РОСКОСМОС

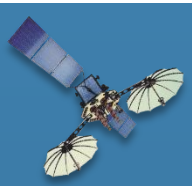
О КАЧЕСТВЕ НАВИГАЦИОННО-ВРЕМЕННЫХ ОПРЕДЕЛЕНИЙ В НАВИГАЦИОННОМ ПОЛЕ ГЛОБАЛЬНЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ

27–28 апреля, Москва

С.Н. Карутин,
Генеральный конструктор
системы ГЛОНАСС

2021

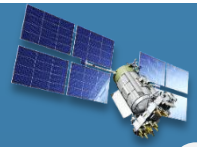
СУЩЕСТВУЮЩИЕ СТРУКТУРА И СОСТАВ СИСТЕМЫ ГЛОНАСС (НА 27.04.2021)



МКСР «Луч»

КА НА ГЕОСТАЦИОНАРНОЙ ОРБИТЕ

Всего 3 КА
Штатная эксплуатация **2 КА**
На тех. обслуживании **1 КА**



НКА НА СРЕДНИХ ОРБИТАХ



КА «Глонасс-М»

КА «Глонасс-К»





Глобальная сеть ГК «Роскосмос»
26 станций
на территории РФ
12 станций
за рубежом

Наземный комплекс управления
1 центр управления системы
8 беззапросных измерительных станций
3 беззапросных информационно-вычислительных системы
5 закладочных измерительных станций
3 квантово-оптические станции

Региональные и локальные функциональные дополнения
77 станций Минтранса
4 104 станции Росреестра
(СГС-1)

Средства фундаментального обеспечения
3 телескопа (32 м)
2 телескопа (7 м)
3 коррелятора
1 оптический репер частоты на холодных атомах
50 пунктов Фундаментальной астрономо-геодезической сети

27 КА

23 КА по целевому назначению

1 КА в орбитальном резерве

2 КА летные испытания

1 КА техническое обслуживание

УСЛУГИ СИСТЕМЫ ГЛОНАСС

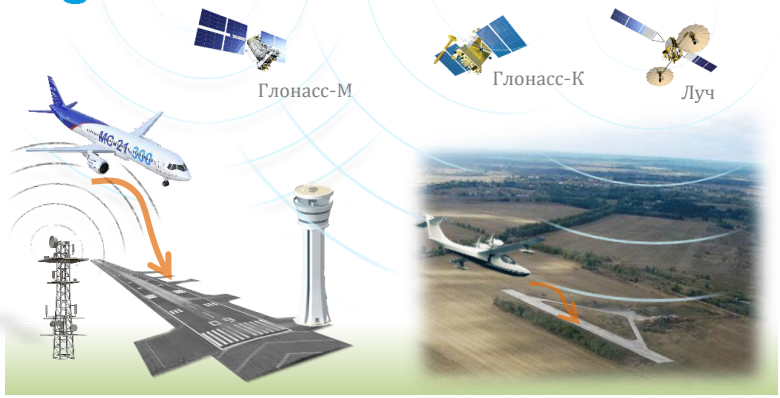
1. БАЗОВАЯ УСЛУГА

δ = 5,6 м



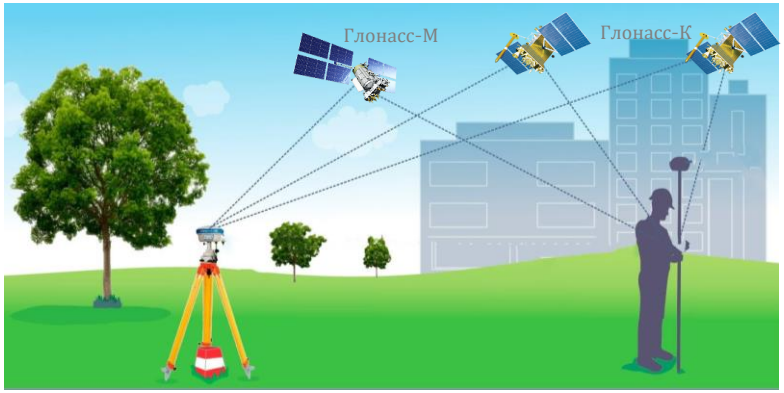
2. УСЛУГА ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ И ТОЧНОСТИ

δ = 1,0 м



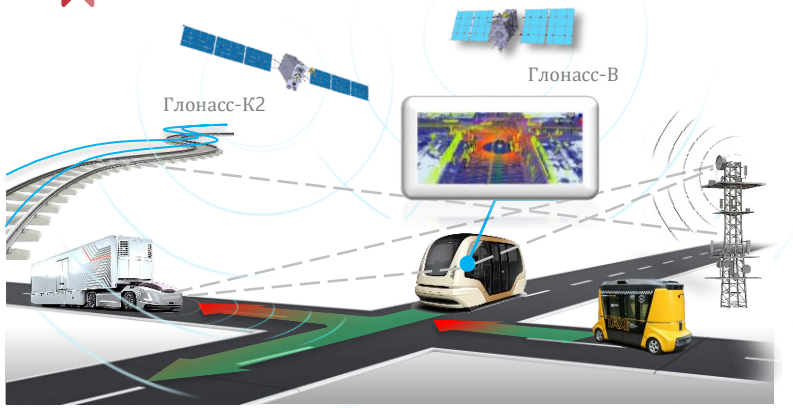
3. УСЛУГА ОТНОСИТЕЛЬНОЙ НАВИГАЦИИ

δ = 0,03 м



4. УСЛУГА ВЫСОКОЙ ТОЧНОСТИ

δ = 0,1 м



Сличение шкал времени

Временная синхронизация распределенных стендов

Связь земной и небесной систем координат (ИСК)

РОСКОСМОС

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

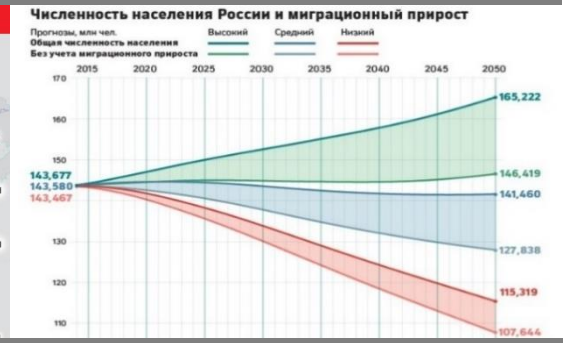
ПОТРЕБИТЕЛИ, РЕШАЕМЫЕ ЗАДАЧИ		НАВИГАЦИОННЫЕ ПАРАМЕТРЫ											
		Точность			Доступность, %			Целостность, с			Синхронизация, мкс		
		2020	2030	2035	2020	2030	2035	2020	2030	2035	2020	2030	2035
	ВОЗДУШНЫЕ												
	Полет по маршруту	0,3–5,8 км	0,2–5,5 км	0,1–5 км	100			10	6	6	Не предъявляются		
	Полет в зоне аэродрома	200 м	100 м	100 м									
	Заход на посадку (н/кат)	50–75 м	50 м	30–50 м									
	Заход на посадку (ИКАО)	2–8,5 м	1–8 м	1–5 м									
	Полет в условиях мегаполиса (БПЛА)		1–5 м	1–5 м									
	МОРСКИЕ												
	Плавание в открытом море	1,4–3,7 км	1–3 км	0,8–2,5 км	100			10	6	6	Не предъявляются		
	Плавание в прибрежной зоне	0,1–0,5 км	0,1–0,3 км	0,1–0,2 км									
	Заход в порт	20 м	15м	10 м									
	Маневрирование в порту	7 м	5 м	3–5 м									
	Специальные задачи	40–100 м	30–50 м	5–20 м									
	НАЗЕМНЫЕ												
	Движение по маршрутам	5–30 м	0,5–5 м	0,3–1 м	100			10	6	6	Не предъявляются		
	Автоматическое вождение в условиях мегаполиса		0,1–0,2 м	0,1–0,2 м									
	Сельскохозяйственные работы	0,1–0,2 м	0,05–0,15м	0,05–0,15м									
	Специальные задачи	0,1–0,2 м	0,1–0,2 м	0,05–0,15м									
	Энергетика и связь										1	0,001	0,001
	КОСМИЧЕСКИЕ												
	Метеорология	0,3–0,5 км	0,1–0,5 км	0,1–0,5 км	100			Не предъявляются			Не предъявляются		
	Геофизика	0,3–0,5 км	0,1–0,5 км	0,1–0,5 км									
	Картография	10–500 м	1–100 м	1–100 м									
	Геодезия	0,1–10 м	0,05–10 м	0,03–10 м									
	Специальные задачи	1–30 м	1–25 м	1–25 м									

РОСКОСМОС

ГЛОБАЛЬНЫЕ ВЫЗОВЫ, СТОЯЩИЕ ПЕРЕД РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИЕЙ

СОКРАЩЕНИЕ ТРУДОСПОСОБНОГО НАСЕЛЕНИЯ





ОБОСТРЕНИЕ БОРЬБЫ ЗА РЕСУРСЫ





ПОВЫШЕНИЕ МОБИЛЬНОСТИ





ТРЕБОВАНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЕ ИЗОБИЛИЕ



БЕЗОПАСНОСТЬ И КОМФОРТ



СКОРОСТНОЙ ТРАНСПОРТ

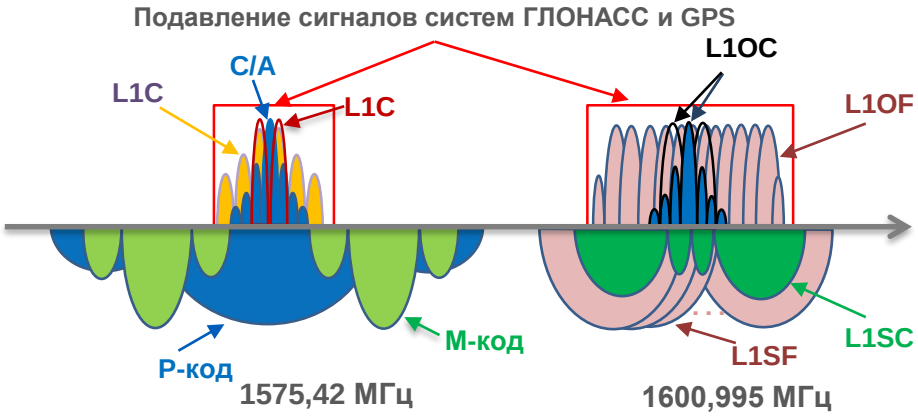


ГЛОБАЛЬНЫЕ ВЫЗОВЫ, СТОЯЩИЕ ПЕРЕД ГЛОНАСС

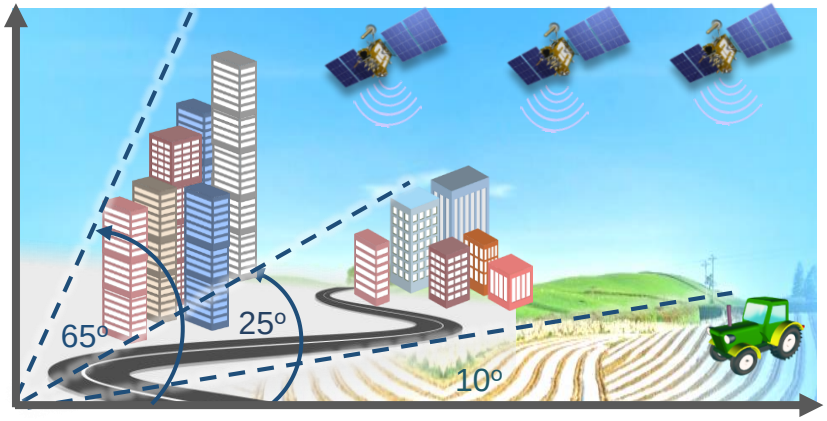
1. Повышение точности



3. Концепция навигационной войны NavWar (США)



2. Повышение доступности

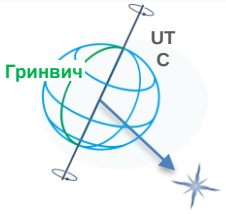


4. UTC – переопределение всемирного времени

Шкала времени системы ГЛОНАСС соответствует UTC(SU) и корректируется для компенсации неравномерного вращения Земли

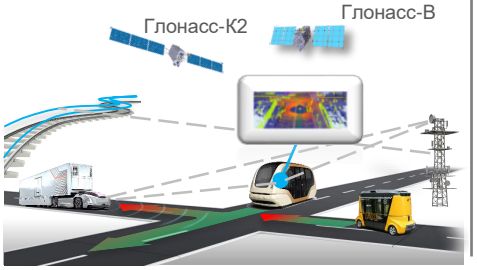
Международный союз электросвязи планирует переопределить Всемирное координированное время (UTC)

2027

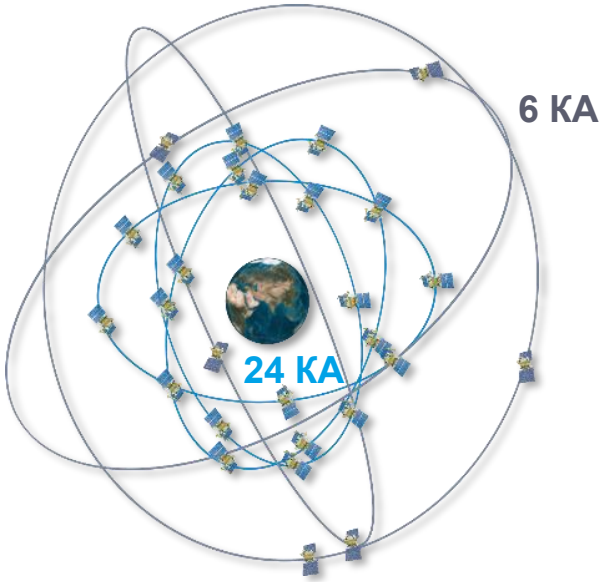


Шкалы времени систем GPS, Galileo, BeiDou будут синхронизированы UTC.
Шкалу времени системы ГЛОНАСС потребуется переопределять

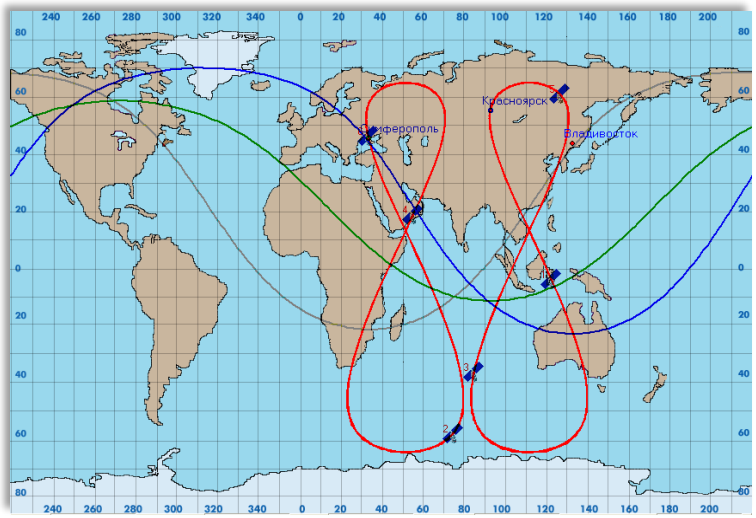
ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

ПОТРЕБИТЕЛИ	ТРЕБОВАНИЯ									УСЛУГИ
	Точность (СКП), м глобально/РФ			Доступность в РФ, % открытая местность/ сложные условия			Помехоустойчивость маскирующие помехи, дБ/ имитационные помехи, %			
	2020	2025	2030	2020	2025	2030	2020	2025	2030	
	2,76/2,76	2,76/2,06	2,65/1,98	99,997/ 65,4	100/ 93,5	100/ 93,5	30/–	60/50	90/70	1 БАЗОВАЯ УСЛУГА
	Оборудованные аэродромы 8 (в плане), 2 (по высоте) Оборудованные аэродромы 2,5 (в плане), 1,5 (по высоте)			100	100	100	30/0	60/50	90/70	2 УСЛУГА ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ И ТОЧНОСТИ
	0,03 (в режиме реального времени) 0,003 (в апостериорном режиме обработки сигналов)			–	100	100	0/0	40/50	60/70	3 УСЛУГА ОТНОСИТЕЛЬНОЙ НАВИГАЦИИ
	0,1	0,07	0,05	–	100	100	0/0	40/50	60/70	4 УСЛУГА ВЫСОКОЙ ТОЧНОСТИ

ПЕРСПЕКТИВНАЯ АРХИТЕКТУРА КОСМИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА СИСТЕМЫ ГЛОНАСС



6 КА на высоких геосинхронных орбитах с малым эксцентриситетом (0.072)



Количество плоскостей	3
Количество трасс	2
Количество КА	6
Наклонение орбит	64.8°
Большая полуось, км	42 164.142
Период, с	86 164
Эксцентриситет	0.072
Географическая долгота восходящего узла	60°, 120°

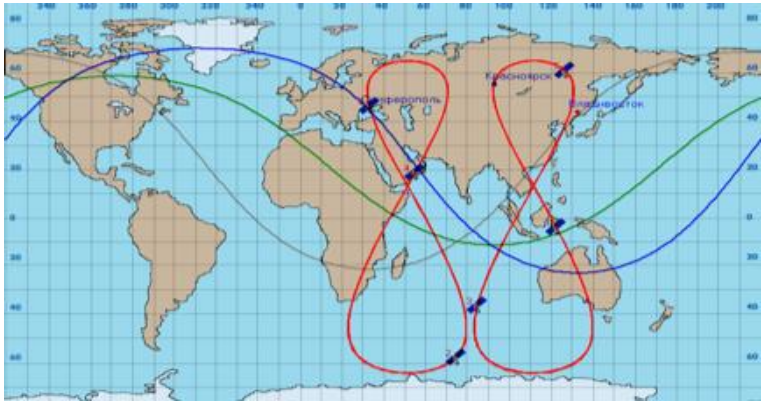
	24 КА ГЛОНАСС Мир / РФ + Арктика		24 КА ГЛОНАСС + 6 КА ВКК Мир / РФ + Арктика	
	Открытая местность (γ=5°)	Сложные условия (γ=25°)	Открытая местность (γ=5°)	Сложные условия (γ=25°)
Доступность PDOP≤6	99.991 / 100 %	49 / 79 %	99.9963 / 100 %	65.4 / 93.5 %
Средний PDOP	1.94/1.74	3.63 / 3.49	1.71 /1.45	3.53 /2.98
	3 КА Луч		6 КА ВКК	
Доступность канала доставки высокоточной ЭВИ (Видимость 1 НКА в видимости НКУ)	87.1 / 84 %	61.8 / 18 %	66.1 / 100 %	48.5 / 100 %
Доступность дублированного канала доставки высокоточной ЭВИ (Видимость 2 НКА в видимости НКУ)	27.5 / 35 %	6.8 / 0 %	45.3 / 100 %	26.6 / 95.9 %

ПАРАМЕТРЫ ВЫСОКООРБИТАЛЬНОГО КОСМИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА (ВКК)

Параметры дополнительной орбитальной группировки

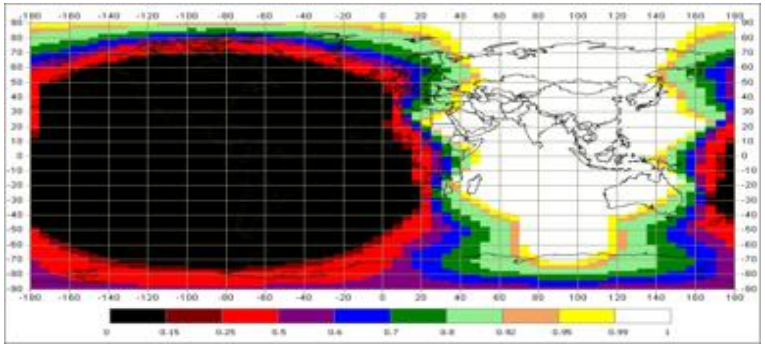
Количество плоскостей	3
Количество трасс	2
Количество КА	6
Наклонение орбит	64.8°
Большая полуось, км	42 164.142
Период, с	86 164
Эксцентриситет	0.072
Географическая долгота восходящего узла	60°, 120°

Трасса полета КА ВКК

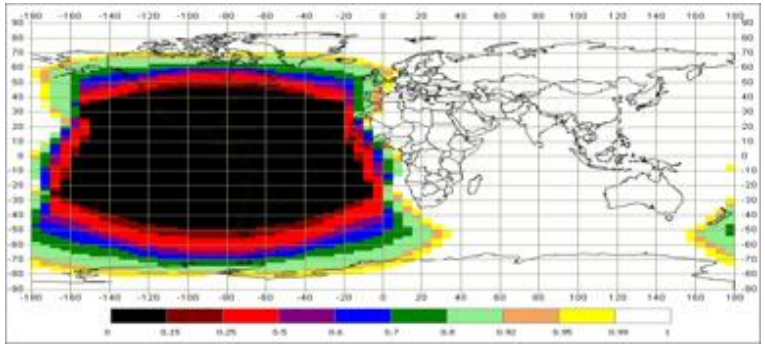


Доступность PDOP

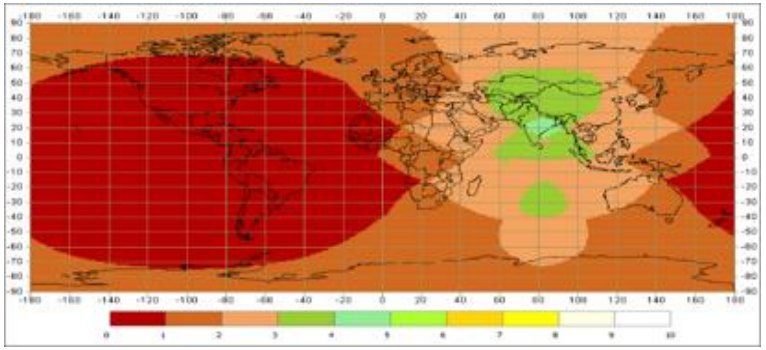
Сложные условия

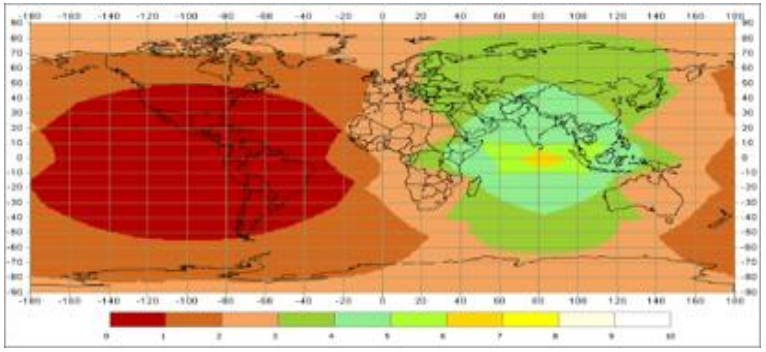


Открытая местность



Минимальное число видимых КА





ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ

Для эффективной борьбы с помехами необходимо учитывать пространственные характеристики сигналов постановщиков помех

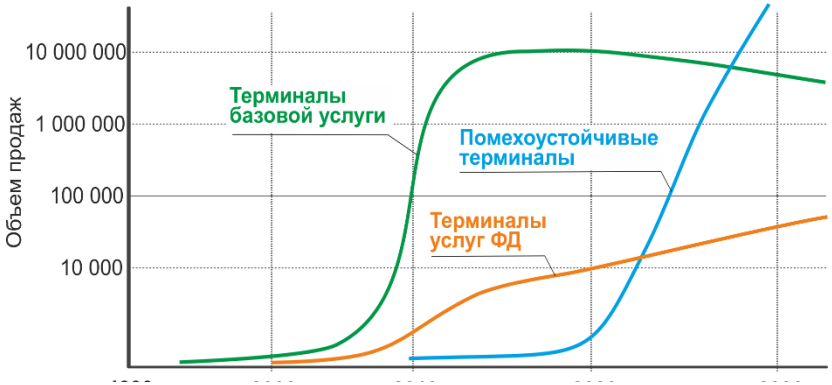
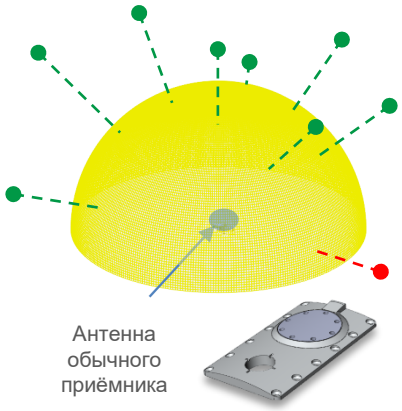
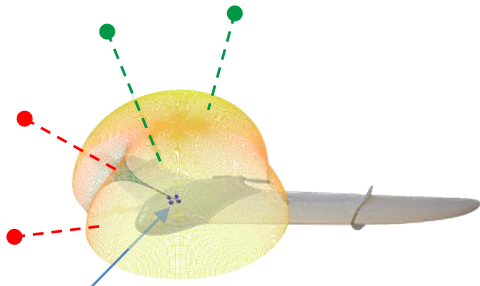


Диаграмма направленности антенны одноантенного приёмника



Антенна обычного приёмника

Адаптивная диаграмма направленности антенной решётки



Цифровая антенная решётка



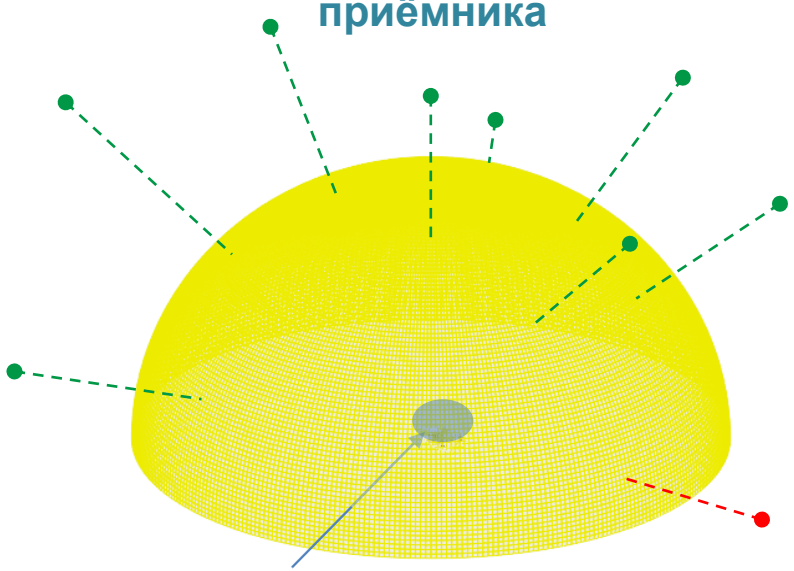
ТЕХНОЛОГИИ

Σ=128–150 дБ

Помехоустойчивость обеспечивается на потребительском уровне

ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ МАСКИРУЮЩИХ ПОМЕХ

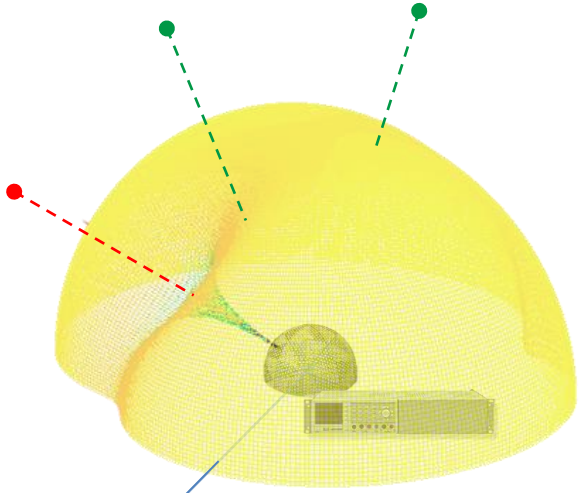
Диаграмма направленности антенны одноантенного приёмника



Антенна обычного приёмника

Помеха свободно проходит на вход обычного приёмника и подавляет его работу

Адаптивная диаграмма направленности антенной решётки



Цифровая антенная решётка

Алгоритмы компенсации помех эффективно подавляют помехи в 10 000–1 000 000 раз (на 40…60 дБ)

- полезный сигнал от спутника

- помеха

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- **ГЛОНАСС – основа системы координатно-временного и навигационного обеспечения Российской Федерации**
- **Услуги ГЛОНАСС обеспечивают решение задачи социально-экономического развития Российской Федерации**
- **ГЛОНАСС постоянно развивается в целях удовлетворения перспективных требований потребителей**



Госкорпорация «РОСКОСМОС»
Почтовый адрес: 107996, ГСП-6, г. Москва, ул. Щепкина, д. 42
тел.: +7 (495) 660-2323, факс: +7 (495) 631-9900
info@roscosmos.ru; www.roscosmos.ru