



Состояние и перспективы развития ГЛОНАСС

Мюнхенский Саммит по спутниковой навигации 2005
Мюнхен, 9 марта, 2005

Сергей Ревнивых
Отделение спутниковой навигации
Центр управления полетами
Центральный НИИ машиностроения
141070 Королев, Пионерская 4
sergey.revnivykh@mcc.rsa.ru
www.mcc.rsa.ru

- ❑ **Государственная политика**
- ❑ **Состояние системы**
- ❑ **План модернизации**
- ❑ **Международное сотрудничество**
- ❑ **Итоги**

- **ГЛОНАСС – система двойного назначения**
- **ГЛОНАСС – стратегический элемент в вопросах национальной безопасности**
- **Предоставление гражданских услуг ГЛОНАСС на безвозмездной основе**
- **Открытый доступ к структуре гражданских сигналов ГЛОНАСС для потребителей, разработчиков и изготовителей аппаратуры, создателей прикладных систем и провайдеров дополнительных услуг**
- **Обязательное использование на российской территории комбинированной аппаратуры, использующей сигналы ГЛОНАСС в комбинации с GPS**
- **Обеспечение совместимости и взаимодополнения системы ГЛОНАСС с системой GPS и будущей GALILEO**
- **Развитие рынка навигационных услуг GNSS**

- **Распоряжение Президента , 1999 г.**
- **Постановления Правительства, 1999 г.**
- **Федеральная целевая программа «Глобальная навигационная система», утвержденная постановлением Правительства 20 августа 2001 г.**
- **Концепция единой системы навигационно-временного обеспечения Российской Федерации, октябрь 2004 г. :**

Система ГЛОНАСС является основой единой системы навигационно-временного обеспечения



Направления ФЦП ГЛОНАСС



- **Поддержание и развитие системы ГЛОНАСС (Роскосмос, Минобороны России):**
 - Минимально необходимая группировка (18 спутников) – к 2008 году
 - Полная орбитальная группировка (24 спутника) - 2010
- **Разработка и подготовка серийного производства потребительской аппаратуры ГНСС для гражданских и правительственных потребителей (Агентство по промышленности Минпромэнерго России, Минобороны России)**
 - Комбинированные ГНСС приемники
 - Интегрированные системы на основе ГНСС-технологий
 - Создание элементной базы
- **Внедрение навигационных технологий на транспорте (транспортные агентства Минтранса России)**
- **Совершенствование геодезической системы России (Роскартография Минтранса России)**

Комплексная федеральная целевая программа – напрямую финансируется из федерального бюджета с ежегодным уточнением объемов

- **Роскосмос:**
 - Разработка ГЛОНАСС
 - Разработка дополнений ГЛОНАСС
 - Контроль характеристик ГЛОНАСС

- **Минобороны:**
 - Разработка ГЛОНАСС
 - Эксплуатация ГЛОНАСС
 - Разработка НАП для правительственных нужд



**РОСКОСМОС -
Координатор Программы**

- **Государственная политика**
- **Состояние системы**
- **Планы модернизации**
- **Международное сотрудничество**
- **Итоги**

На орбите 14 КА

- 12 КА «Глонасс» (САС 3 года):
 - Все в системе
- 2 КА «Глонасс-М» (САС 7 лет)
 - Оба на этапе ЛИ
- Следующий запуск – конец 2005 г.

**Block 34
Launch 2005 г.**

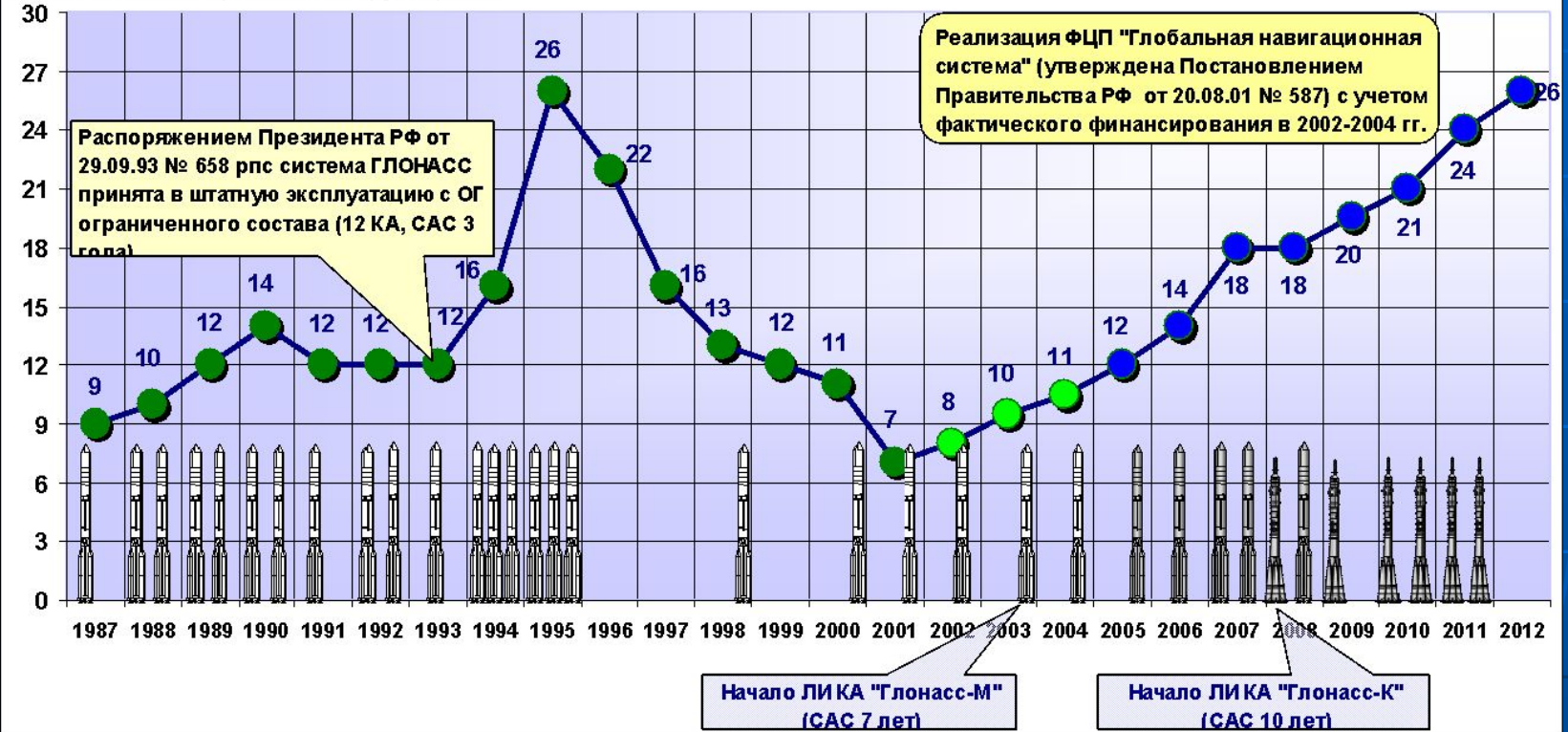
Глонасс-М № 13Л	Глонасс-М № 14Л	Глонасс № 98
САС 7 лет	САС 7 лет	САС 3 г.

Летные испытания
Flight test



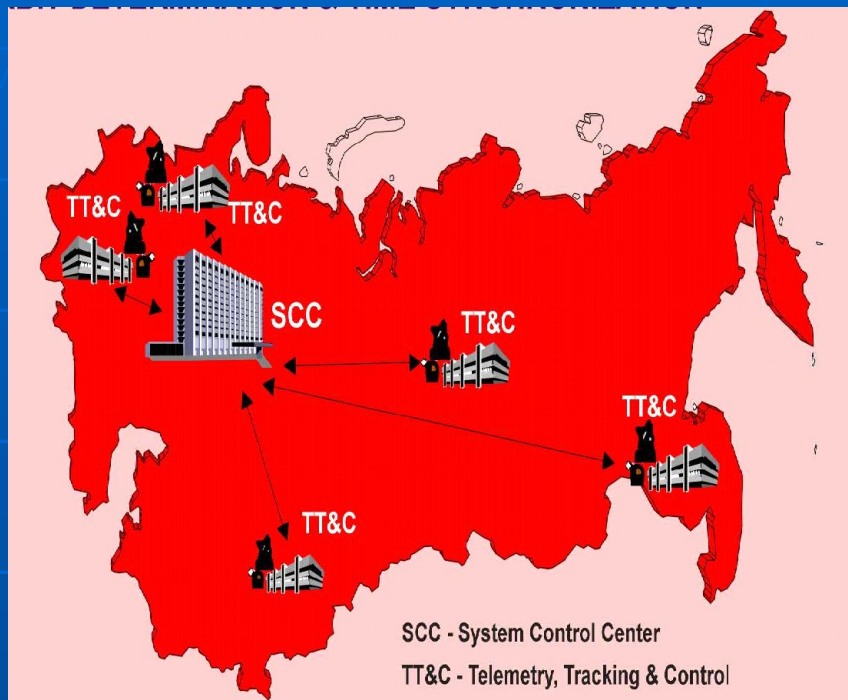
Программа развертывания орбитальной группировки системы ГЛОНАСС

количество КА в орбитальной группировке



Этапы развития орбитальной группировки ГЛОНАСС:

- 18 КА в группировке – 2007 г.
- 24 КА в группировке – 2010-2011 гг.

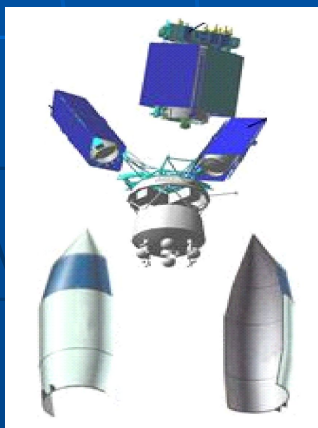


- **ЦУС ГЛОНАСС**
 - Краснознаменск, М.о.
 - Управление КА
 - ЭВО
- **Станции КИС**
 - Ленинградская обл.
 - Щелково, М.о.
 - Енисейск
 - Комсомольск на Амуре
- **Центральный синхронизатор**
 - Щелково, М.о.

Планы модернизации системы ЭВО:

- **Развертывание сети беззапросных станций:**
 - На пунктах Космических Войск
 - На пунктах Росстандарта (Менделеево, Новосибирск, Иркутск, Хабаровск)

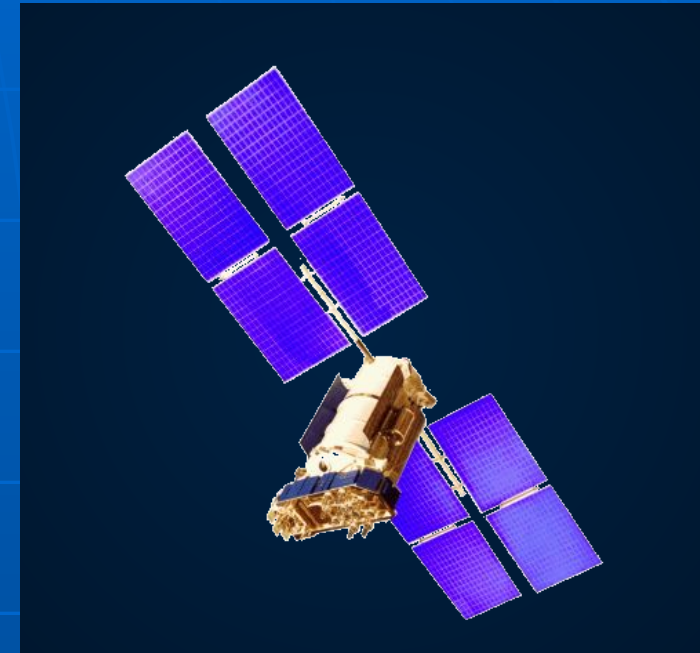
- Гарантированный САС 3 года
- Масса КА 1 415 кг
- Система электропитания 1 000 Вт
- Навигационная ПН
 - Масса 180 кг
 - Энергопотребление 600 Вт
- Стабильность БСУ (24 ч.) $5 \cdot 10^{-13}$
- Точность ориентации КА 0.5 град.
- Точность наведения СБ 5 град.



Групповой
запуск на РН
«Протон»

Всего запущен 81 КА
Реальный САС 4.5 года

- Гарантированный САС 7 лет
- Масса КА 1 415 кг
- Система электропитания 1 450 Вт
- Навигационная ПН
 - Масса 250 кг
 - Энергопотребление 580 Вт
- Стабильность БСУ (24 ч.) $1 \cdot 10^{-13}$
- Точность ориентации КА 0.5 град.
- Точность наведения СБ 2 град.



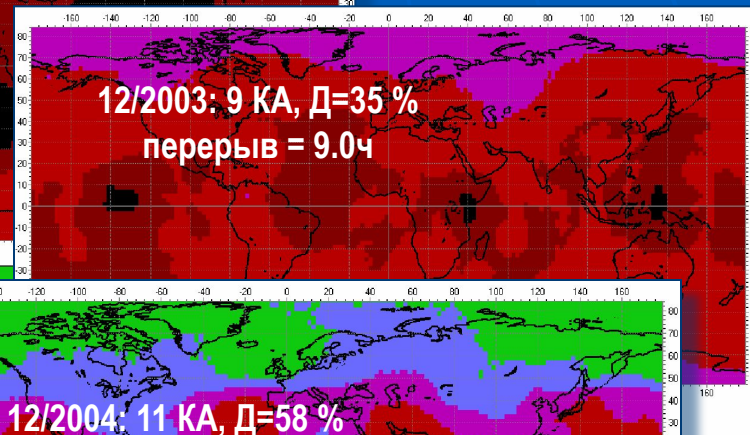
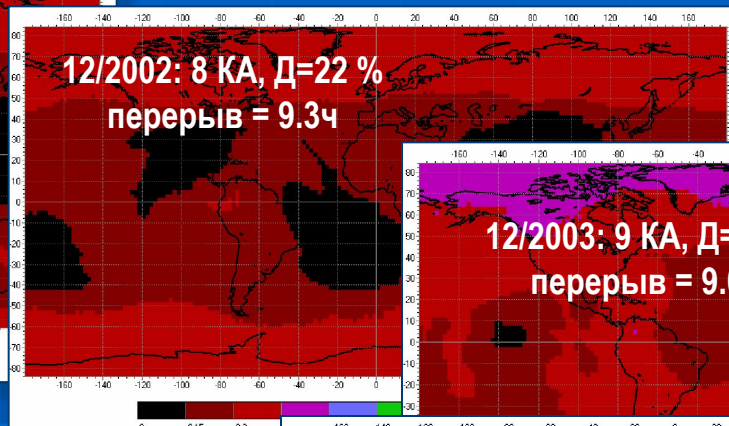
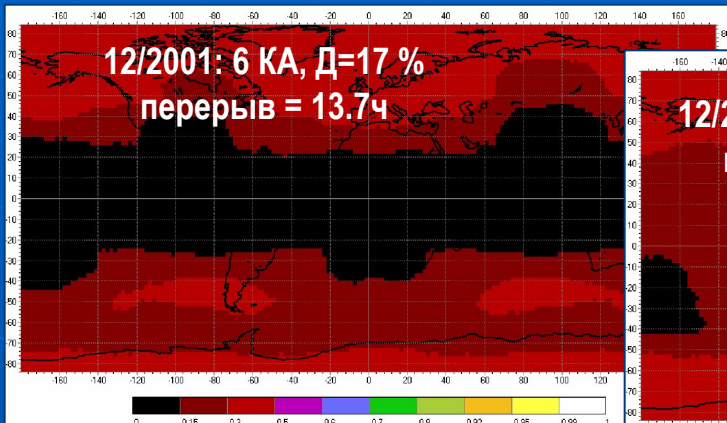
Отличия КА «Глонасс-М»:

- Увеличенный САС
- Второй гражданский сигнал на L2
- Повышенная стабильность часов
- Повышенная точность наведения СБ
- Улучшенная модель движения, снижен уровень непрогнозируемых ускорений

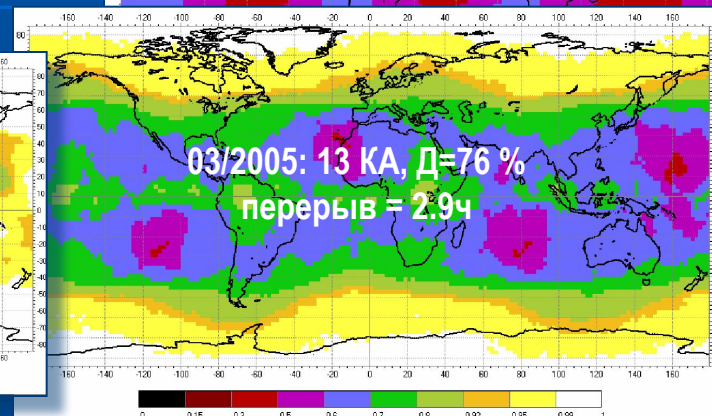
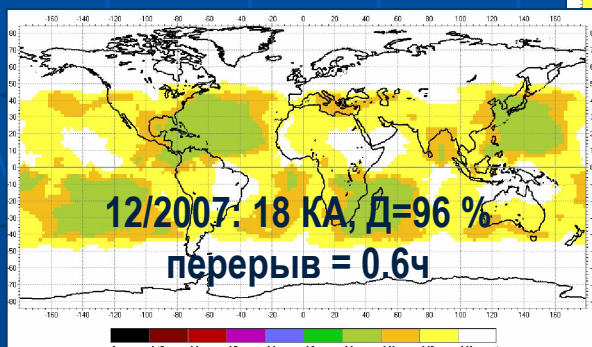
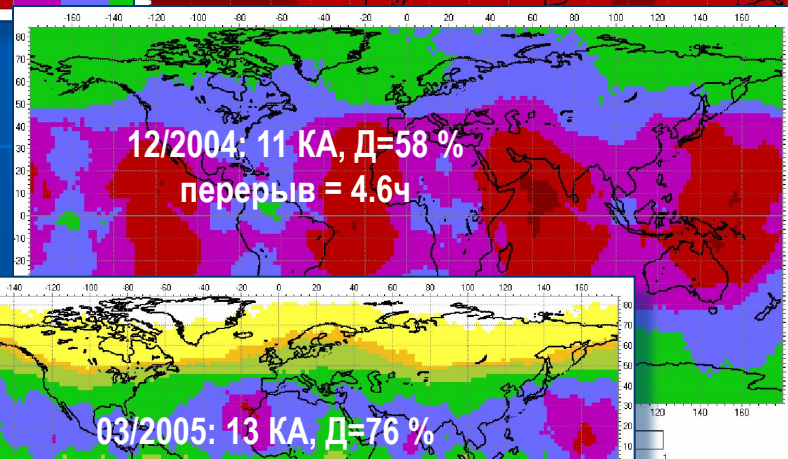


Групповой
запуск на
РН
«Протон»

Повышение доступности ГЛОНАСС



**С 2001 г. перерыв в
навигации сократился с
14 до 4 часов**



- **Государственная политика**
- **Состояние системы**
- **Планы модернизации**
- **Международное сотрудничество**
- **Итоги**

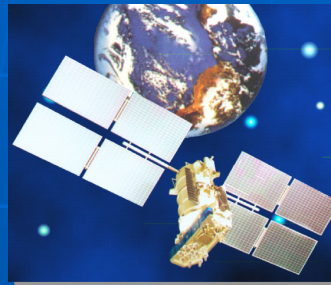
- **Реализация второго гражданского сигнала на L2 начиная с КА «Глонасс-М» №11Л в 2003 г. для повышения точности**
- **Реализация третьего гражданского сигнала на L3 на КА «Глонасс-К» в 2008 г. для повышения надежности и точности, особенно для потребителей с повышенными требованиями к безопасности**
- **Передача информации о целостности ГНСС в третьем гражданском сигнале ГЛОНАСС («Глонасс-К») – обеспечение надежности навигационных услуг**
- **Передача глобальных дифференциальных коррекций к эфемеридам и часам в третьем гражданском сигнале («Глонасс-К») – обеспечение субметровой точности навигации в реальном времени для мобильных потребителей**
- **Реализация функций поиска и спасания (расширение системы КОСПАС/SARSAT) – сокращение времени на точное определение координат терпящих бедствие**

«Глонасс» 1982-2007



Разработчик НПО ПМ
Изготовитель ПО «Полет»
Всего запущено 81 КА
Заказано 1 КА
На орбите 12 КА
САС 3 года

«Глонасс-М» 2003-2015



Разработчик НПО ПМ
Изготовитель НПО ПМ
Заказано 8 КА
На орбите 2 КА
План. заказать 6 КА
САС 7 лет
2^й гражданский сигнал

«Глонасс-К» 2008-2025



Разработчик НПО ПМ
Этап ОКР
План. заказать до 27 КА
САС 10 лет
3^й гражданский сигнал

«Глонасс-КМ» 2015-.....



Определение
требований
с 2002 г.

Модернизация НКУ
Модернизация комплекса ЭВО
Создание функциональных дополнений
Сертификация системы
Развитие рынка навигационных услуг

Реализация функций поиска и спасания
Дополнительные функции

- **Гарантийный САС** **10 лет**
- **Масса КА** **850 кг**
- **Система электропитания** **1 270 Вт**
- **Навигационная ПН**
 - **Масса** **260 кг**
 - **Энергопотребление** **750 Вт**
- **Стабильность БСУ (24 ч)** **$1 \cdot 10^{-13}$**
- **Точность ориентации** **0.5 град**
- **Точность наведения СБ** **1 град**



Отличия КА «Глонасс-К»:

- **Увеличенный САС**
- **Третий гражданский сигнал на L3**
- **Повышенные ТТХ**
- **Функция поиска и спасания**

**Групповой
запуск на
РН «Союз»**



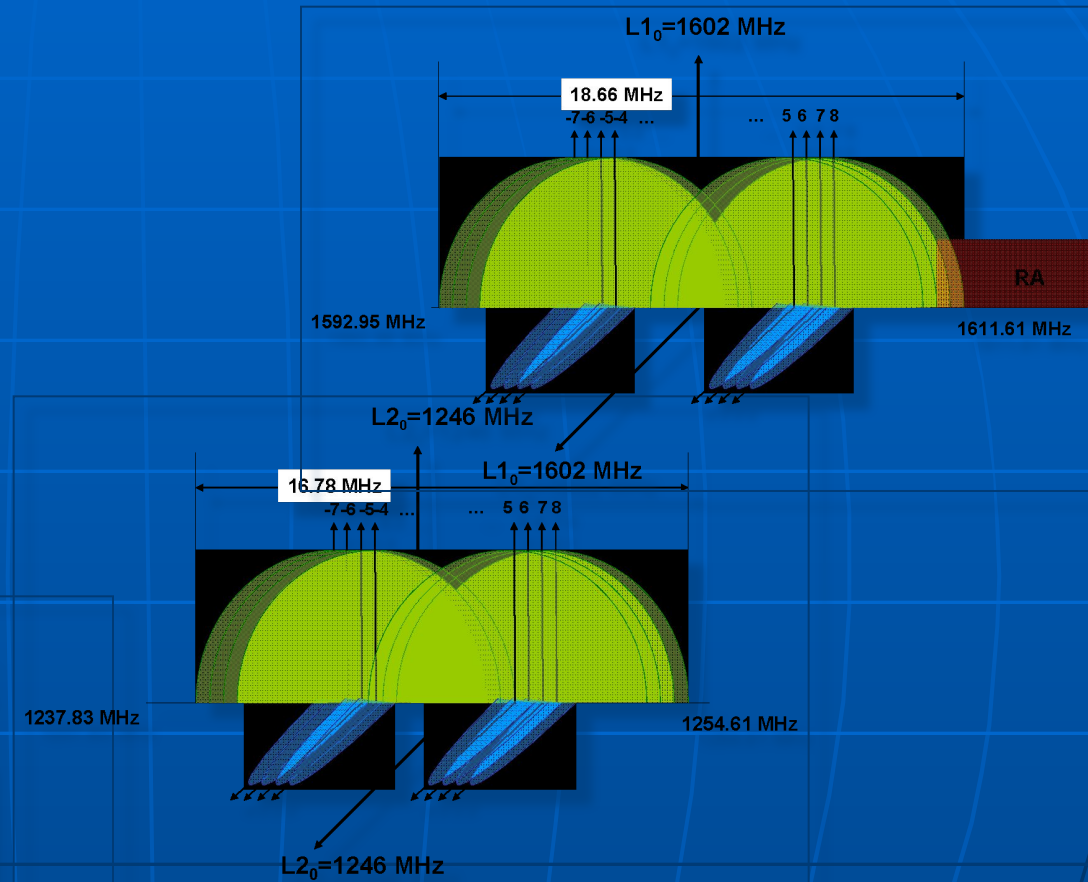
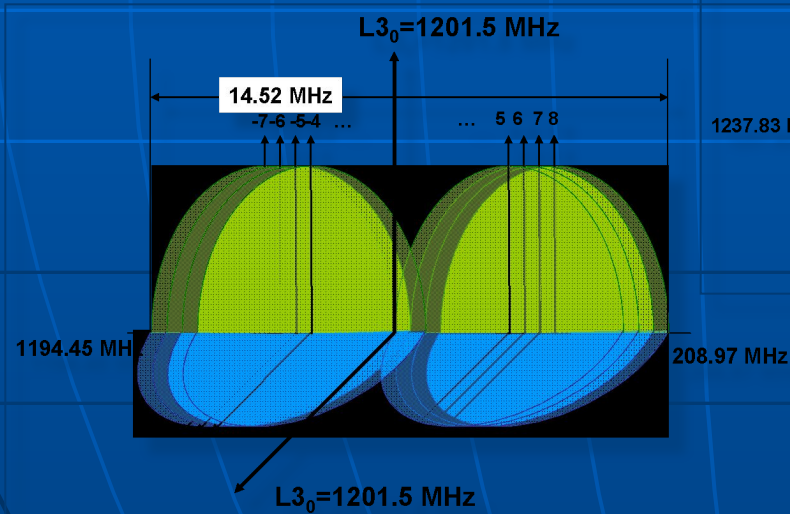
$$f_{k1} = f_{01} + k \cdot \Delta f_1$$

$$f_{k2} = f_{02} + k \cdot \Delta f_2$$

$$f_{k3} = f_{k1} \cdot 3/4$$

$$f_{01} = 1602 \text{ MHz}; \Delta f_1 = 562,5 \text{ kHz}$$

$$f_{02} = 1246 \text{ MHz}; \Delta f_2 = 437,5 \text{ kHz}$$



Создание дополнения ГЛОНАСС



В эксплуатации - с 2008 г.

«Глонасс-К»

ГЕО



Навигация в реальном времени:
глобально <1 м
регионально <5 см

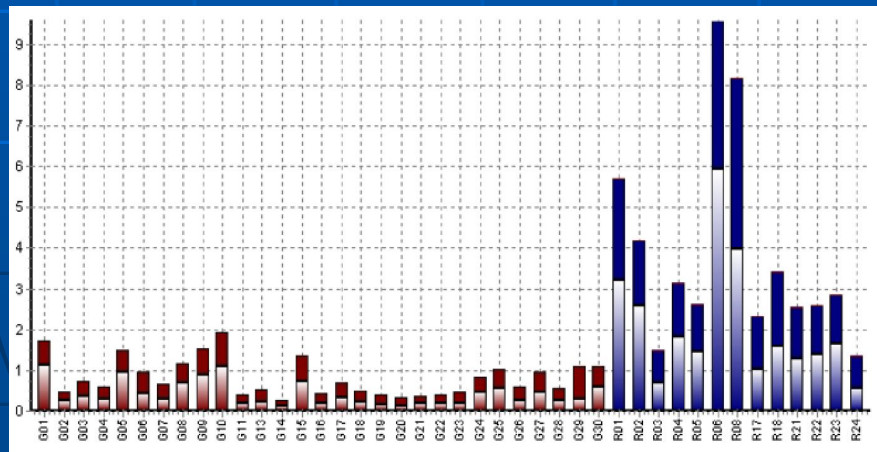
- Информация целостности
- Поправки к ЭВИ

- **Головной НИИ Роскосмоса ЦНИИмаш (информационно-аналитический навигационный центр) фактически выполняет функцию обратной связи в контуре управления ГЛОНАСС:**
 - Ежедневная оценка характеристик эфемеридно-временной информации
 - Использование данных глобальной сети IGS
 - Стимулятор повышения характеристик ГЛОНАСС

Ошибка орбиты по дальности

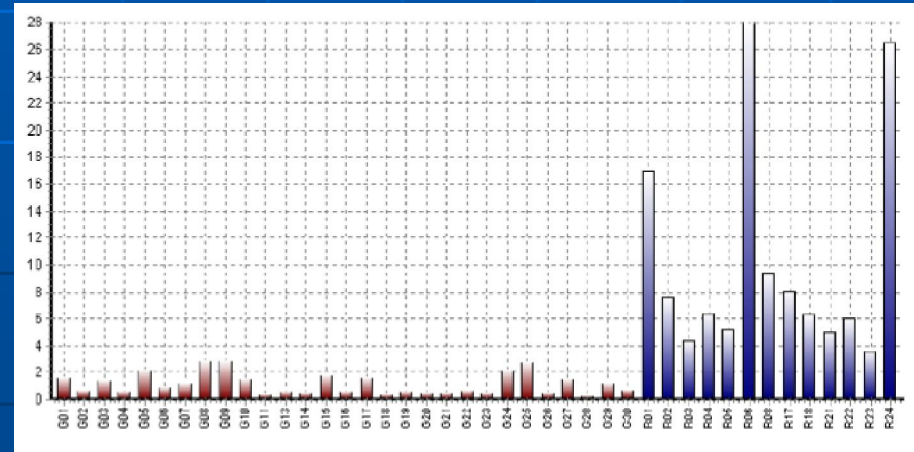
(12.02.2005)

SISRE



GPS

ГЛОНАСС



GPS

ГЛОНАСС

- **Государственная политика**
- **Состояние системы**
- **Планы модернизации**
- **Международное сотрудничество**
- **Итоги**

- **Дать потребителям более надежные и точные, с высокой доступностью навигационные услуги**
 - Разработка и модернизация ГЛОНАСС с учетом необходимости обеспечения совместимости и взаимодействия с существующими и будущими системами

- **Взаимовыгодное применение технологий ГНСС на мировом рынке навигационных услуг**
 - Согласование стандартов
 - Защита частотного диапазона
 - Совместная разработка потребительской аппаратуры и дополнений

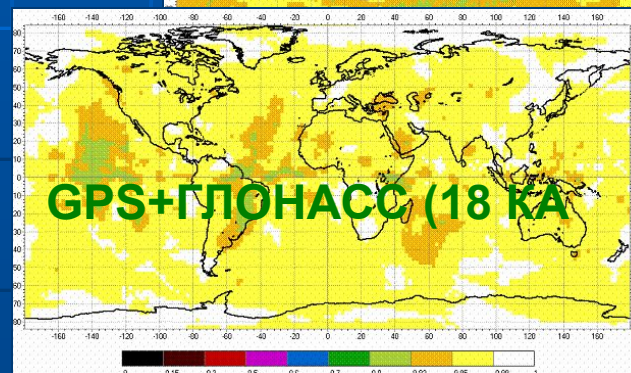
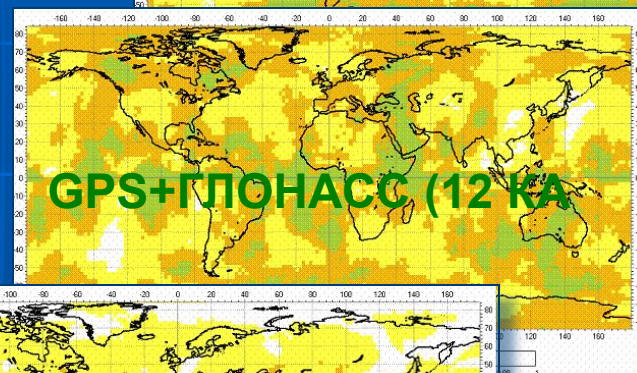
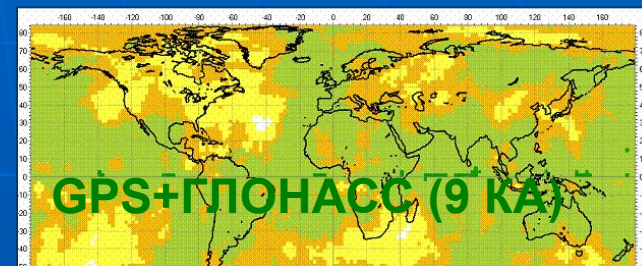
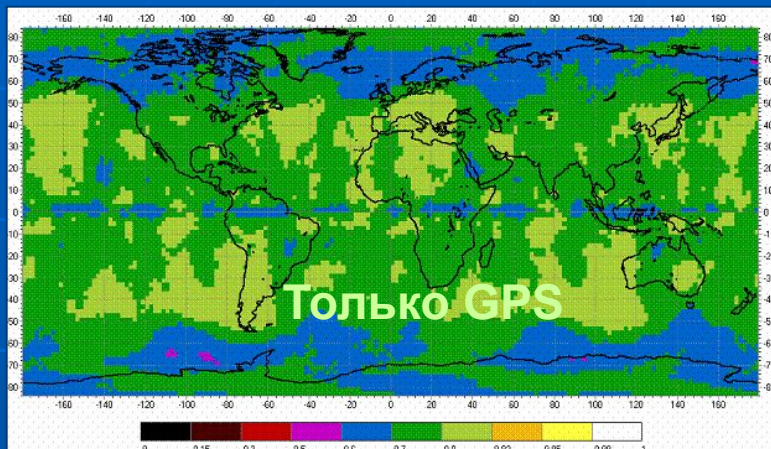
- **Возобновлен переговорный процесс**
 - Российско-Европейские консультации по подготовке Соглашения GALILEO/ГЛОНАСС – **текст почти согласован**
 - Техническая группа определяет пути обеспечения совместимости и взаимодополнения
 - Совместимость и взаимодополнение по сигналу L3/E5b
 - Передача поправок между системными шкалами времени
 - Согласование системы координат ГЛОНАСС с ITRF
- **Привлечение российской промышленности к разработке GALILEO**
 - Запуск КА GSTB-V2a/b на РН «Союз»
 - Установка лазерных отражателей НИИ ПП на КА GSTB-V2a/b
 - Участие в создании водородных часов
 - Участие российских компаний в 6-й рамочной программе Еврокомиссии

- **Соглашение подписано в декабре 2004:**
 - Охватывает гражданское применение ГЛОНАСС
 - Участие Индии в развитии ГЛОНАСС (включая запуски КА «Глонасс-М» с помощью индийских носителей GSLV)
 - Сотрудничество в области развития наземной инфраструктуры

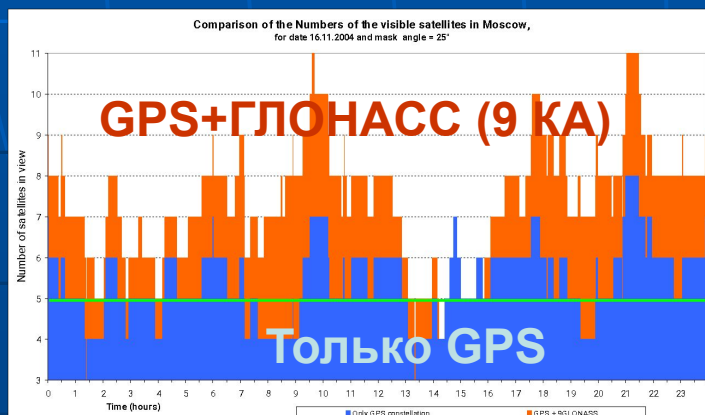
- **Полная совместимость систем ГЛОНАСС и GPS при существующих сигналах обеспечена при проектировании**
- **В декабре 2004 года подписано совместное заявление:**
 - **Подтверждено предоставление гражданских услуг ГЛОНАСС и GPS на безвозмездной основе**
 - **Сотрудничество в международных организациях**
 - **Обеспечение совместимости и взаимодополнения**
 - **Реализация функций поиска и спасания**
 - **Подготовка Соглашения**

Преимущества совместного использования

Повышение доступности при работе в городских и горных условиях
(GDOP < 5, угол места 25°)



Число КА в зоне видимости в течение суток для Москвы



- **Государственная политика**
- **Состояние системы**
- **Планы модернизации**
- **Международное сотрудничество**
- **ИТОГИ**

- ❑ **ГЛОНАСС – функционирующая и развивающаяся система**
- ❑ **Значимость ГЛОНАСС как элемента обеспечения национальной безопасности осознается на государственном уровне**
- ❑ **Повышение характеристик системы ГЛОНАСС предусмотрено в федеральной целевой программе**
- ❑ **Обеспечение совместимости и взаимодействия с существующими и перспективными системами является стратегическим направлением развития системы**



Федеральное космическое агентство Российской Федерации



Спасибо за внимание!