



ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ «ПОД КЛЮЧ»

Глобальные навигационные спутниковые системы

Желтоногов И.В.
к.т.н., Заместитель генерального
директора ООО «Гейзер-Телеком»



Рассматриваемые вопросы

1. Цели и задачи глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС)
2. Регулирование частот для ГНСС
3. Принципы работы ГНСС
4. Типовой состав ГНСС
5. Характеристики ГНСС
6. Применения ГНСС
7. Международное сотрудничество в области ГНСС





Цели и задачи глобальных навигационных спутниковых систем

3

Цель : Предоставление гарантированных качественных координатно-временных и навигационных услуг различным потребителям, расположенным на поверхности Земли или в околоземном пространстве

Основные задачи:

- ✓ Передача эфемеридной информации о местоположении навигационных спутников в определенный момент времени;
- ✓ Передача временной информации высокой точности с привязкой к сигналам UTC;
- ✓ Передача информации о целостности и достоверности передаваемой эфемеридно-временной информации.





Регулирование частот для глобальных навигационных спутниковых систем

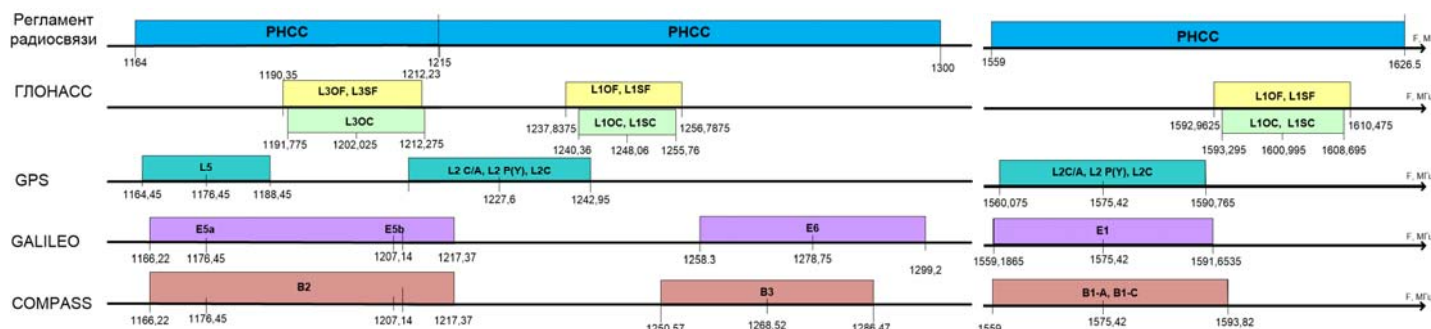
4



Глобальные радионавигационные спутниковые службы работают в рамках радионавигационной спутниковой службы

1.43 PP Радионавигационная спутниковая служба - спутниковая служба радиоопределения, используемая для целей радионавигации

4.10 PP Государства-Члены признают, что аспекты безопасности радионавигационной службы и других служб безопасности требуют специальных мер по обеспечению ограждения их от вредных помех; необходимо, таким образом, учитывать этот фактор при присвоении и использовании частот.





Глобальные навигационные системы в документах МСЭ- R (1/2)

5

Рекомендации МСЭ-R для систем РНСС

МСЭ-R М.1901 - Руководство по Рекомендациям МСЭ-R, касающимся систем и сетей радионавигационной спутниковой службы, работающих в полосах частот 1164-1215 МГц, 1215-1300 МГц, 1559-1610 МГц, 5000-5010 МГц и 5010-5030 МГц

МСЭ-R М.1787 - Описание систем и сетей радионавигационной спутниковой службы (космос-Земля и космос-космос) и технические характеристики передающих космических станций, работающих в полосах частот 1164-1215 МГц, 1215-1300 МГц и 1559-1610 МГц

МСЭ-R М.1902 - Характеристики и критерии защиты приемных земных станций радионавигационной спутниковой службы (космос-Земля), работающих в полосе частот 1215-1300 МГц

МСЭ-R М.1903 - Характеристики и критерии защиты приемных земных станций радионавигационной спутниковой службы (космос-Земля) и приемников воздушной радионавигационной службы, работающих в полосе частот 1559-1610 МГц

МСЭ-R М.1904 - Характеристики, требования к показателям качества и критерии защиты приемных станций радионавигационной спутниковой службы (космос-космос), работающих в полосах частот 1164-1215 МГц, 1215-1300 МГц и 1559-1610 МГц

МСЭ-R М.1905 - Характеристики и критерии защиты для приемных земных станций в радионавигационной спутниковой службе (космос-Земля), работающих в полосе частот 1164-1215 МГц





Глобальные навигационные системы в документах МСЭ- R (2/2)

6

Рекомендации МСЭ-R для систем РНСС

МСЭ-R M.1906 – Характеристики и защитные критерии приемных космических станций и характеристики передающих земных станций в радионавигационной спутниковой службе (Земля-космос), работающих в полосе частот 5000–5010 МГц

МСЭ-R M.2031 - Характеристики и критерии защиты приемных земных станций и характеристики передающих космических станций радионавигационной спутниковой службы (космос-Земля), работающих в полосе 5010–5030 МГц

МСЭ-R M.1639-1 - Критерии защиты для воздушной радионавигационной службы в отношении суммарных излучений от космических станций в радионавигационной спутниковой службе в полосе частот 1164–1215 МГц

МСЭ-R M.1642-2 - Методика оценки максимальной суммарной эквивалентной плотности потока мощности на станции воздушной радионавигационной службы от всех систем радионавигационной спутниковой службы, работающих в полосе частот 1164–1215 МГц

МСЭ-R M.1831 - Методика координации для оценки межсистемных помех в РНСС

МСЭ-R M.2030 - Метод оценки для импульсных помех от соответствующих радиоисточников, отличных от систем и сетей радионавигационной спутниковой службы, работающих в полосах частот 1164-1215 МГц, 1215-1300 МГц и 1559-1610 МГц





Принцип работы навигационных спутниковых систем

7

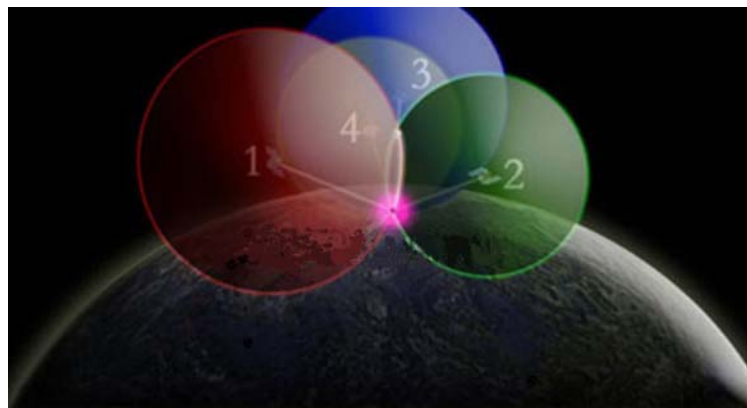
Входные данные:

- координаты спутника (определяются исходя из эфемеридной информации);
- расстояние от спутника до Земли,
- эталонное время.



Определяется:

- время распространения радиосигнала,
- расстояние от потребителя до минимум 4-х спутников,
- местоположение потребителя.





Типовой состав глобальных навигационных спутниковых систем

8

Глобальная навигационная спутниковая система

Космический комплекс

Орбитальная группировка

Ракетно-космический комплекс

Наземный комплекс управления и контроля

Система апостериорного высокоточного определения эфемерид и временных поправок

Аппаратура потребителей навигационной и временной информации

Средства фундаментального обеспечения

Средства определения и прогнозирования вращения Земли

Средства формирования шкалы времени

Средства уточнения астрономических и геодезических параметров

Функциональные дополнения

Широкозонная дифференциальная система коррекции и мониторинга

Региональные дифференциальные системы

Локальные дифференциальные системы





Действующие глобальные и региональные навигационные спутниковые системы и их функциональные дополнения

Глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС)

- ГЛОНАСС (Российская Федерация)  >24 КА(ГНСС)
- GPS (США)  30-36 КА(ГНСС)
- GALILEO (ЕС)  27 КА(ГНСС)
- COMPASS-M (КНР)  27 КА(ГНСС)

Региональные навигационные спутниковые системы (РНСС)

- IRNSS (Индия)  7 КА (РНСС)
- QZSS (Япония)  3 КА (РНСС)
- COMPASS-I,G (КНР)  10 КА (РНСС)

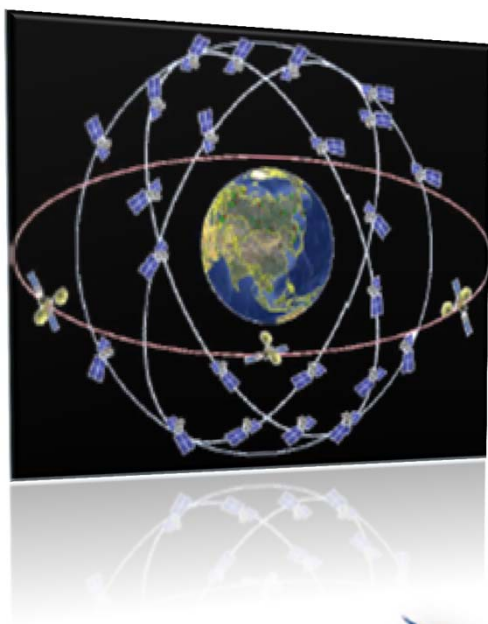
Функциональные дополнения

- СДКМ (Российская Федерация)
- WAAS (США)
- EGNOS (ЕС)
- MSAS (Япония)
- GAGAN (Индия)



Система ГЛОНАСС (1/3) Основные характеристики

10



Основные характеристик	
Количество спутников	24 и более
Количество плоскостей	3
Количество спутников в плоскости	8
Высота орбиты	19100 км
Наклонение	64 град.
Период обращения	11 час 15 мин
Используемые диапазоны частот	L1, L2, L3

«Глонасс»
1982



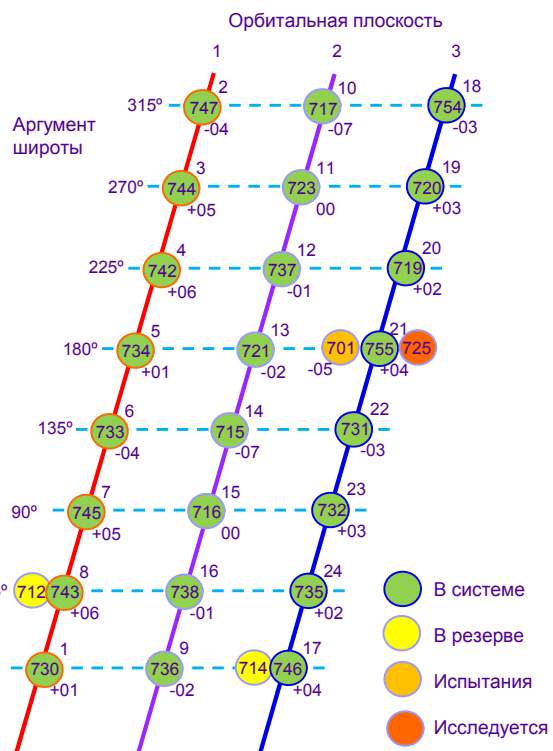
«Глонасс-К»
2011

«Глонасс-М»
2003



Система ГЛОНАСС (2/3) Текущее состояние

11

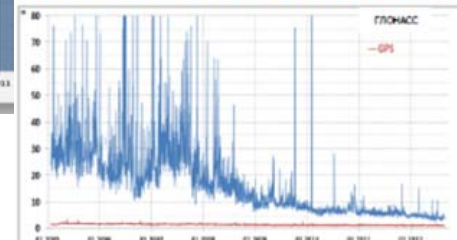


Всего в составе ОГ ГЛОНАСС на 12.09.2014	28 КА
Используются по целевому назначению	24 КА
На этапе ввода в систему	-
Временно выведены на техобслуживание	-
На исследовании Главного конструктора	1 КА
Орбитальный резерв	2 КА
На этапе летных испытаний	1 КА

Восполнение ОГ ГЛОНАСС



Повышение точности ГЛОНАСС





Система ГЛОНАСС (3/3) Дальнейшее развитие *

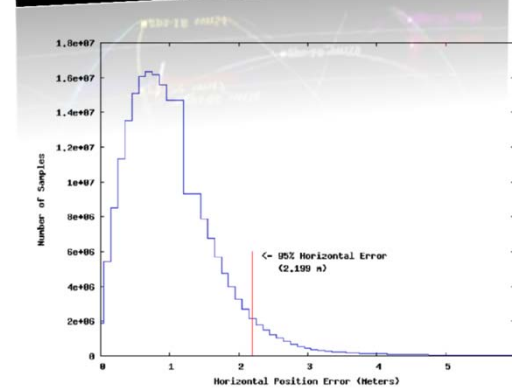
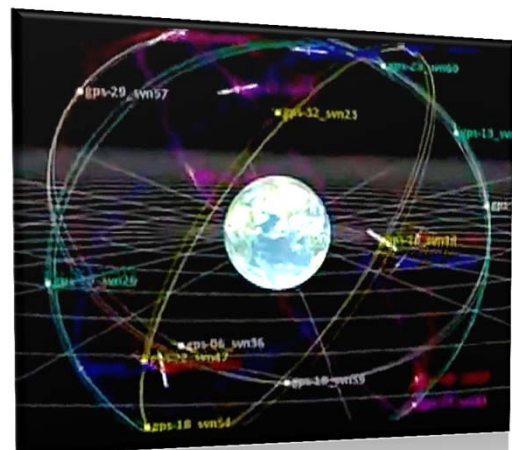
12



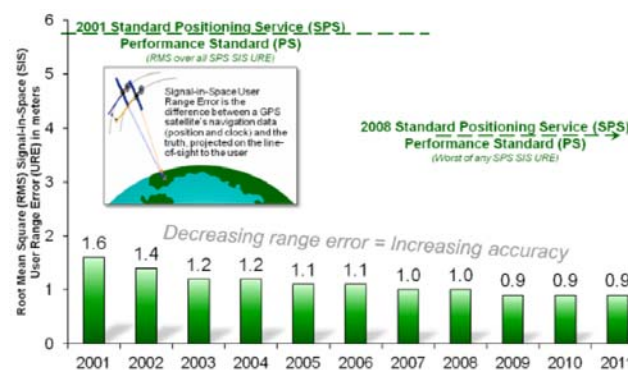


Система GPS (1/3)

Основные характеристики



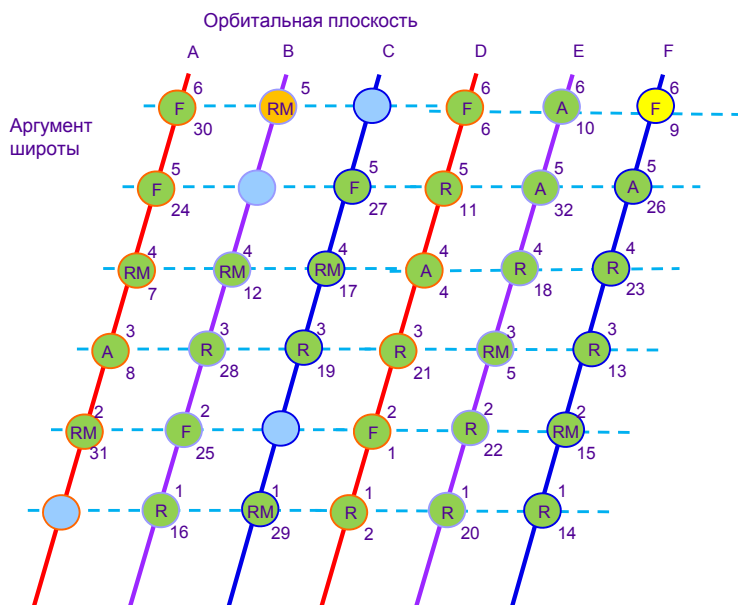
Основные характеристик	
Количество спутников	30 - 36
Количество плоскостей	6
Количество спутников в плоскости	5...6
Высота орбиты	20181.6 км
Наклонение	55 град.
Период обращения	11 час 58 мин
Используемые диапазоны частот	L1, L2, L5





Система GPS (2/3) Текущее состояние

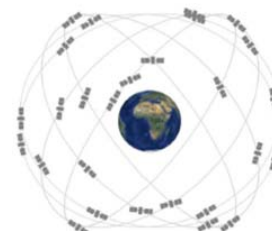
14



Всего в составе ОГ GPS на 12.09.2014	32 КА
Используются по целевому назначению	30 КА
На этапе ввода в систему	1 КА
Временно выведены на техобслуживание	1 КА
На этапе вывода из системы	-
Орбитальный резерв	-
На этапе летных испытаний	-

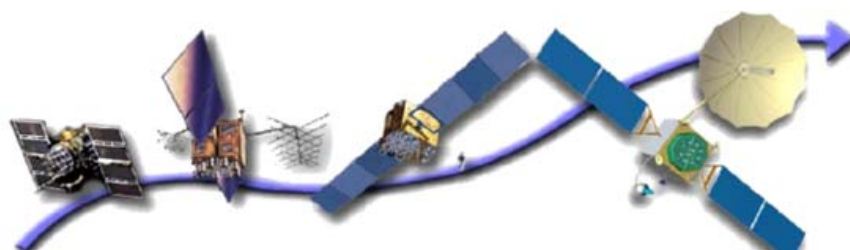
- В системе
- В резерве
- Испытания
- Свободно

Block II-A	5 КА
Block II-R	12 КА
Block II-RM	8 КА
Block II-F	7 КА





Система GPS (3/3) Дальнейшее развитие *



Блок II/IIR

- Базовый GPS
- Стандартная точность
 - Частота сигнала (L1)
 - (C/A - код)
 - Высокая точность
 - Y-код (L1Y & L2Y)
 - навигационный Y-код

Блок IIR-M, IIF

- IIR-M:** Возможности базовой GPS плюс
- **Второй гражданский сигнал (L2C)**
 - **M-код (L1M & L2M)**
- IIF:** Возможности IIR-M плюс
- **Третий гражданский сигнал (L5)**
 - 2 Рубид. + 1 Цезиев (часы)
 - Срок службы 12 лет

Блок III

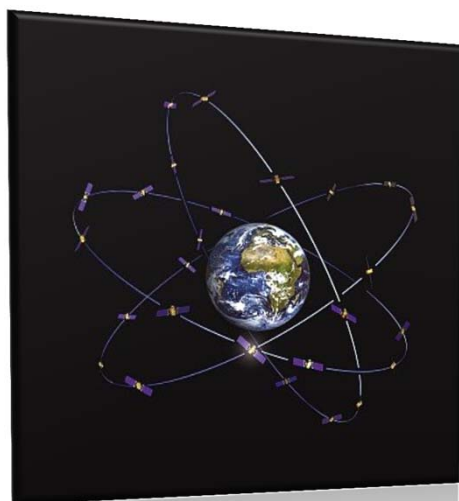
- Обратная совместимость
- **Четвертый гражданский сигнал (L1C)**
- Четырехкратное улучшение погрешности определения дальности по сравнению с IIF
- Улучшена доступность
- Улучшена целостность
- Срок службы 15 лет

Сигнал	Преимущества	Доступно	Будет доступен на 24 КА
L2C	Удовлетворяет коммерческим потребностям для ионосферной коррекции, выше эффективная мощность, и т.д.	на 10 КА	~2018
L5	Удовлетворяет требованиям обеспечения безопасности жизни; Возможность применения технологии трехчастотного позиционирования	на 3 КА	~2021
L1C	Взаимодополняемость ГНСС; Улучшение показателей качества в сложных условиях	первый КА в 2015 году	~2026

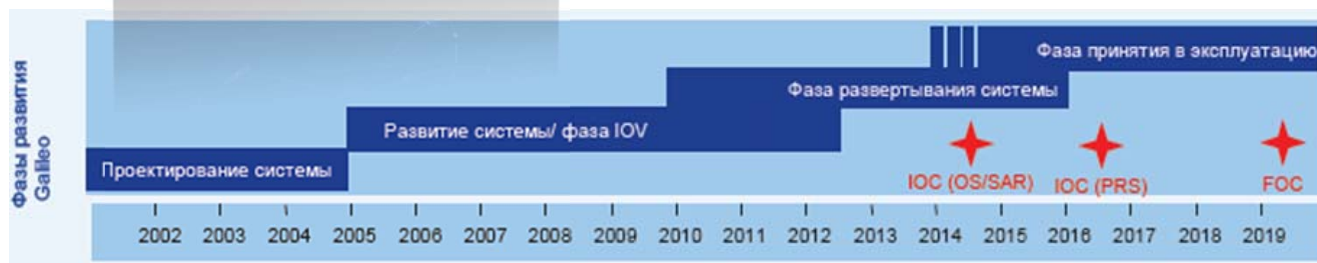


Система GALILEO (1/2) Основные характеристики

16



Основные характеристик	
Количество спутников	30
Количество плоскостей	3
Количество спутников в плоскости	10
Высота орбиты	23222 км
Наклонение	56 град.
Период обращения	14 час 4 мин
Используемые диапазоны частот	L1, E5, E6





Система GALILEO (2/2) Развитие системы *

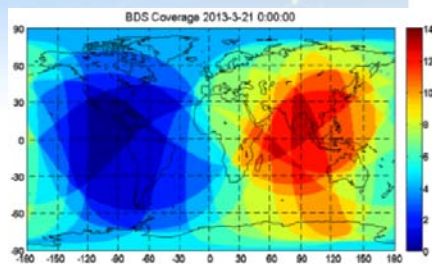
17



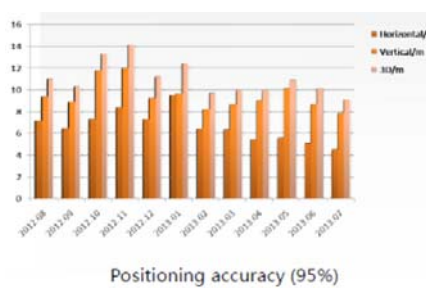


Система BeiDou (1/2) Основные характеристики

18



Основные характеристик	
Количество спутников	27 MEO + 5 GSO, 3 IGSO
Количество плоскостей	3
Количество спутников в плоскости	9
Высота орбиты	21527 км
Наклонение	55 град.
Период обращения	12 час 53 мин
Используемые диапазоны частот	B1, B2, B3

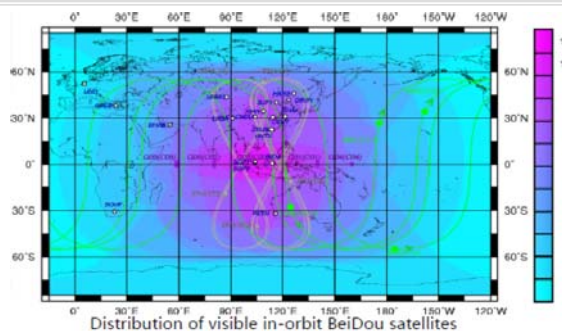




Система BeiDou (2/2) Развитие системы *

19

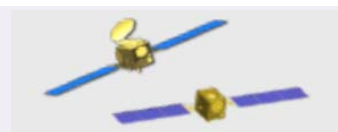
Всего в составе ОГ BeiDou	14 КА
На геостационарной орбите	5 КА
На геосинхронной наклонной орбите (i=55 град.)	5 КА
На средневысотной орбите	4 КА



Планы до 2020 г.

Космический
сегмент

- 5 КА на ГСО
- 30 КА на НГСО (3 КА на IGSO и 27 КА МЕО)
- Глобальное покрытие



Наземный сегмент
управления

- Головная станция управления
- Станции закладки информации
- Станции мониторинга



Пользовательский
сегмент

- Создание и внедрение пользовательских терминалов BeiDou
- Совместимость терминалов BeiDou с системами ГНСС





Взаимосвязь навигационных спутниковых систем с потребителями навигационных услуг

20





Применения глобальных навигационных спутниковых систем (1/16)

21





Применения ГНСС (2/16) Спутниковая навигация в авиации

22



- **Авиационные системы навигации:**
 - на маршруте,
 - при заходе на посадку,
 - при посадке
- **Системы зависимого наблюдения и предотвращения столкновения**

- **Системы управления воздушным движением**
- **Системы поиска и спасания**
- **Системы мониторинга и управления аэродромной спецтехникой**





Применения ГНСС (3/16)

23

Спутниковая навигация на морском/речном транспорте

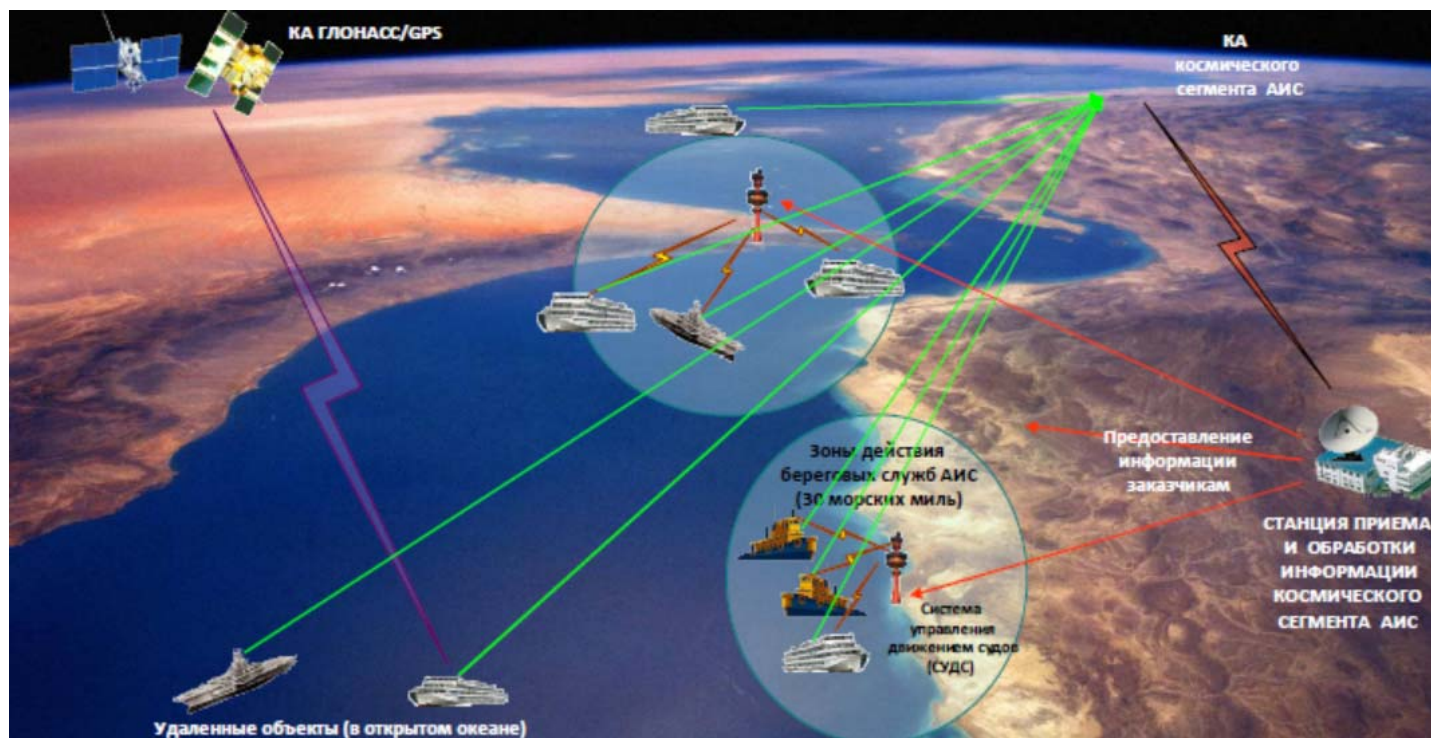
- Бортовые электронно-картографические, навигационно-информационные системы и оборудование
- Береговые системы управления движением судов
- Высокоточные навигационные системы в портах и проливах
- Системы безопасности, поиска и спасания





Применения ГНСС (4/16) Спутниковая навигация в системах поиска и спасения

24



Интегрирование существующих систем АИС с глобальными навигационными спутниковыми системами



Применения ГНСС (5/16) Спутниковая навигация на автотранспорте

25

Навигационные услуги для автомобилистов



Экстренные оперативные службы: МЧС, МВД, Скорая помощь



Системы платности дорог



Интеллектуальные транспортные системы городов и трасс



Системы мониторинга

Пассажирский транспорт



Коммерческий транспорт



Специальный транспорт: ЖКХ, лесное хозяйство, опасные грузы, дорожная техника





Применения ГНСС (6/16)

Системы экстренного реагирования на автотранспорте

Примеры государственных проектов использования ГНСС на автотранспорте

NG 9-1-1 США		Координаты мобильных телефонов и других устройств, включая автомобильные навигационно-связные терминалы автоматически определяются с использованием GPS и передаются в дежурно-диспетчерскую службу 911 при ручном или автоматическом вызове 911	с 2011 г.
eCall Европейский союз		Автомобили оборудуются навигационно-связными терминалами GALILEO/GPS, автоматически передающими в случае аварии свои координаты по каналам мобильной связи в дежурно-диспетчерскую службу	с 2014 г.
SAMVAR Бразилия		Автомобили оборудуются навигационно-связными терминалами GPS, автоматически передающими информацию при угоне , и дополнительным оборудованием для блокировки двигателя в интересах охранно-поисковых служб и организации мониторинга транспорта	с 2012 г.
ЭРА-ГЛОНАСС Россия		Новые автомобили оснащаются навигационно-связными терминалами ЭРА-ГЛОНАСС, автоматически передающими в случае аварии свои координаты по каналам мобильной связи экстренным оперативным службам (система 112)	с 2013 г.
EDR США		Новые автомобили оснащаются «черными ящиками» (EDR-Event Data Recorder), фиксирующими информацию о ДТП и параметрах работы узлов и агрегатов автомобиля.	с 2015 г.



Применения ГНСС (7/16) Системы мониторинга автотранспорта

27



Система управления пассажирскими перевозками



Система управления школьными автобусами



Система управления транспортом коммунальных служб



Система управления мобильными нарядами



Система управления бригадами Скорой помощи



Система обеспечения безопасности при перевозке опасных грузов



Система мониторинга сельскохозяйственной техники



Система мониторинга транспорта заготовки и перевозки лесоматериалов

- Сокращение издержек при перевозке грузов на 17-20 %
- Сокращение расходов топлива на 12-30 %.



Применения ГНСС (8/16) Интеллектуальные транспортные системы

28





Применения ГНСС (9/16) Спутниковая навигация в добывающей отрасли

29



- Рост объемов перевозок > **12%**
- Снижению потребления топлива на **8%**
- Снижение простоев на **50%** *)





Применения ГНСС (10/16) Спутниковая навигация в сельском хозяйстве

30



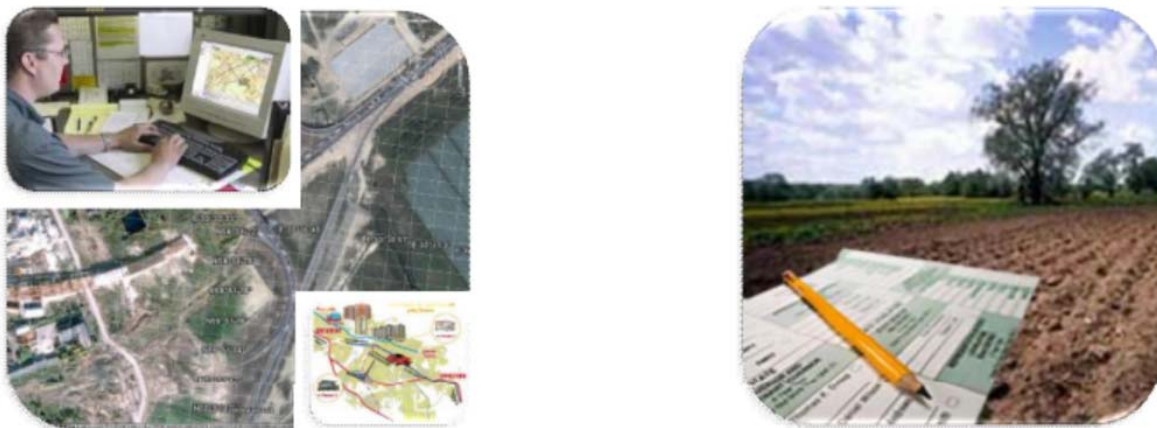
Сельское хозяйство с ГНСС в Австралии:

- увеличение дохода на **10%** ежегодно
- снижение затрат на ГСМ на **52%**
- снижение затрат на рабочую силу на **67%**
- валовая маржа увеличилась до **110\$^{*)}**





Применения ГНСС (11/16) Землеустройство, кадастр, картографирование, геодезия



- ✓ Ускорение сроков выполнения геодезических работ в 2-3 раза
- ✓ Снижение затрат на проведение кадастровых работ в 2 раза *)

*) по данным Конференции операторов и пользователей сетей спутниковой геодезической системы России РФ – 21-22 сентября 2011 г. – Москва

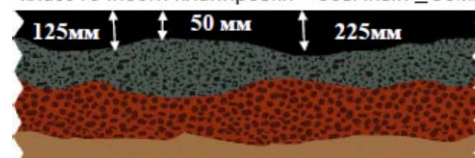


Применения ГНСС (12/16) Инженерные работы и строительство дорог

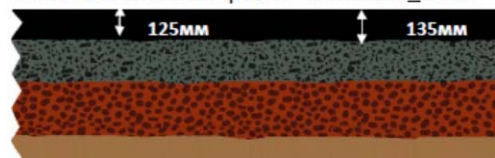
32



При использовании **стандартного** автогрейдера
класс точности планировки – обычный ± 50 мм



При использовании **навигационных технологий**
класс точности планировки – обычный ± 5 мм



Относительные
затраты *)





Применения ГНСС (13/16) Охрана лесов и лесное хозяйство

33



Определение зон слабой,
средней и сильной
лесопатологической угрозы



Наблюдение и контроль
за пожарной опасностью
в лесах



Мониторинг
лесонарушений



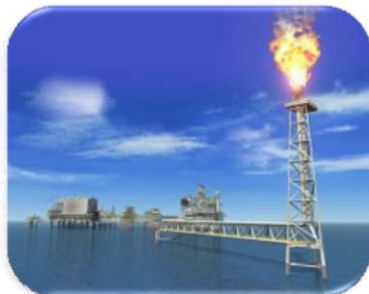


Применения ГНСС (14/16) Системы мониторинга зданий и сооружений

34

Назначение : непрерывный контроль смещений и колебаний элементов конструкций мостов, плотин, башен и других сооружений с целью:

- ранней диагностики целостности сооружения;
- оперативного обнаружения потери устойчивости сооружения



Контролируются:

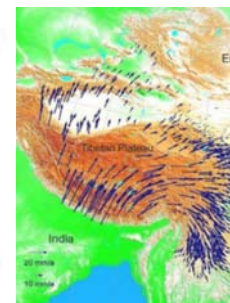
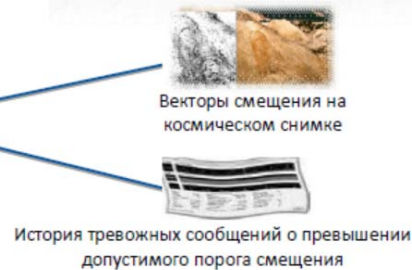
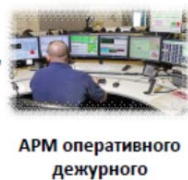
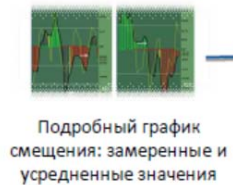
- спектральные характеристики колебаний в диапазоне от 0.1-10 Гц с погрешностью 1 мм;
- смещения по каждой пространственной оси с погрешностью 3-5 мм



Применения ГНСС (15/16) Контроль сейсмической активности и оползней

35

- Дистанционный мониторинг сейсмической активности и оползневых процессов
- Оперативная передача данных о состоянии сейсмически опасных зон и склонов в диспетчерский центр
- Анализ и обработка поступающих данных
- Оперативное оповещение в случае выявления угроз сейсмоактивности или оползней





Применения ГНСС (16/16) Системы синхронизации и точного времени

36

- Синхронизация сетей связи и вещания
- Наведение и слежение спутниковых антенн и радиоастрономических станций;
- Энергетика
- Телекоммуникационные системы и др.





Международное сотрудничество в области ГНСС

Международный комитет ООН по ГНСС (ICG) – международный форум для решения вопросов совместимости, взаимодополняемости, и глобального использования систем ГНСС

Состав комитета: более 20 стран и международных организаций



Заседания комитета:

I заседание: 2006 год, г. Вена (Австрия);



II заседание: 2007 год, г. Бангалор (Индия);



III заседание: 2008 год, г. Пасадена (США);



IV заседание: 2009 год, г. Санкт-Петербург (РФ);



V заседание: 2010 год, г. Турин (Италия)



VI заседание: 2011 год, г. Токио (Япония);



VII заседание: 2012 год, г. Пекин (Китай)



VIII заседание: 2013 год, г. Дубай (ОАЭ)



IX заседание планируется

провести в ноябре 2014 г. в г. Прага (Чехия)



Вопросы?

Спасибо за внимание !

ООО «Гейзер-Телеком»
Россия, 105118, Москва, ул. Вольная, д. 13
Тел.:(495) 784-63-77,
факс:(495) 784-63-29
www.geyser-telecom.ru