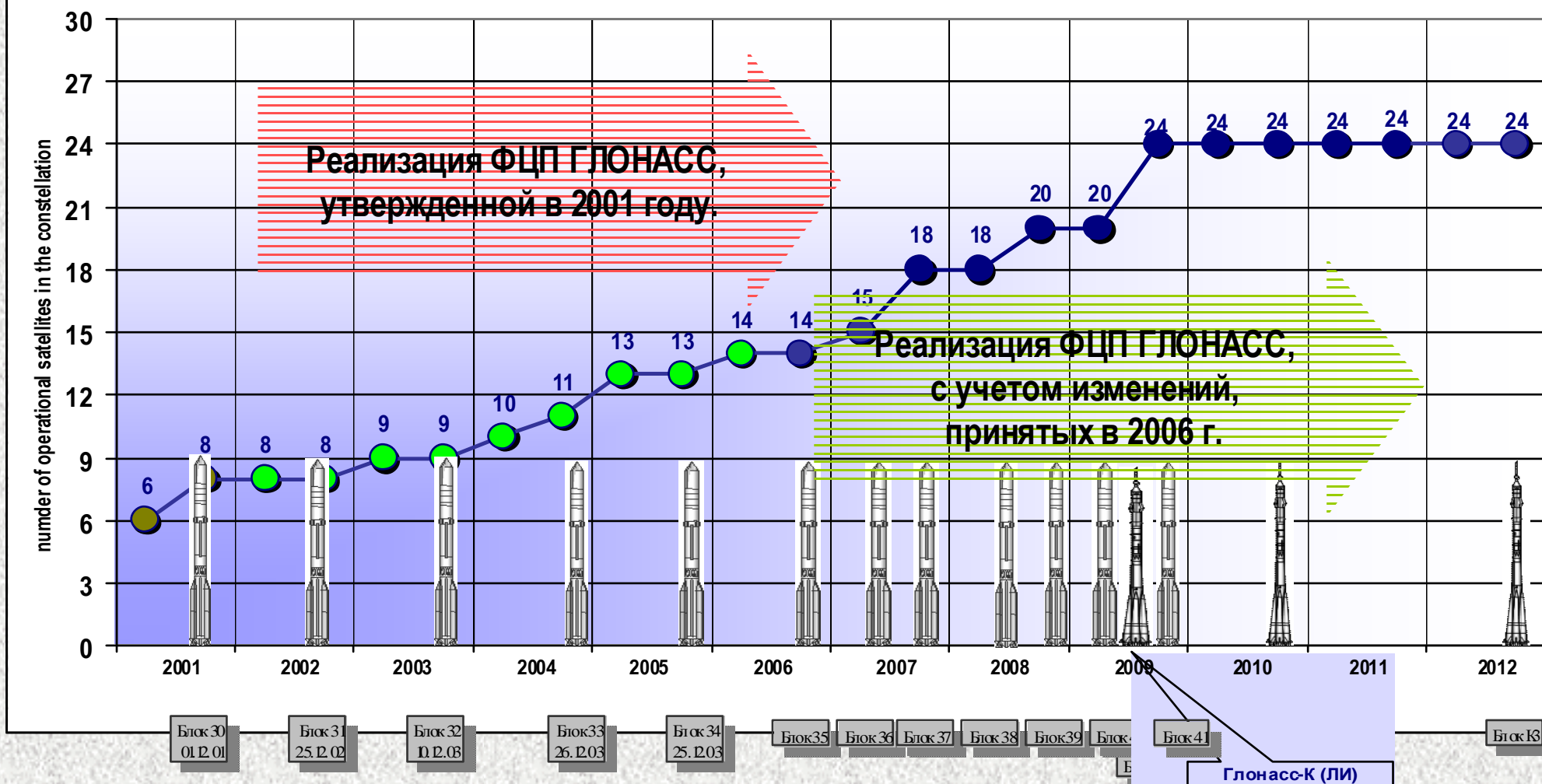




- ❑ **Satellite in constellation:**
  - ↪ 24 satellites
- ❑ **Three orbital planes:**
  - ↪ 8 satellites in each
- ❑ **Inclination:**
  - ↪  $64.8^\circ$
- ❑ **Orbit height:**
  - ↪ 19 100 km
- ❑ **Orbit revolution time:**
  - ↪ 11h 15m



## Программа развертывания орбитальной группировки ГЛОНАСС

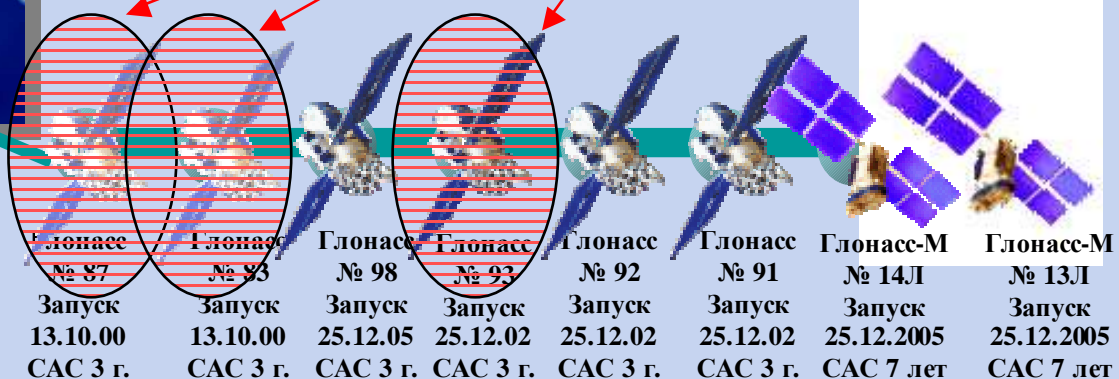


В группировке: 16 КА  
 по целевому назначению: **11 КА**  
 на техобслуживании: 5 КА  
 в пределах САС: 9 КА

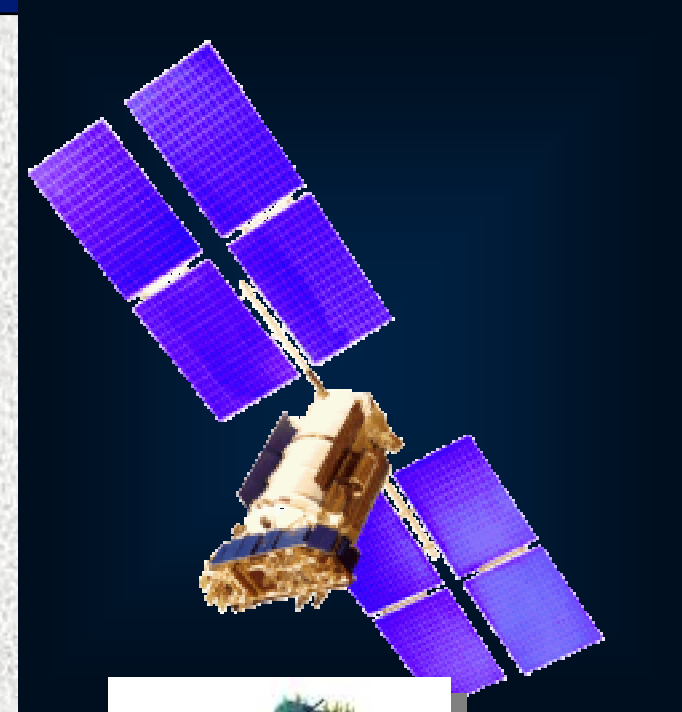
Блок 35  
 Запуск:  
 25 декабря 2006



**Временно выведены**

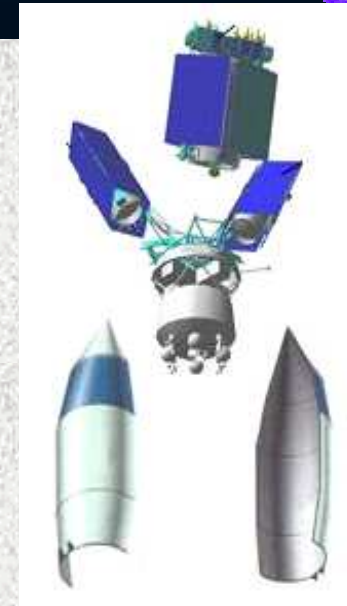


|   |                                      |
|---|--------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> <b>Guaranteed Life-time</b>          | <b>7 years</b>                       |
| <input type="checkbox"/> <b>Satellite mass</b>                | <b>1 415 kg</b>                      |
| <input type="checkbox"/> <b>Power supply</b>                  | <b>1 450 W</b>                       |
| <input type="checkbox"/> <b>Navigation payload</b>            |                                      |
| ↪ <b>Mass</b>   | <b>250 kg</b>                        |
| ↪ <b>Power consumption</b>                                    | <b>580 W</b>                         |
| <input type="checkbox"/> <b>Clock stability (24 hours)</b>    | <b><math>1 \cdot 10^{-13}</math></b> |
| <input type="checkbox"/> <b>Attitude control accuracy</b>     | <b>0.5 deg</b>                       |
| <input type="checkbox"/> <b>Solar panel pointing accuracy</b> | <b>2 deg</b>                         |



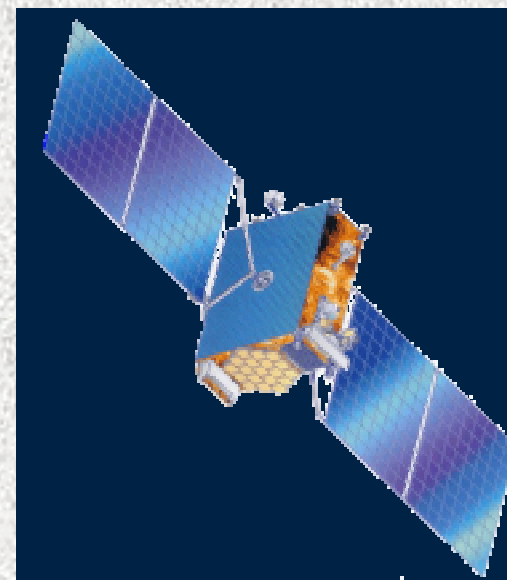
## GLONASS-M new features:

- Extended life-time**
- L2 civil signal**
- Improved clock stability**
- Improved solar panel pointing**
- Improved dynamic model, less level of unpredicted accelerations**



**Group  
launch by  
PROTON**

- |   |                                      |
|---|--------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> <b>Guaranteed Life-time</b>          | <b>10 years</b>                      |
| <input type="checkbox"/> <b>Satellite mass</b>                | <b>850 kg</b>                        |
| <input type="checkbox"/> <b>Power supply</b>                  | <b>1 270 W</b>                       |
| <input type="checkbox"/> <b>Navigation payload</b>            |                                      |
| ↪ <b>Mass</b>   | <b>260 kg</b>                        |
| ↪ <b>Power consumption</b>                                    | <b>750 W</b>                         |
| <input type="checkbox"/> <b>Clock stability (24 hours)</b>    | <b><math>1 \cdot 10^{-13}</math></b> |
| <input type="checkbox"/> <b>Attitude control accuracy</b>     | <b>0.5 deg</b>                       |
| <input type="checkbox"/> <b>Solar panel pointing accuracy</b> | <b>1 deg</b>                         |



## GLONASS-K new features:

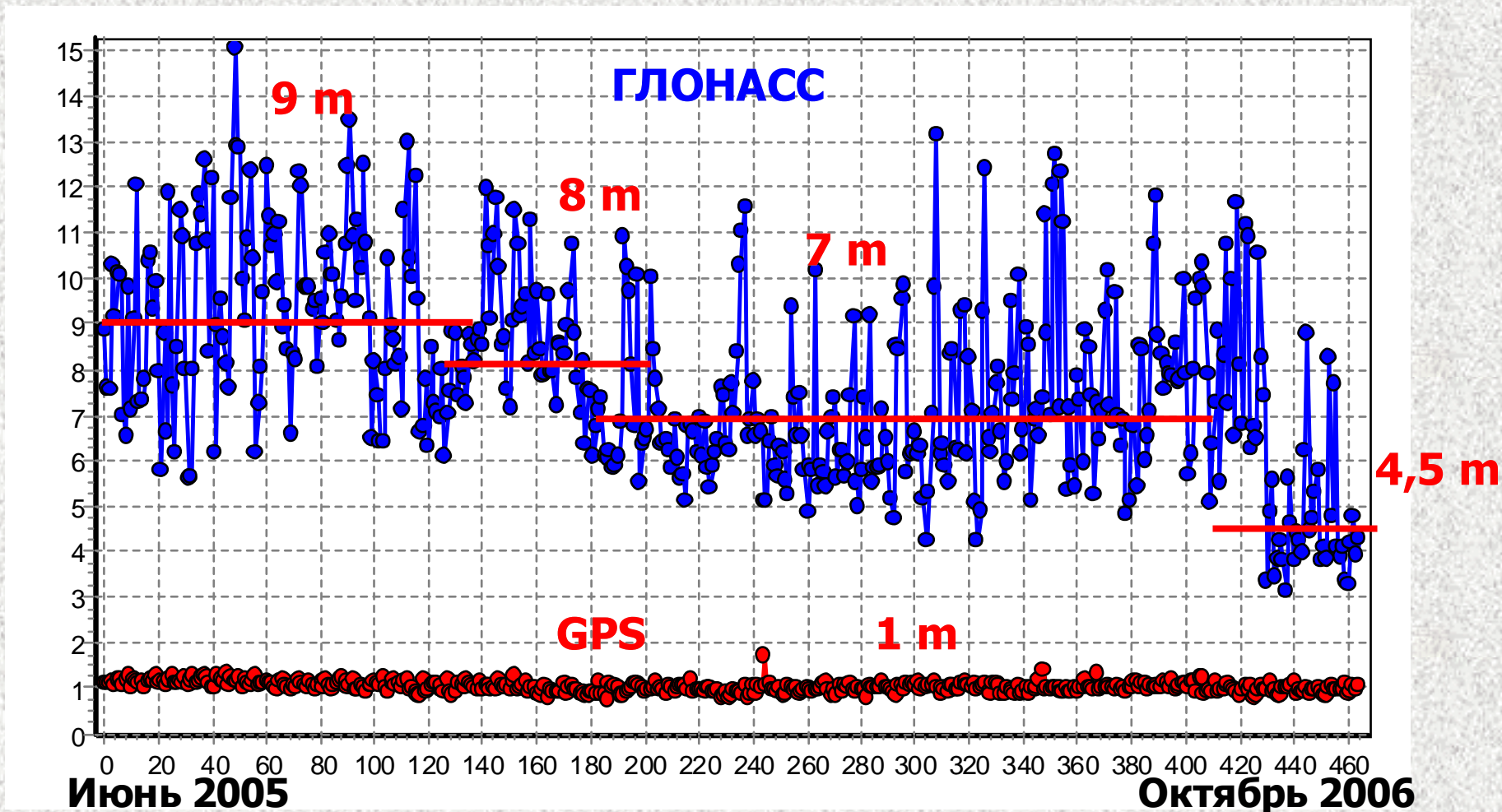
- Extended life-time**
- L3 civil signal**
- Improved performance**
- SAR function**

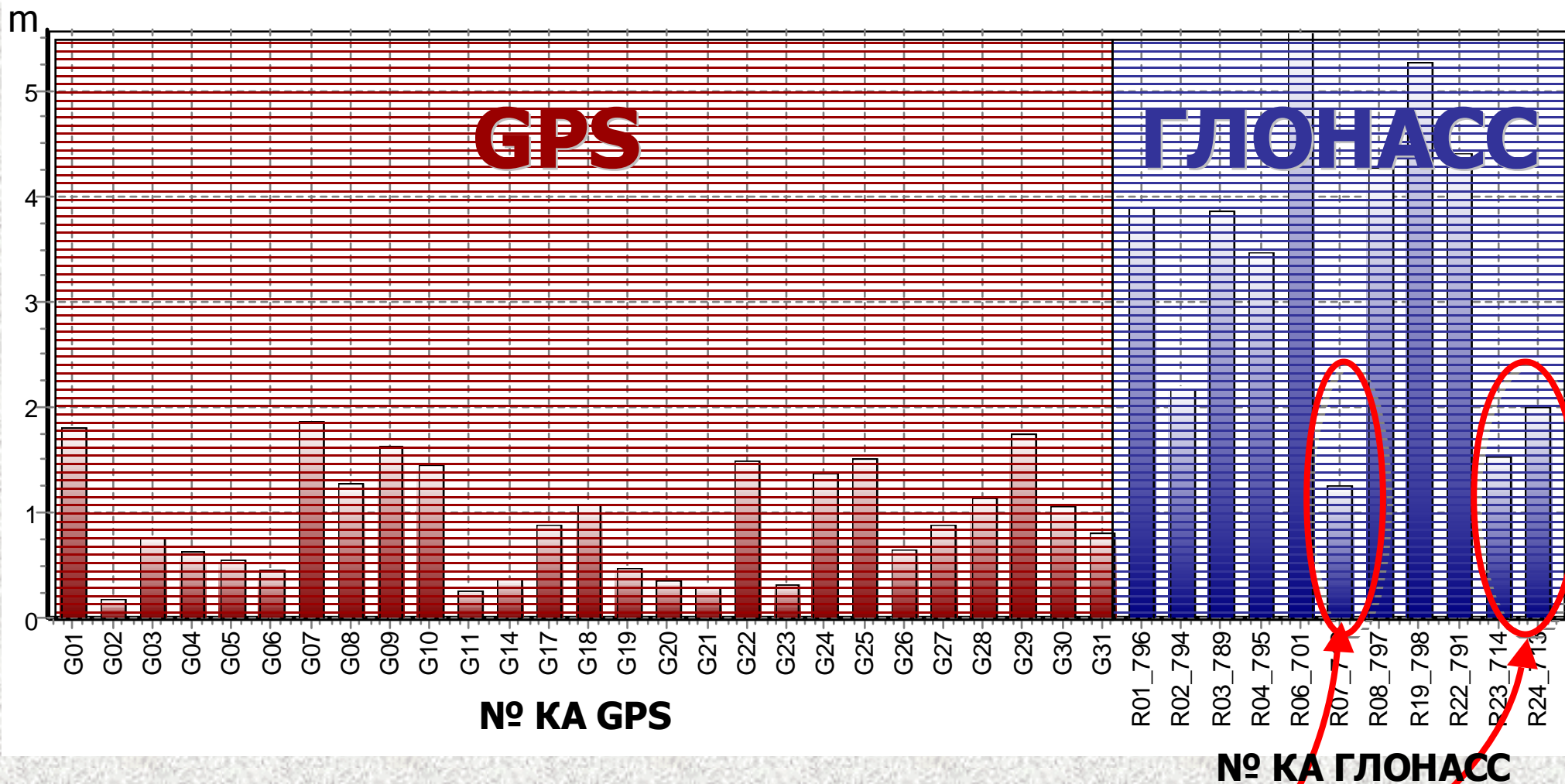
**Group  
launch by  
SOYUZ**



Интервал оценки: 15/07/05 - 25/10/06

## SISRE, м

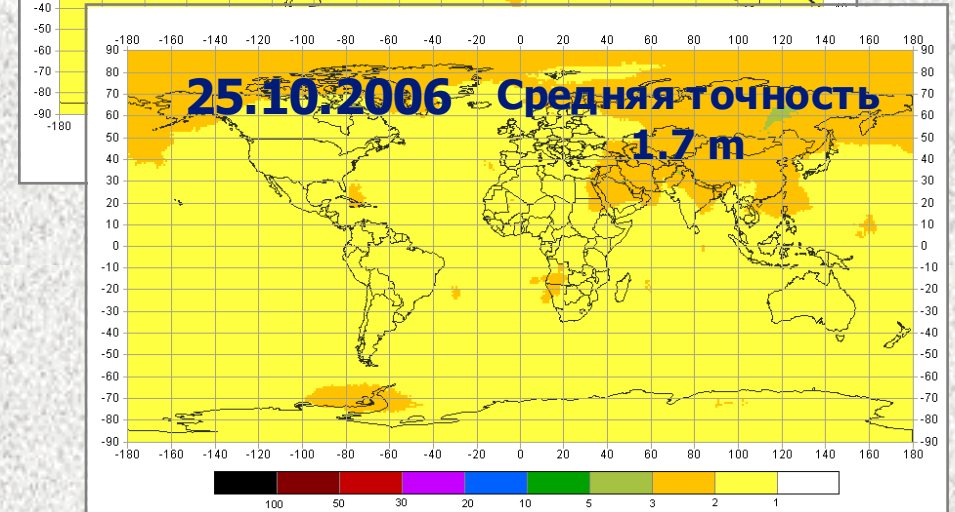
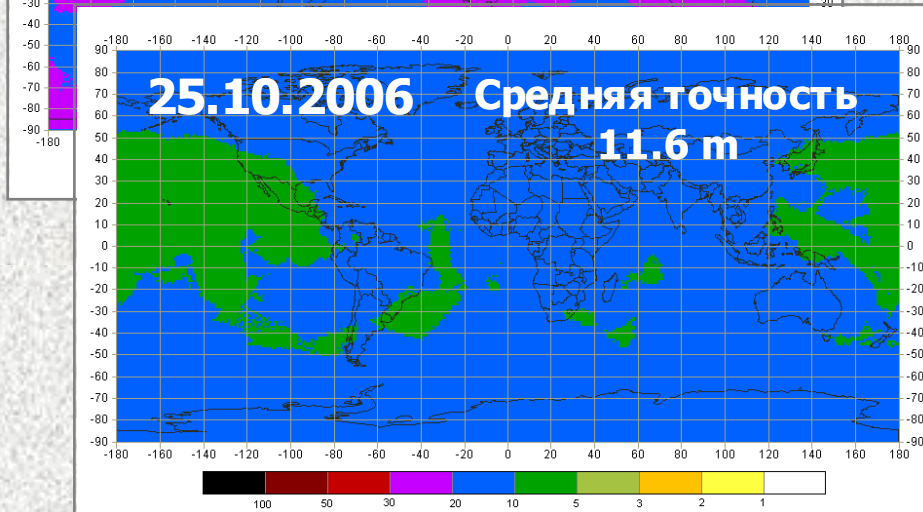
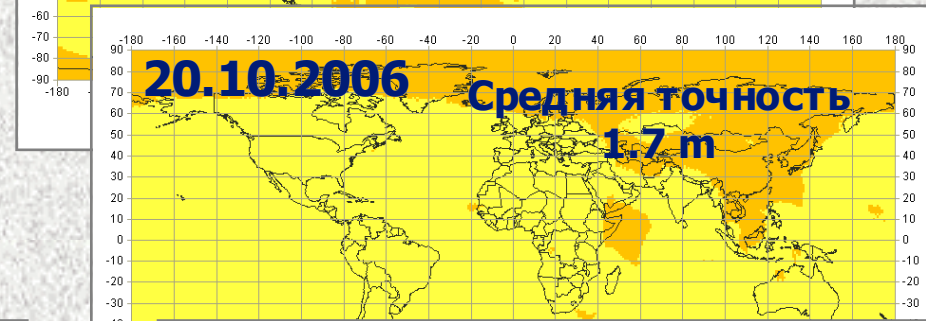
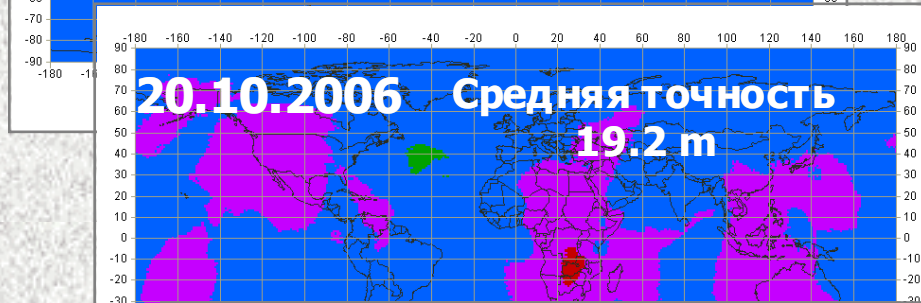
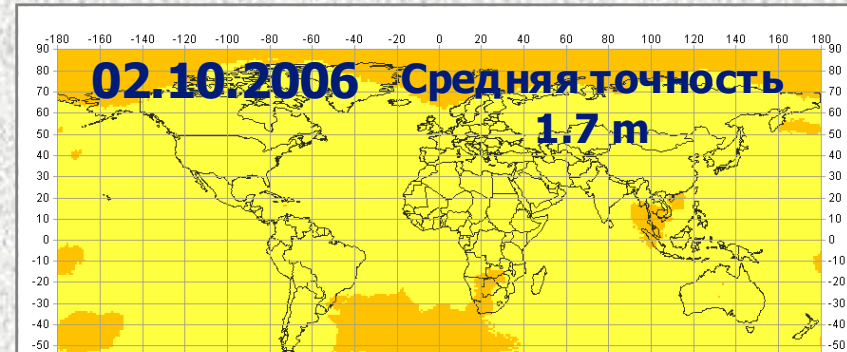
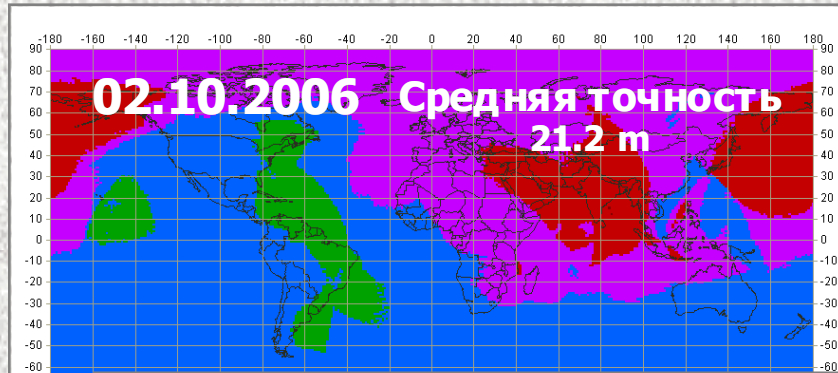




**Глонасс-М №№ 12, 13, 14  
– экспериментальные характеристики**

## ГЛОНАСС

## GPS







# Координаты станции, вычисленные по GPS измерениям на недельном интервале (за период 26.11.2005-3.12.2005) и их ср.кв уклонение в см.



| IGS site | Location      | Coordinates             |                             |                         | Station position |
|----------|---------------|-------------------------|-----------------------------|-------------------------|------------------|
|          |               | X, cm<br>$\sigma$       | Y, cm<br>$\sigma$           | Z, cm<br>$\sigma$       |                  |
| DWH1     | USA           | 228079041.71 $\pm$ .01  | -363869049.31<br>$\pm$ 0.01 | 470011384.75 $\pm$ 0.01 | Fixed            |
| IRKJ     | Russia        | 96832857.28 $\pm$ 0.01  | 379442661.66 $\pm$ 0.01     | 501816736.39 $\pm$ 0.01 | Fixed            |
| KIRO     | Sweden        | 224812323.51 $\pm$ .01  | 86568668.33 $\pm$ 0.01      | 588642583.14 $\pm$ 0.01 | Fixed            |
| KOU1     | French Guyana | 383959033.74 $\pm$ 0.01 | -509568429.70 $\pm$ 0.01    | 579957822.10 $\pm$ 0.01 | Fixed            |
| REUN     | France        | 336409917.28 $\pm$ 0.01 | 490794455.23 $\pm$ 0.01     | 229346692.53 $\pm$ 0.01 | Fixed            |
| SOFI     | Bulgaria      | 431937205.19 $\pm$ 0.01 | 186868784.51 $\pm$ 0.01     | 429206395.88 $\pm$ 0.01 | Fixed            |
| STR2     | Australia     | 446707465.70 $\pm$ 0.01 | 268301183.74 $\pm$ 0.01     | 366700778.25 $\pm$ 0.01 | Fixed            |

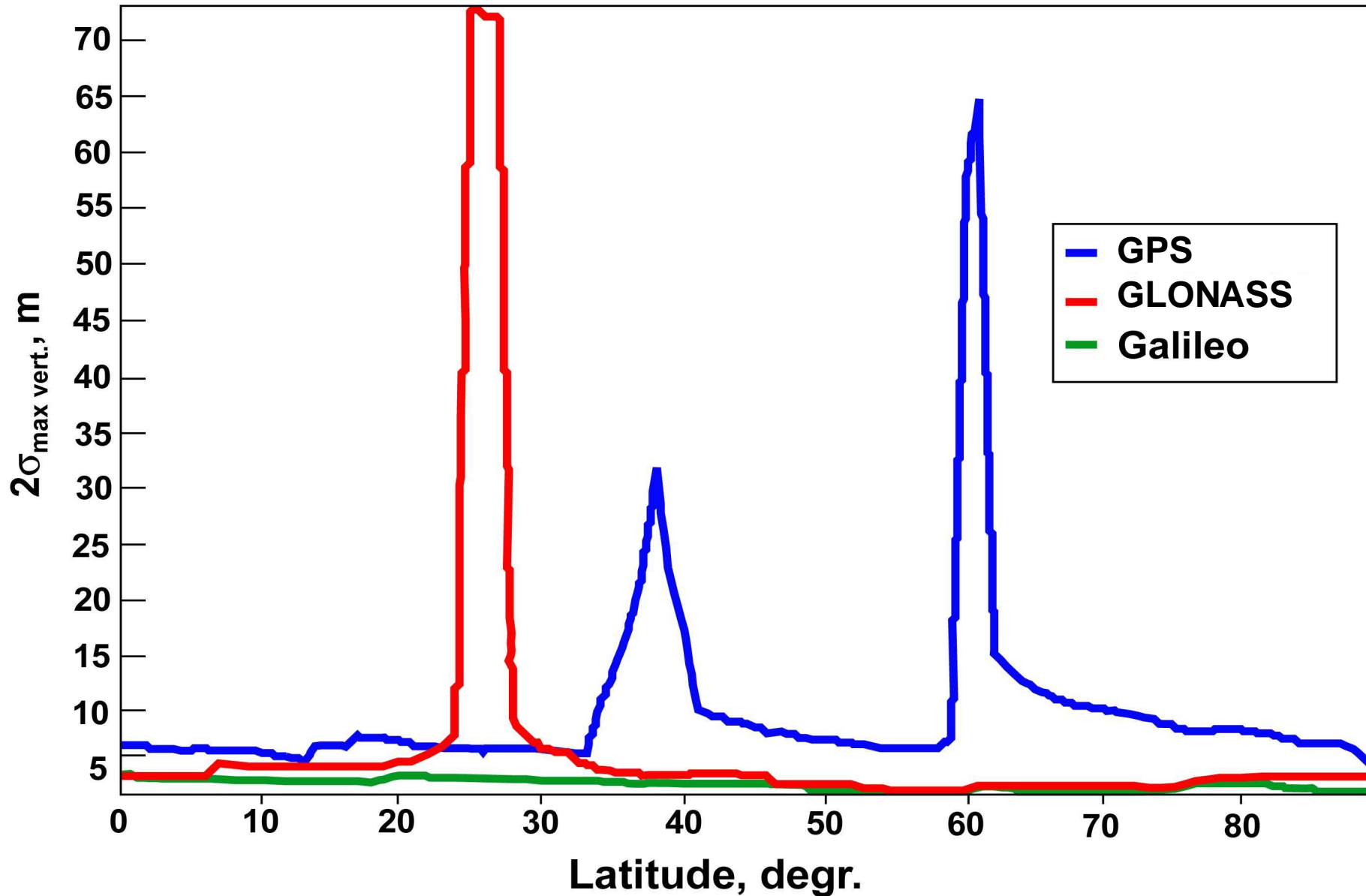


**Координаты станций, вычисленные по ГЛОНАСС измерениям на недельном интервале и их ср. кв. уклонения ( $\sigma$ ) в см. (26.11.2005 – 3.12.2005)**

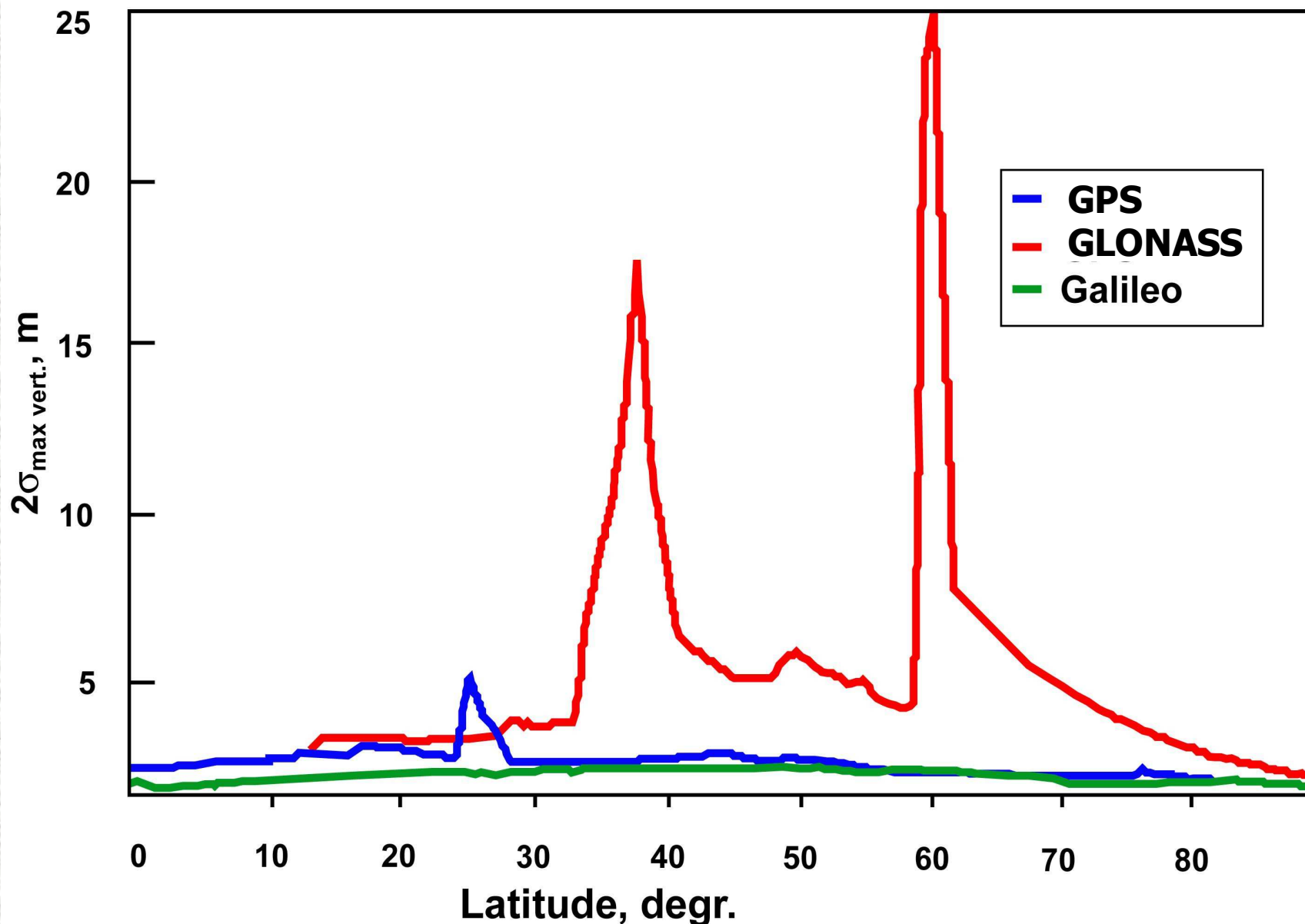


| IGS site | Страна      | КООРДИНАТЫ              |                          |                         | Station positions |
|----------|-------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------|
|          |             | X, cm<br>$\sigma$       | Y, cm<br>$\sigma$        | Z, cm<br>$\sigma$       |                   |
| GODZ     | USA         | 113077388.82 $\pm$ 2.67 | -483125366.18 $\pm$ 2.37 | 399420043.40 $\pm$ 1.95 | Estimated         |
| HERT     | England     | 403346098.52 $\pm$ 0.82 | 2353780.81 $\pm$ 0.85    | 492431830.18 $\pm$ 0.86 | Estimated         |
| KHAJ     | Russia      | 299526633.28 $\pm$ 1.96 | 299044464.21 $\pm$ 2.00  | 475557590.54 $\pm$ 1.95 | Estimated         |
| MDVJ     | Russia      | 284545618.06 $\pm$ 0.63 | 216095434.84 $\pm$ 0.59  | 526599344.93 $\pm$ 0.69 | Estimated         |
| METZ     | Finland     | 289256986.51 $\pm$ 0.45 | 131184365.81 $\pm$ 0.42  | 551263459.18 $\pm$ 0.59 | Estimated         |
| NOVJ     | Russia      | 45228874.32 $\pm$ 0.77  | 363591455.25 $\pm$ 0.74  | 520339879.02 $\pm$ 0.82 | Estimated         |
| ONSA     | Sweden      | 337065858.73 $\pm$ 0.52 | 71187713.52 $\pm$ 0.50   | 534978700.83 $\pm$ 0.64 | Estimated         |
| REYZ     | Iceland     | 258738372.58 $\pm$ 0.88 | -104303278.82 $\pm$ 0.73 | 571656460.62 $\pm$ 1.06 | Estimated         |
| ZIMJ     | Switzerland | 433129402.86 $\pm$ 1.02 | 56754213.05 $\pm$ 0.94   | 463313583.96 $\pm$ 0.98 | Estimated         |

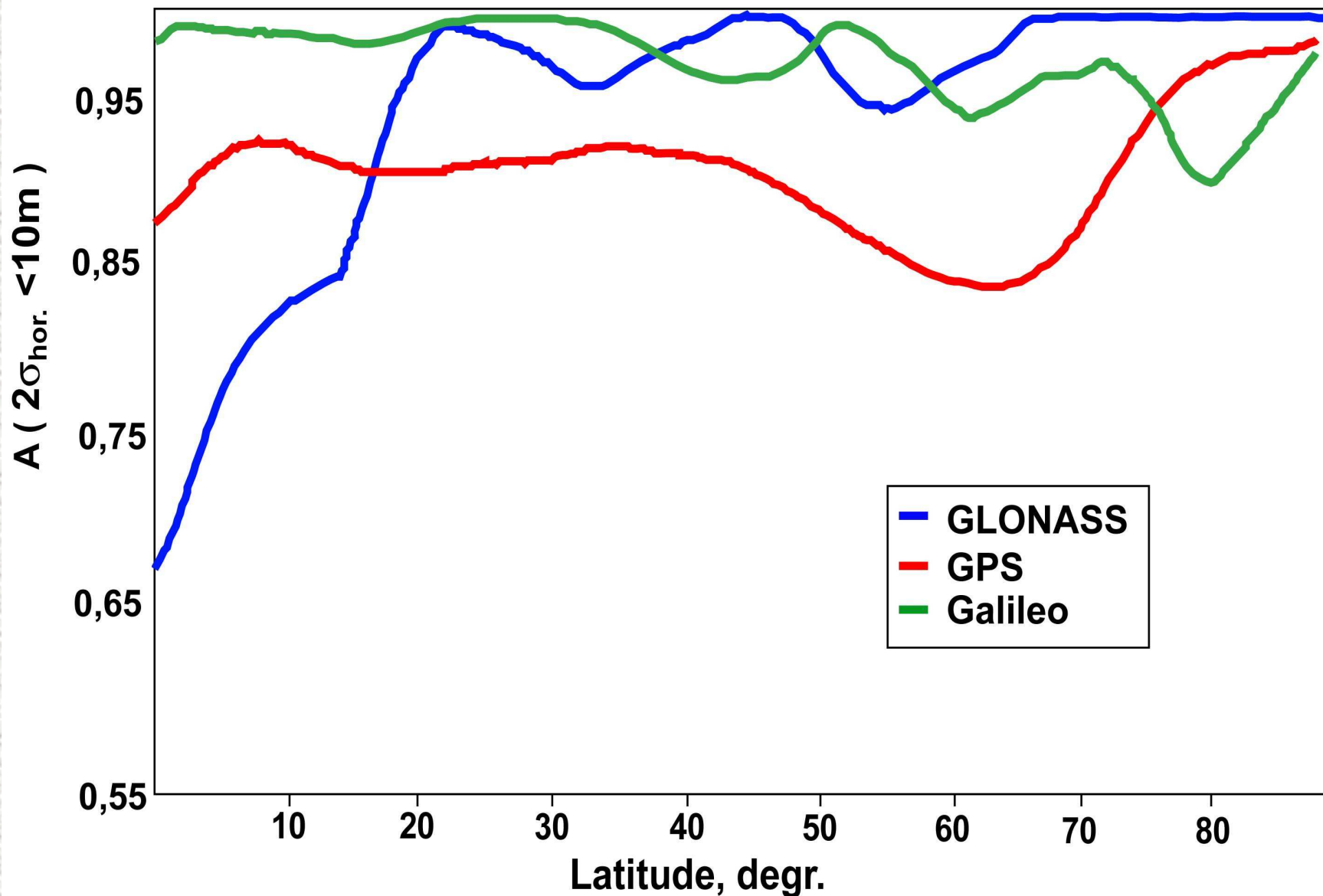
# Dependence of the max positionig errors (vertical comp.) on the latitude of the user GLONASS (24), GPS (24), Galileo (27)



# Dependence of the max positioning errors (horizontal comp.) on the latitude of the user GLONASS (24), GPS (24), Galileo (27)

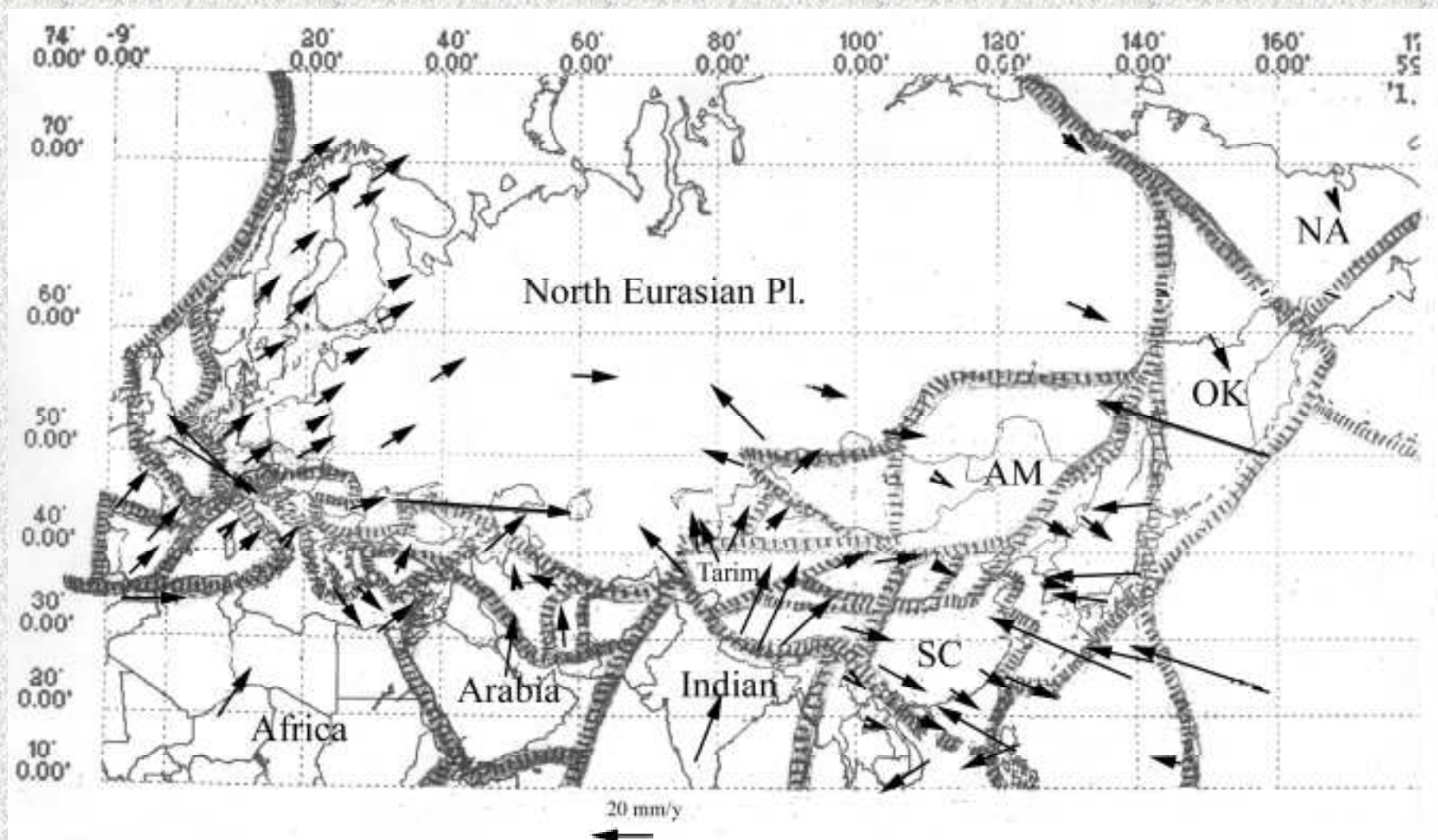


# Characteristics of A ( $2\sigma_{hor.} < 10m$ ) for different systems, when mask angle $\gamma_m = 25^\circ$ (UERE) (in urban areas) GLONASS (27), GPS (27), Galileo (27)

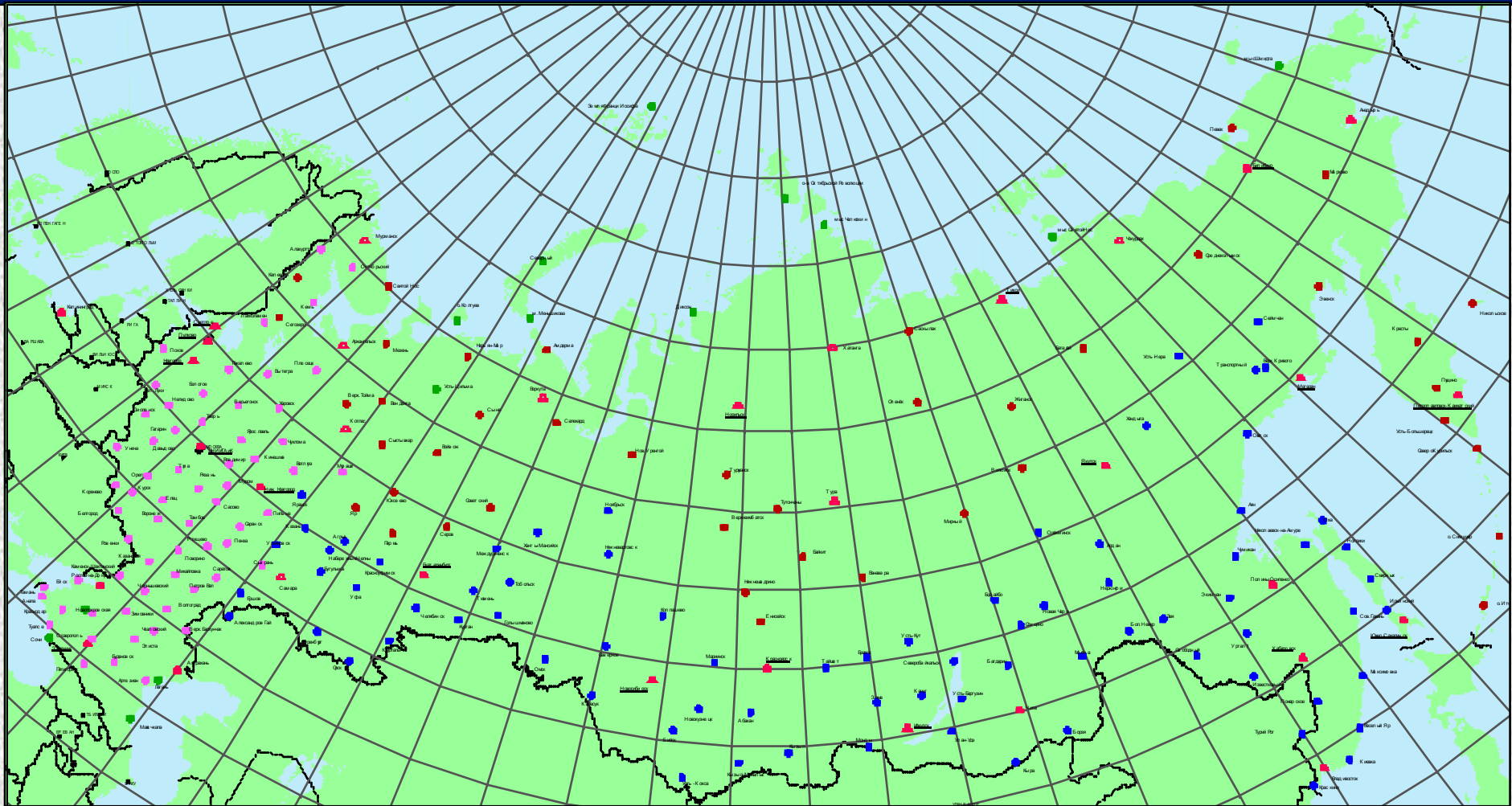


- ❑ - Точность и доступность ГЛОНАСС практически совпадает с характеристиками “Galileo” и лучше, чем у GPS, на широтах более  $45^\circ$ . Для околополярных областей доступность и точность ГЛОНАСС будет наивысшей.
- ❑ - На широтах менее  $45^\circ$  точность ГЛОНАСС наихудшая, а на широтах около  $27^\circ$  появляются пятна, где доступность этой системы становится весьма низкой.

# Тектоническая структура Евразийской плиты по данным GPS измерений.



# Geodetic Network in Russia



**34 - Fundamental geodetic points**  
**182 - Precise geodetic points**





1993 - 2003

Indonesia 110E

Polynesia 120W

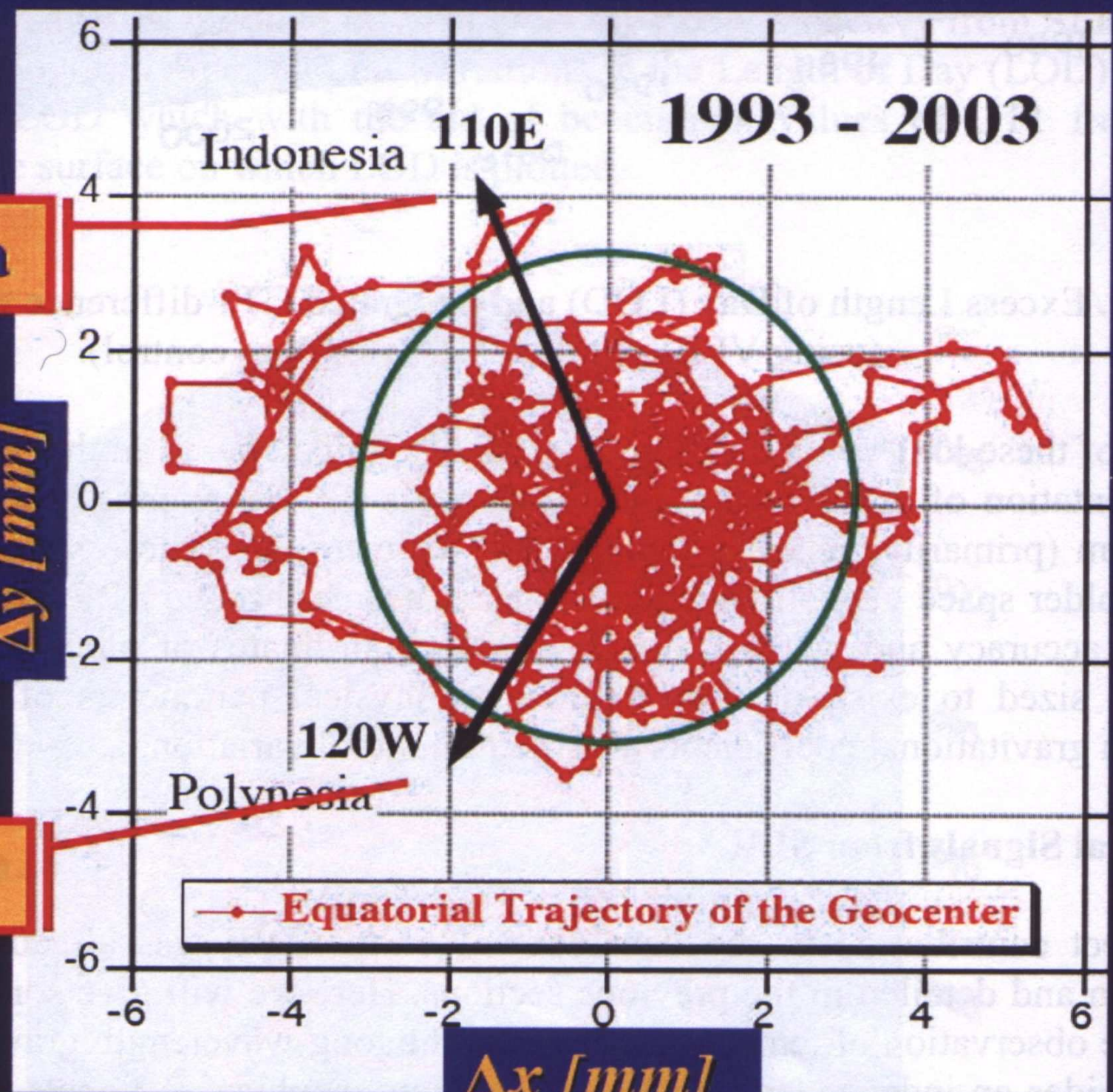
Indonesia

Polynesia

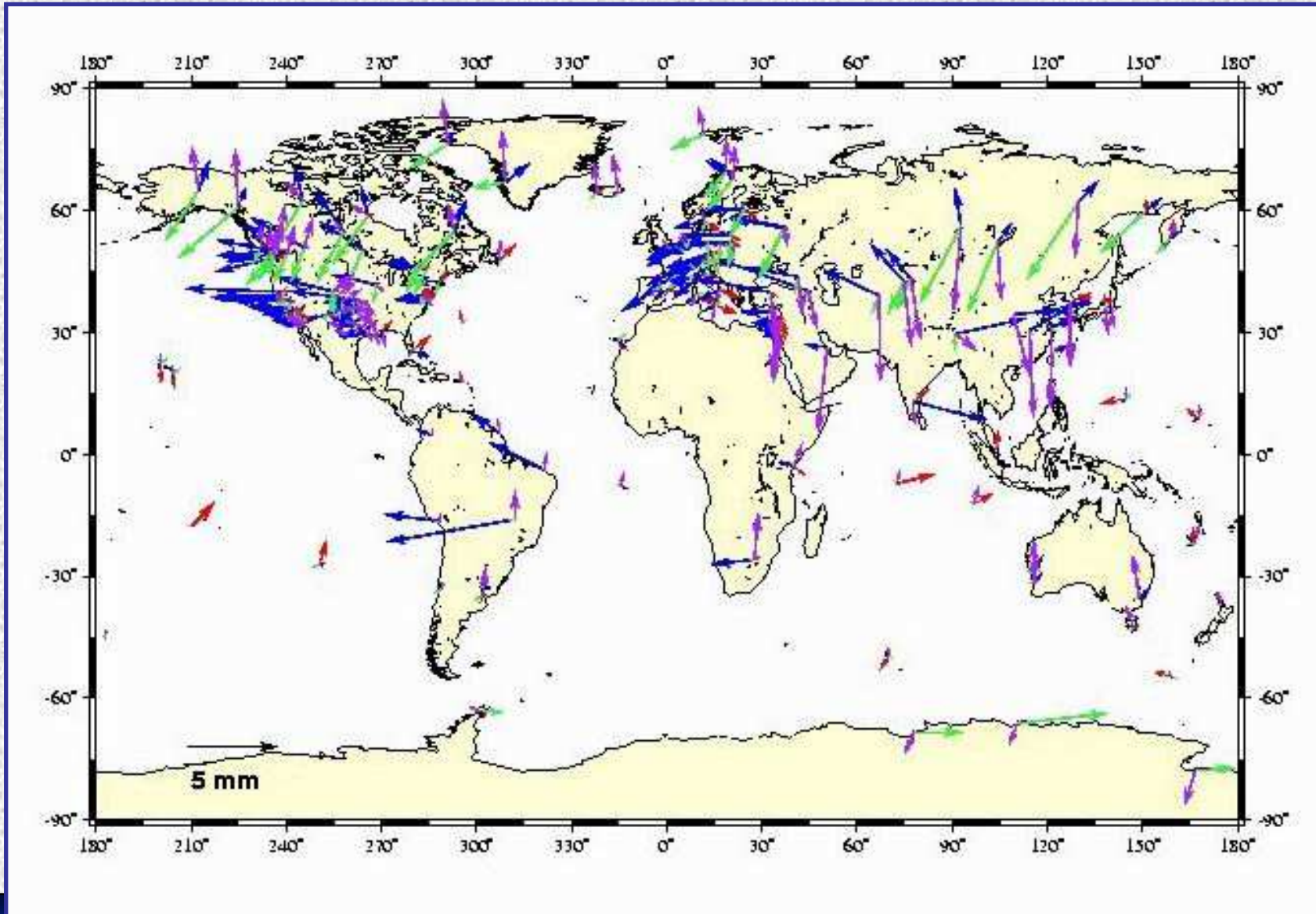
$\Delta y$  [mm]

$\Delta x$  [mm]

Equatorial Trajectory of the Geocenter

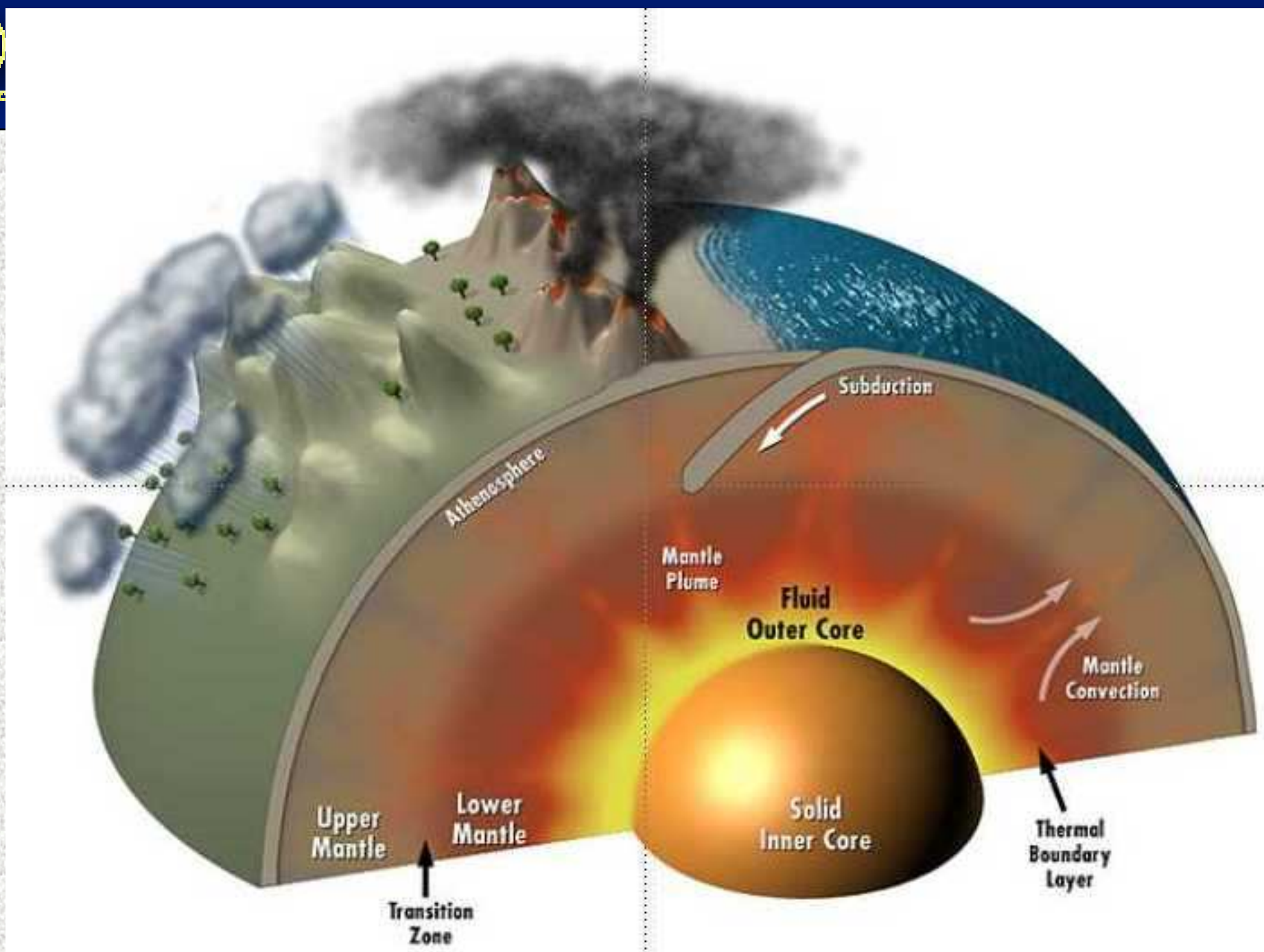


Annual vertical displacements at global GPS sites caused by atmosphere (purple arrow), non-tidal ocean (red arrow), snow (green arrow) and soil moisture (blue arrow)



- ❑ Полностью развернутая система ГЛОНАСС, со стабильными характеристиками на уровне мировых аналогов
- ❑ Налаженный серийный выпуск отечественной конкурентоспособной потребительской аппаратуры различного назначения
- ❑ Нормативная правовая база, регламентирующая применение технологий спутниковой навигации в социально-экономической сфере
- ❑ Созданная инфраструктура предоставления массовых координатно-временных и навигационных услуг, включая сеть операторов предоставления услуг

- Развитие средств координатно-временного и навигационного обеспечения отнесено к одной из приоритетных задач государственной политики Российской Федерации
- ГЛОНАСС – основа единой системы координатно-временного и навигационного обеспечения Российской Федерации
- ГЛОНАСС остается системой двойного назначения
- Обеспечена государственная поддержка по широкому внедрению технологий спутниковой навигации в различных областях экономики
- Основная цель международного сотрудничества – обеспечение совместимости и взаимодополняемости всех глобальных систем и их функциональных дополнений
- В соответствии с поручениями Президента Российской Федерации предусмотрено ускорение развертывания полной группировки системы ГЛОНАСС и обеспечение ее конкурентоспособности, приняты дополнительные меры по развитию отечественного рынка навигационных услуг



**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ !**