

Информационный Космический Центр «Северная Корона»

***Обеспечение связи в высоких широтах.
Развитие информационно-
телекоммуникационной среды в Арктике***

Гриценко Андрей Аркадьевич, Генеральный директор, к.т.н.

Юрьев Роман Николаевич, Заместитель генерального директора

VII Международный форум-выставка

ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ РАДИОСВЯЗЬ И НАВИГАЦИЯ

16-17 октября 2014 г

Меркюр Москва Павелецкая

Информационно-телекоммуникационная среда (ИТС) Арктики

Основные составляющие ИТС Арктики:

- проводные линии;
- волоконно-оптические линии;
- КВ радиолинии;
- УКВ радиолинии;
- радиорелейные линии (РРЛ);
- спутниковые радиолинии;
- тропосферная связь;
- сети профессиональной подвижной радиосвязи (ПМР).

Специфические факторы, оказывающие влияние на ИТС в Арктике:

- низкие температуры окружающей среды;
- условия вечной мерзлоты, сопровождаемые таянием и подвижкой грунта;
- аномальное электромагнитное поле, северное сияние;
- ряд других значимых факторов.

Особые требования к элементам ИТС в Арктике:

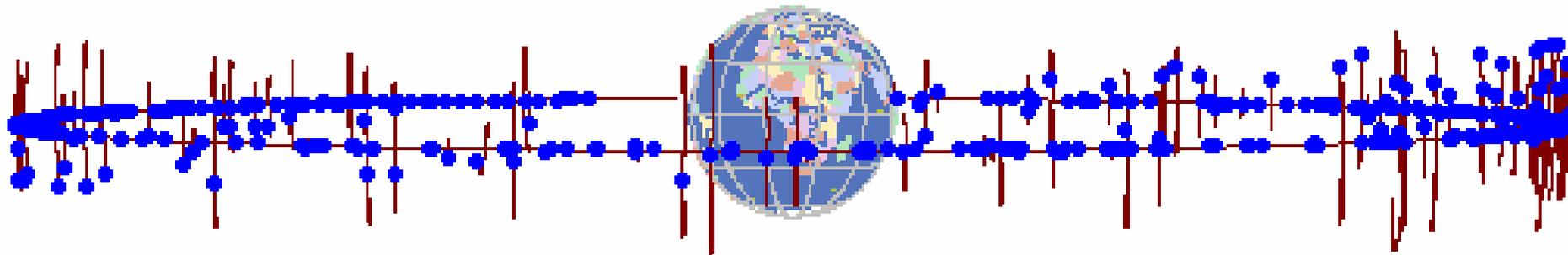
- повышенные требования к надежности аппаратуры;
- решения по обеспечению «физической устойчивости» стационарных комплексов и их элементов;
- учет «повышенной усталости» персонала;
- учет искажений радиосигналов, введение дополнительных запасов на радиолиниях.

Особенности реализации систем ПМР в составе ИТС Арктики на основе спутниковых систем

Могут использоваться следующие типы орбит:

- геостационарная ГСО (высота около 36 000 км);
- низкая круговая НКО (высоты от 800 до 1 500 км);
- средняя круговая СКО (высоты примерно 10 000 км) ;
- высокоэллиптическая ВЭО (Молния, Тундра и др.).

Особенности использования ГСО для потребителей Арктики



Текущая ситуация на ГСО (сентябрь 2014 г) - 387 КА с наклонением до 5 град

Основная проблема использования ГСО в Арктике – малые углы места!

Особенности использования ГСО для потребителей Арктики

Малые углы места приводят к следующим «большим» проблемам:

- А) «проблема энергетики»;
- Б) «проблема перекрытия»;
- В) проблема доступности КА.

А. «Проблема энергетики»

1. Возрастание потерь в атмосфере, дожде и от сцинтилляций

Пример (ЗС в точке 80 с.ш. и 90 в.д., надежность 95%):

Диапазон	Угол места, град	L _{атм} , дБ	L _{дождь} , дБ	L _{сцинц.} , дБ	L _{sum} , дБ
С (6 ГГц)	90	0.05	0.004	0.05	0.05
	25	0,13	0,01	0,146	0,28
	1	3.2	0.3	7.1	10.3
Ku (12 ГГц)	90	0.07	0.1	0.07	0.2
	25	0,16	0,24	0,21	0,56
	1	3.9	2.23	10.5	14.7

Приращение в С-диапазоне - **более 10 дБ !!!**

Приращение в Ku-диапазоне - **более 14 дБ !!!**

2. Работа на краю или за пределами зоны обслуживания КА

Снижение энергетики радиолинии - более 3 дБ

3. Увеличение мощности внешнего шума Тш

Ухудшение добротности приемной системы ЗС на 1..2 дБ

Вывод:

Суммарное ухудшение энергетики линии:

-в С-диапазоне – более 15 дБ

-в Ku-диапазоне – более 19 дБ

Компенсация диаметром антенны ЗС:

-в С-диапазоне:

если была 0.6 м, то необходимо 3.3 м;

если была 2.4 м, то необходимо 13 м.

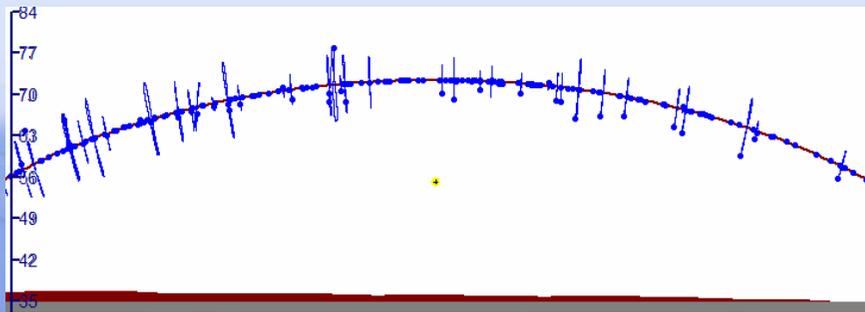
-в Ku-диапазоне:

если была 0.6 м, то необходимо 5,3 м;

если была 2.4 м, то необходимо 21 м.

Особенности использования ГСО для потребителей Арктики

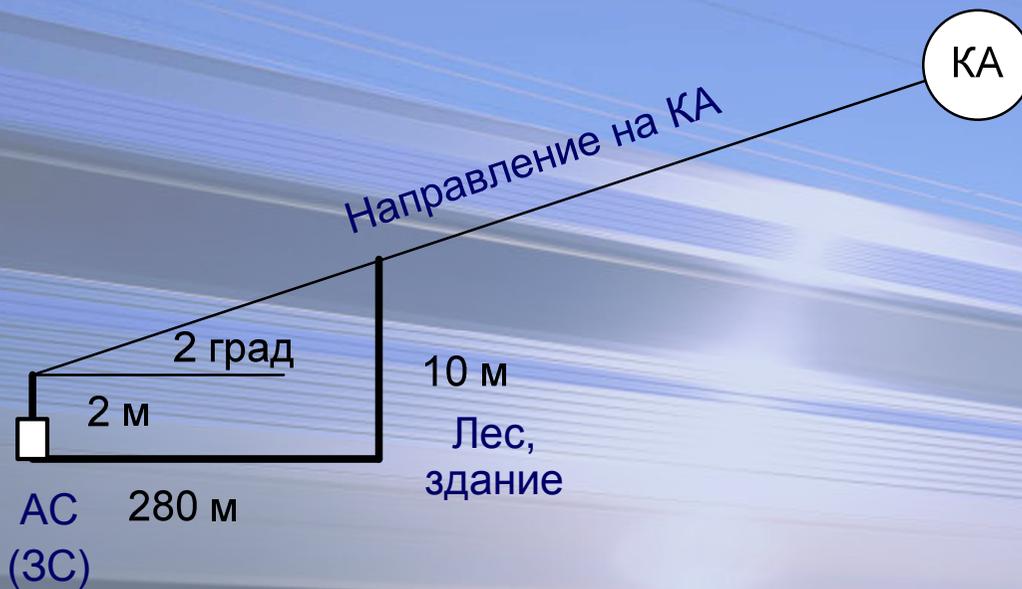
Б. «Проблема перекрытия»



Вид ГСО с широты 45 град



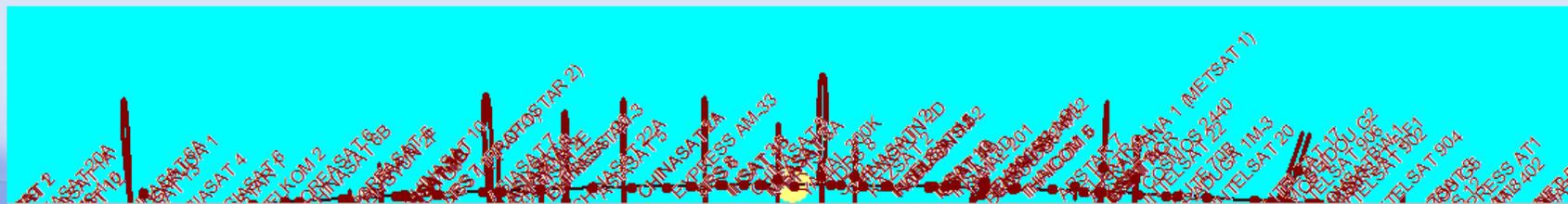
Вид ГСО с широты 80 град



Низкий энергopotенциал спутниковой радиолинии не позволяет работать в условиях дифракционных потерь. В процессе работы необходимо обеспечить отсутствие местных предметов на дальности до 300 м.

Особенности использования ГСО для потребителей Арктики

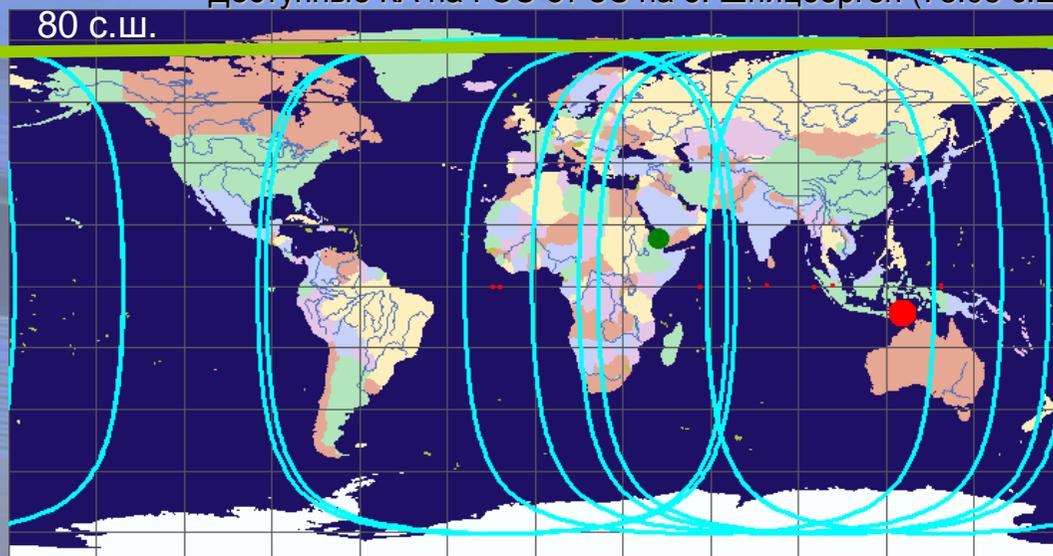
В. Проблема доступности КА



Доступные КА на ГСО (ЗС в точке 90 в.д , наклонение КА до 5 град, без учета радиогоризонта)



Доступные КА на ГСО от ЗС на о. Шпицберген (78.06 с.ш., 14.2 в.д., с учетом радиогоризонта)



Зоны видимости КА Экспресс (угол места > 1 град)
(при движении по линии 80 град с.ш. – постоянное переключение со спутника на спутник)

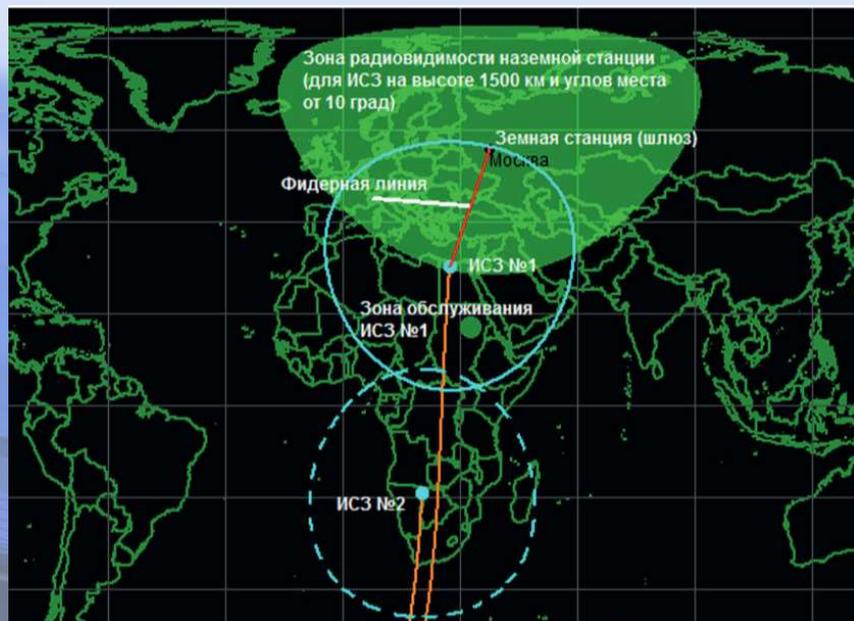
Выводы (по ГСО для Арктики):

- работа стационарных ЗС возможна, но требует выбора мест, использования крупноапертурных антенн, системы наведения и сопровождения КА;
- работа в режиме «связь на остановке» характеризуется низким коэффициентом готовности;
- работа в режиме «связь в движении» практически невозможна;
- для обеспечения доступности КА необходимо использование группировку спутников на ГСО;
- необходимо компенсировать значительные энергетические потери на линии.

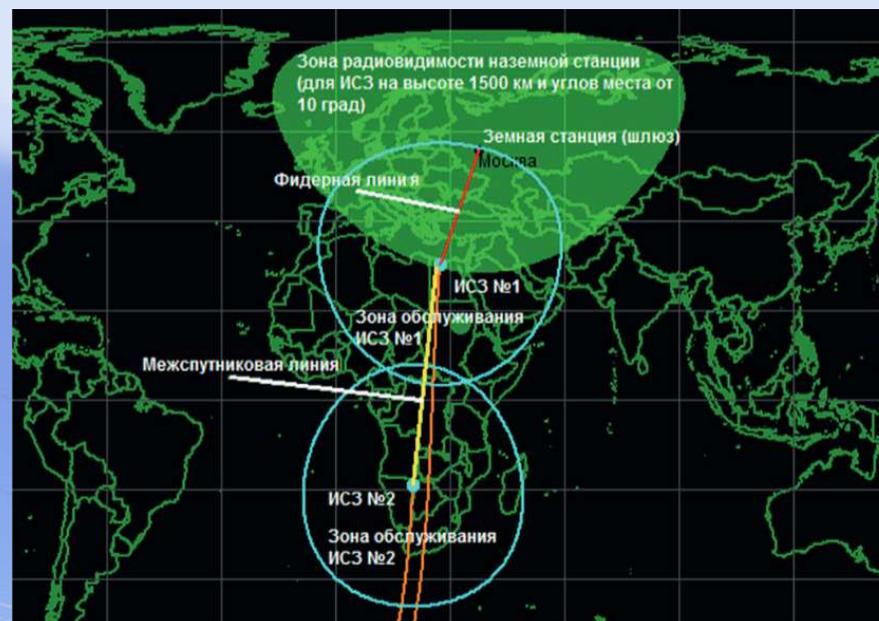
Что делать?

Низкоорбитальные спутниковые системы

Принцип формирования зоны обслуживания



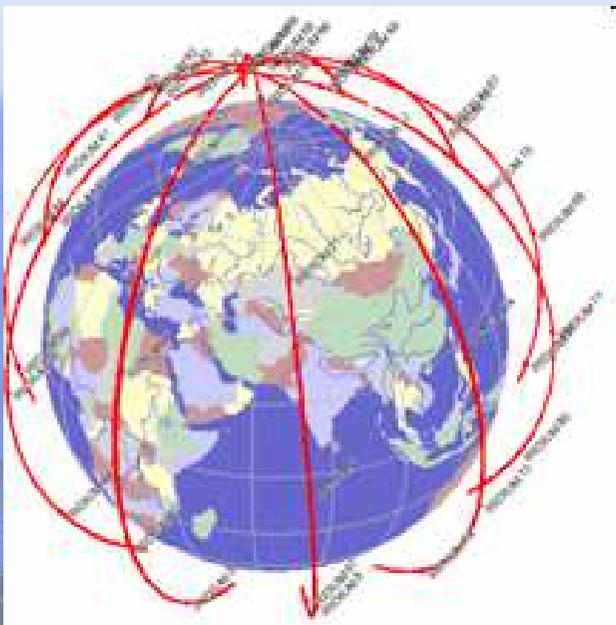
При отсутствии межспутниковой линии связи
(зона обслуживания формируется одним КА)



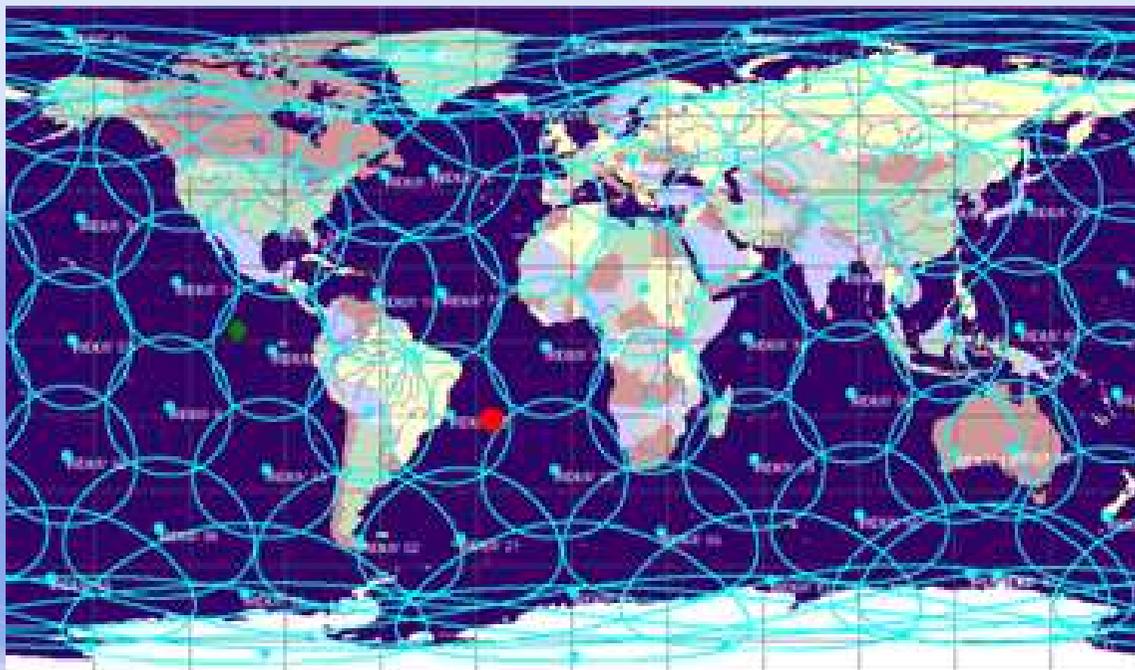
При наличии межспутниковой линии связи
(зона обслуживания формируется всей ОГ)

Низкоорбитальные спутниковые системы

IRIDIUM



Орбитальная группировка



Зоны видимости и обслуживания

Достоинства:

- есть МЛС, ОГ в идеальном состоянии, зона обслуживания для углов места >10 град – глобальная;
- простые портативные абонентские станции.

Специфика: узкополосная система, обеспечивает в текущей конфигурации скорость до 9.6 Кбит/с, в ближайшей перспективе от 128 Кбит/с до 1.5 Мбит/с (12-и каналные станции).

Недостатки: относительная дороговизна трафика.

Низкоорбитальные спутниковые системы

GLOBALSTAR



Орбитальная группировка

Достоинства: простые портативные абонентские станции.

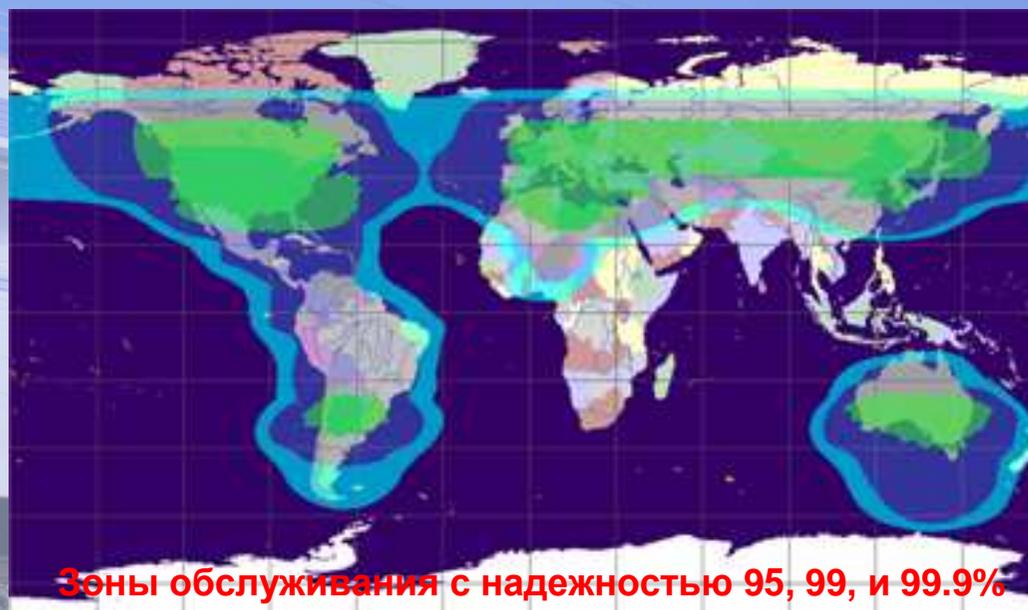
Специфика: узкополосная система, в н.в. обеспечивает V до 9.6 Кбит/с.

Недостатки:

- зона обслуживания (надежность 99%) ограничена широтой 65 град, система не способна обеспечить покрытие в Арктике;
- для формирования зоны обслуживания необходимо большое число шлюзовых станций

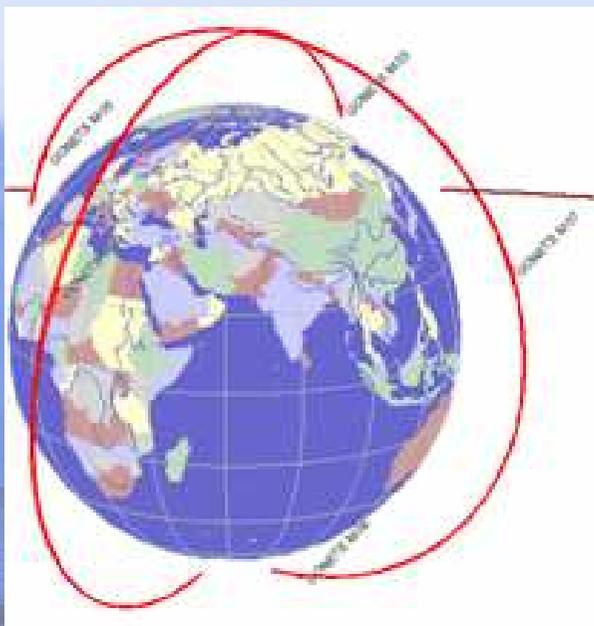


Зоны радиовидимости станций сопряжения

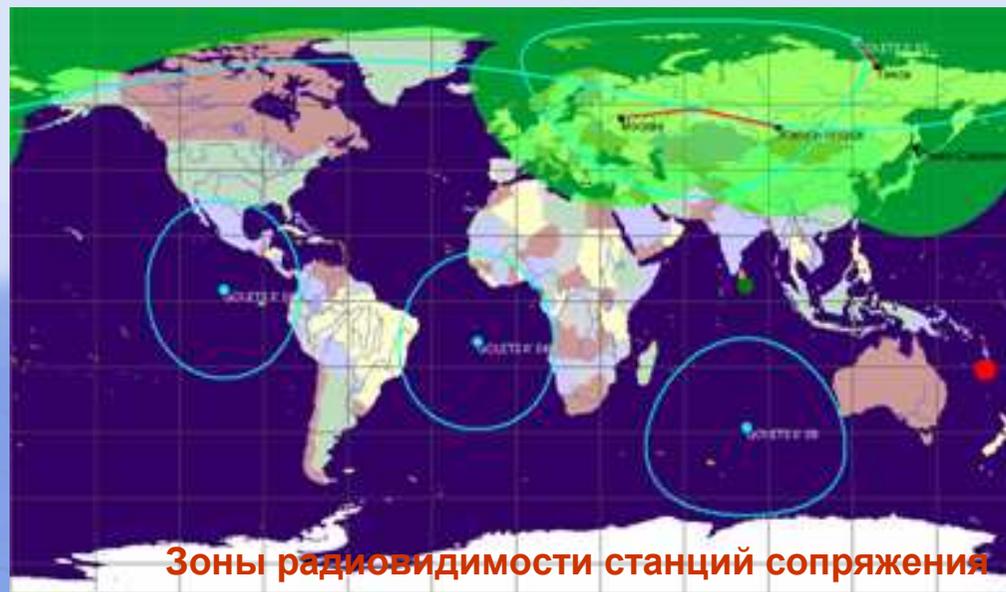


Зоны обслуживания с надежностью 95, 99, и 99.9%

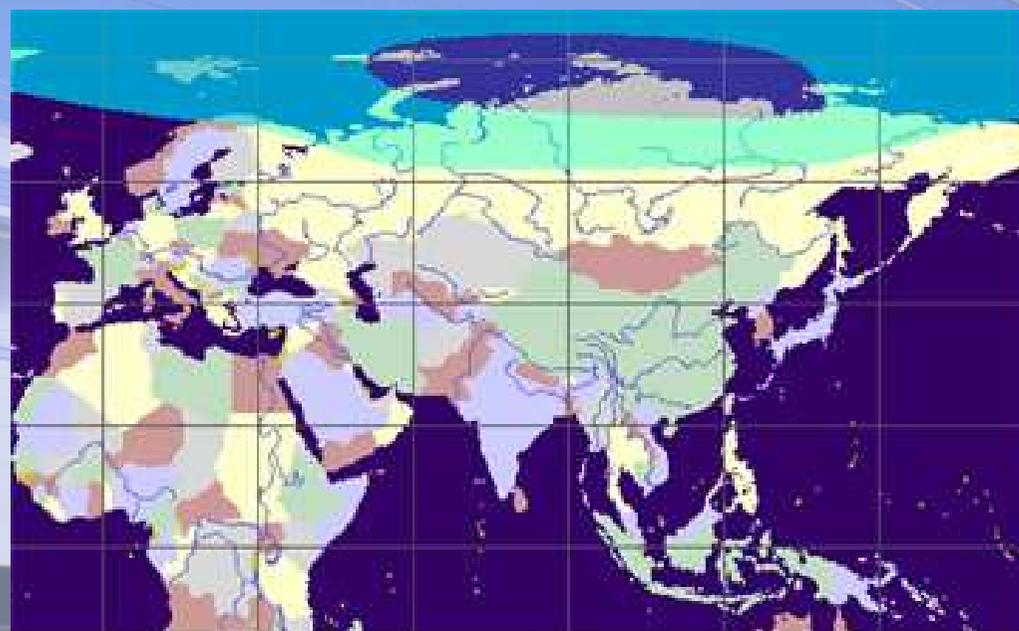
Низкоорбитальные спутниковые системы Гонец



Текущая ОГ



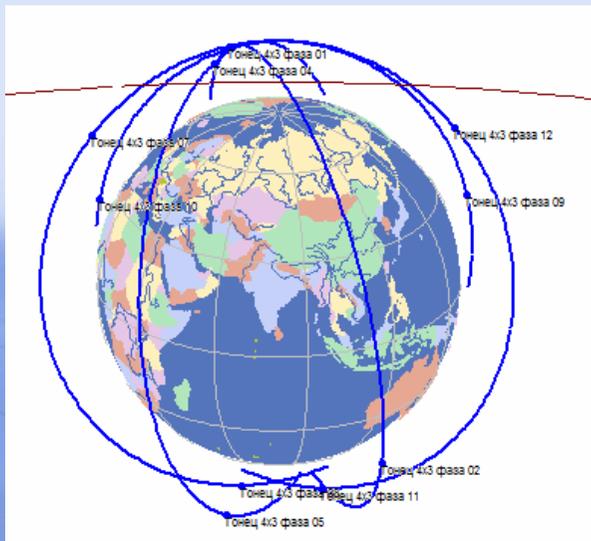
Зоны радиовидимости станций сопряжения



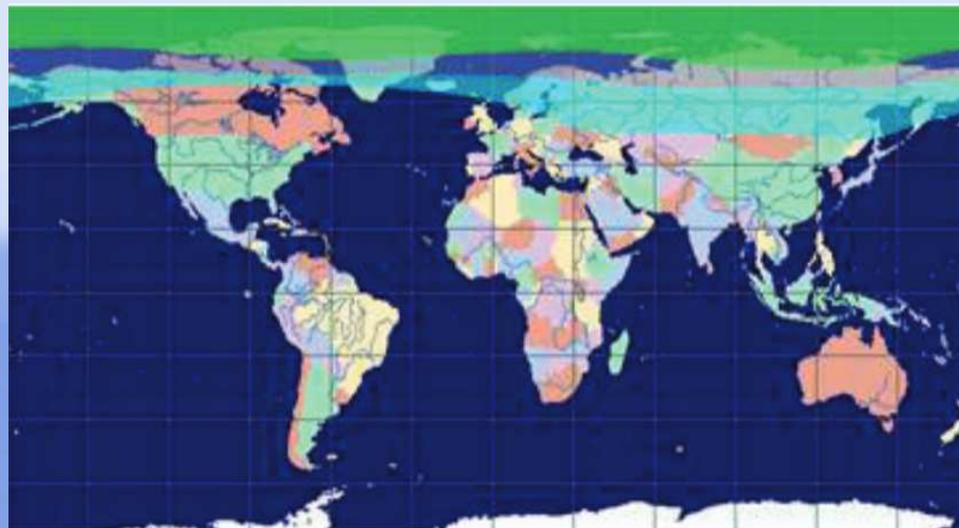
Зоны обслуживания с надежностью 40 50%

Низкоорбитальные спутниковые системы

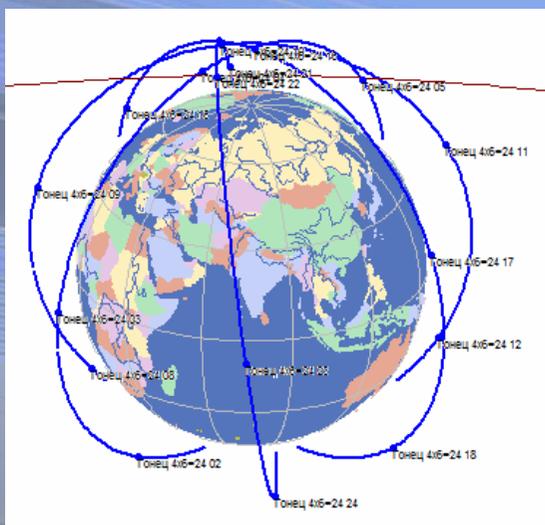
Гонец



Перспективная ОГ (4*3=12 КА)



Зоны обслуживания с надежностью 60, 80, 95%



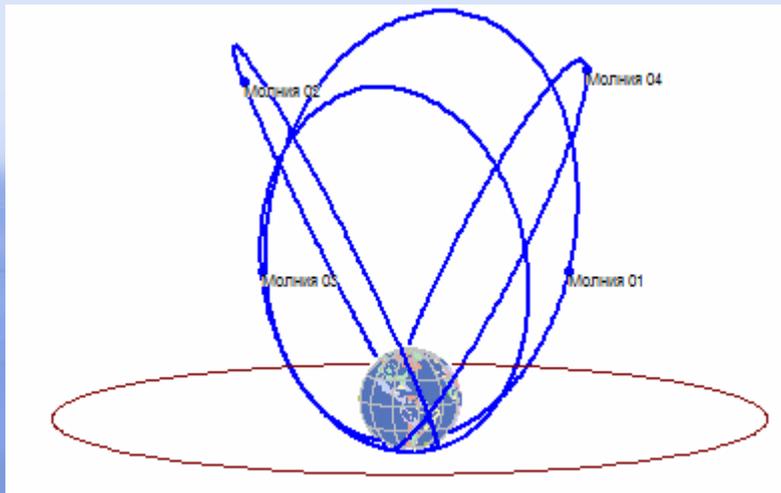
Перспективная ОГ (4*6=24 КА)



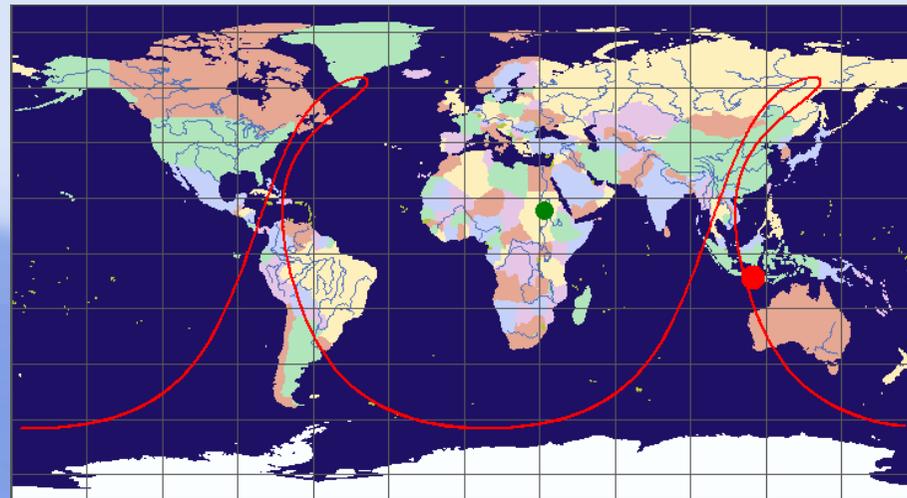
Зоны обслуживания с надежностью 80, 95, 99%

Высокоэллиптические спутниковые системы

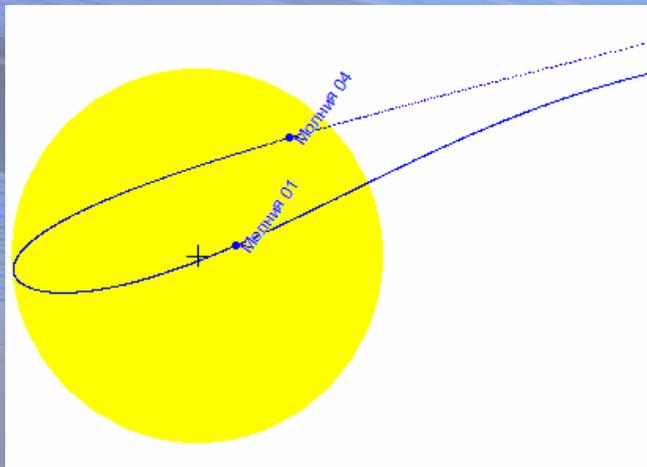
Орбита «МОЛНИЯ»



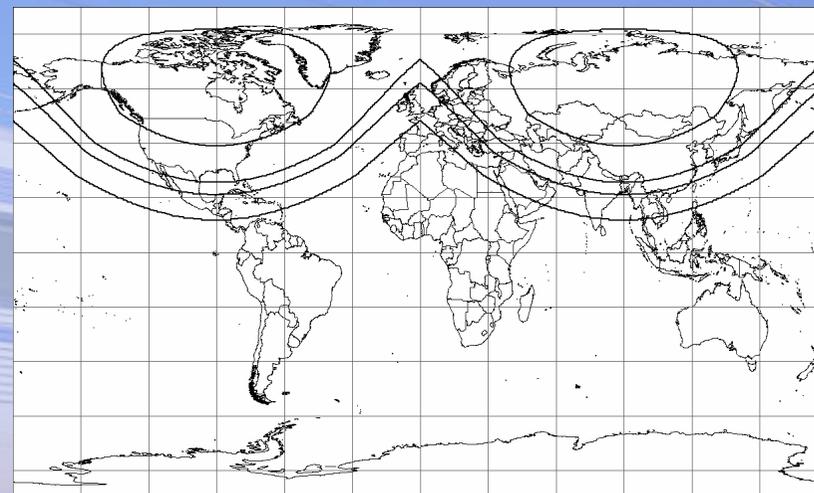
Орбитальная группировка (4 КА)



Трасса КА на орбите Молния



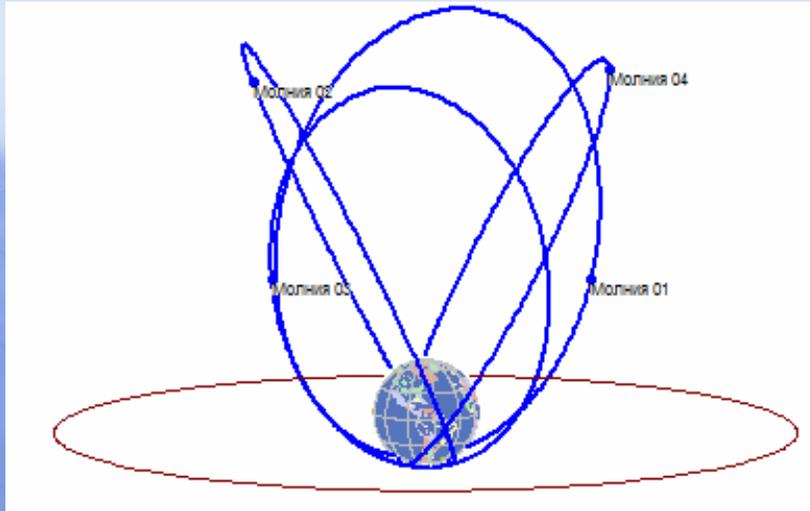
Трек КА в «луче» антенны ЗС
(ширина диаграммы направленности 25 град)



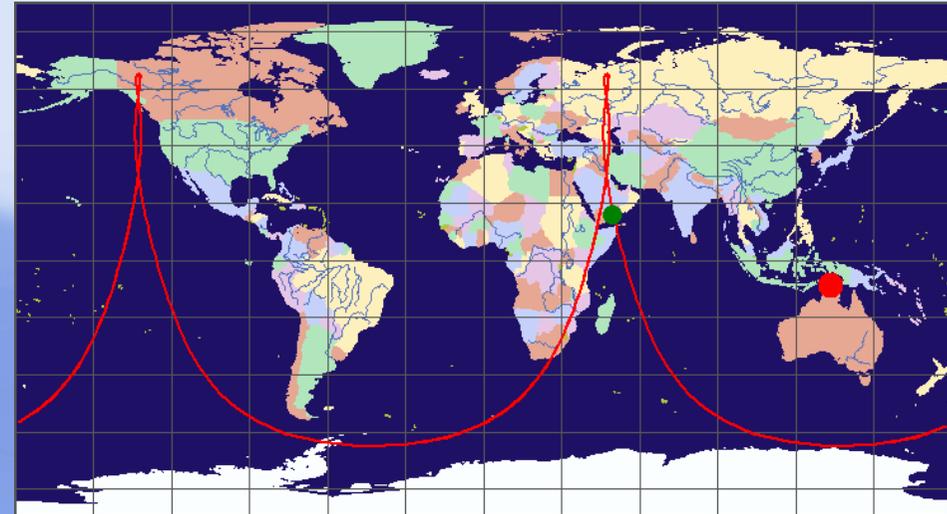
Гарантированные зоны радиовидимости КА
при углах места 30, 40, 45 и 60 град

Высокоэллиптические спутниковые системы

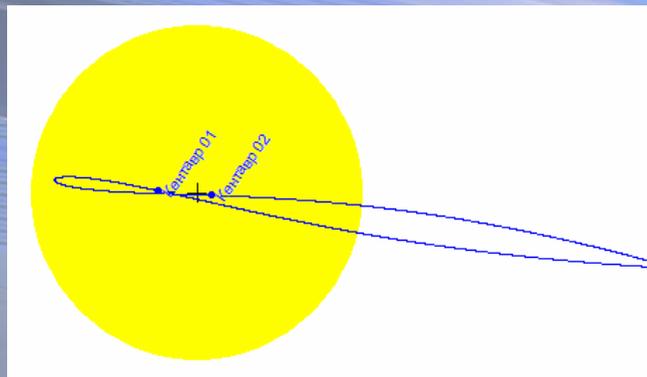
Орбита «КЕНТАВР»



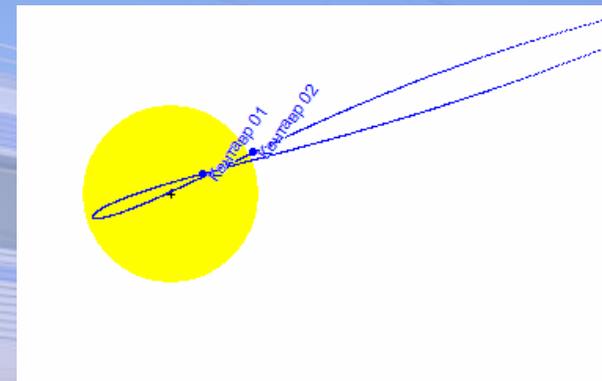
Орбитальная группировка (4 КА)



Трасса КА на орбите «Кентавр»



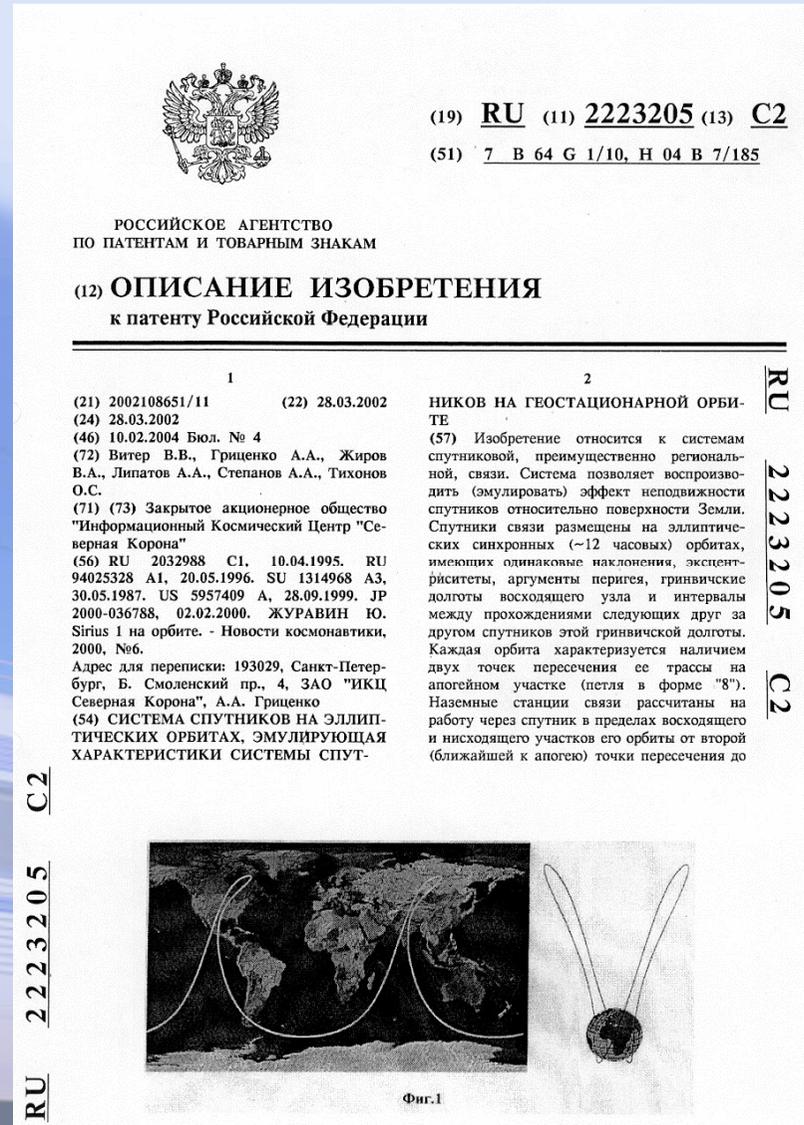
Трек КА в «луче» антенны 3С
(ширина диаграммы направленности 25 град)



Трек КА в «луче» антенны 3С
(ширина диаграммы направленности 12 град)

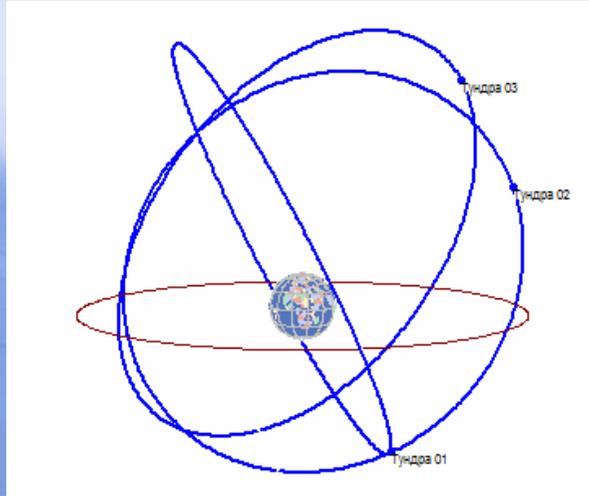
Высокоэллиптические спутниковые системы

Проект «КЕНТАВР»

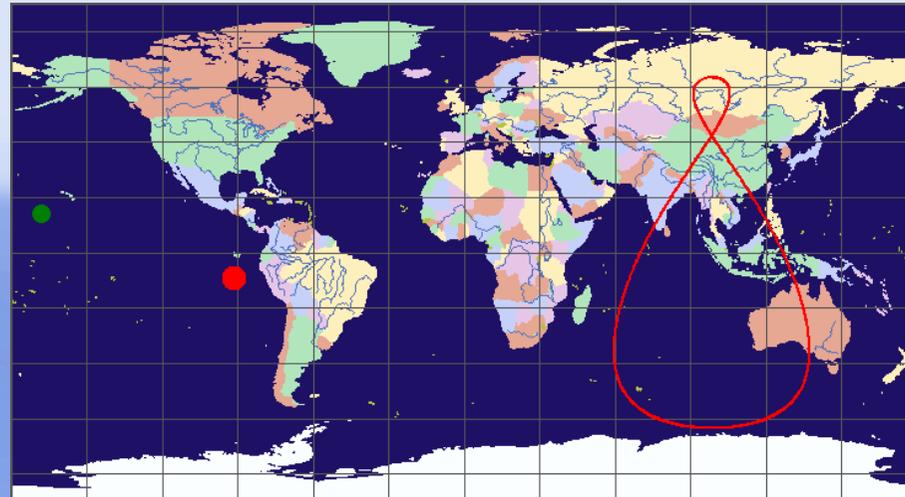


Высокоэллиптические спутниковые системы

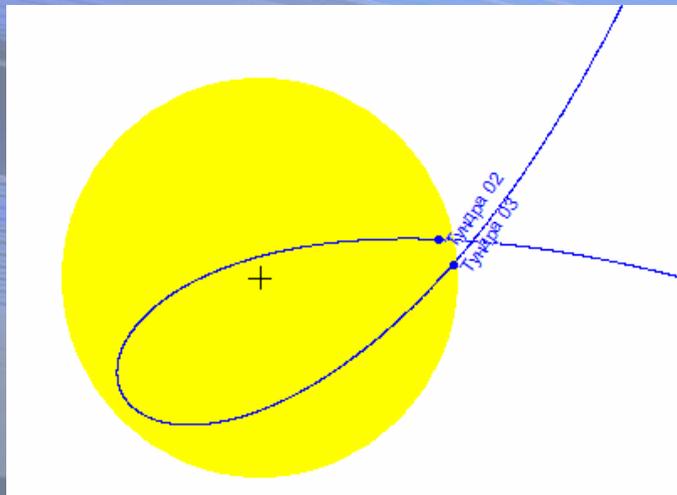
Орбита «Тундра»



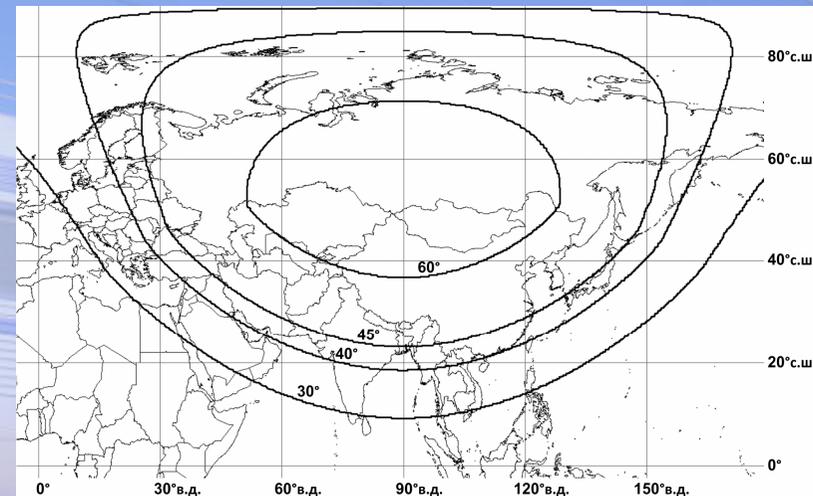
Орбитальная группировка



Трасса КА на орбите Тундра



Трек КА в «луче» антенны ЗС
(ширина диаграммы направленности 25 град)



Гарантированные зоны радиовидимости КА
при углах места 30, 40, 45 и 60 град

Основные проблемы систем на ВЭО

Потери в свободном пространстве

Диапазон частот – Ku (12 ГГц)

Тип орбиты	НКО	ГСО	Молния	Тундра
Дальность КА-ЗС, км	1500	36000	40000	54000
L в свободном пространстве, дБ	177	205	206	209

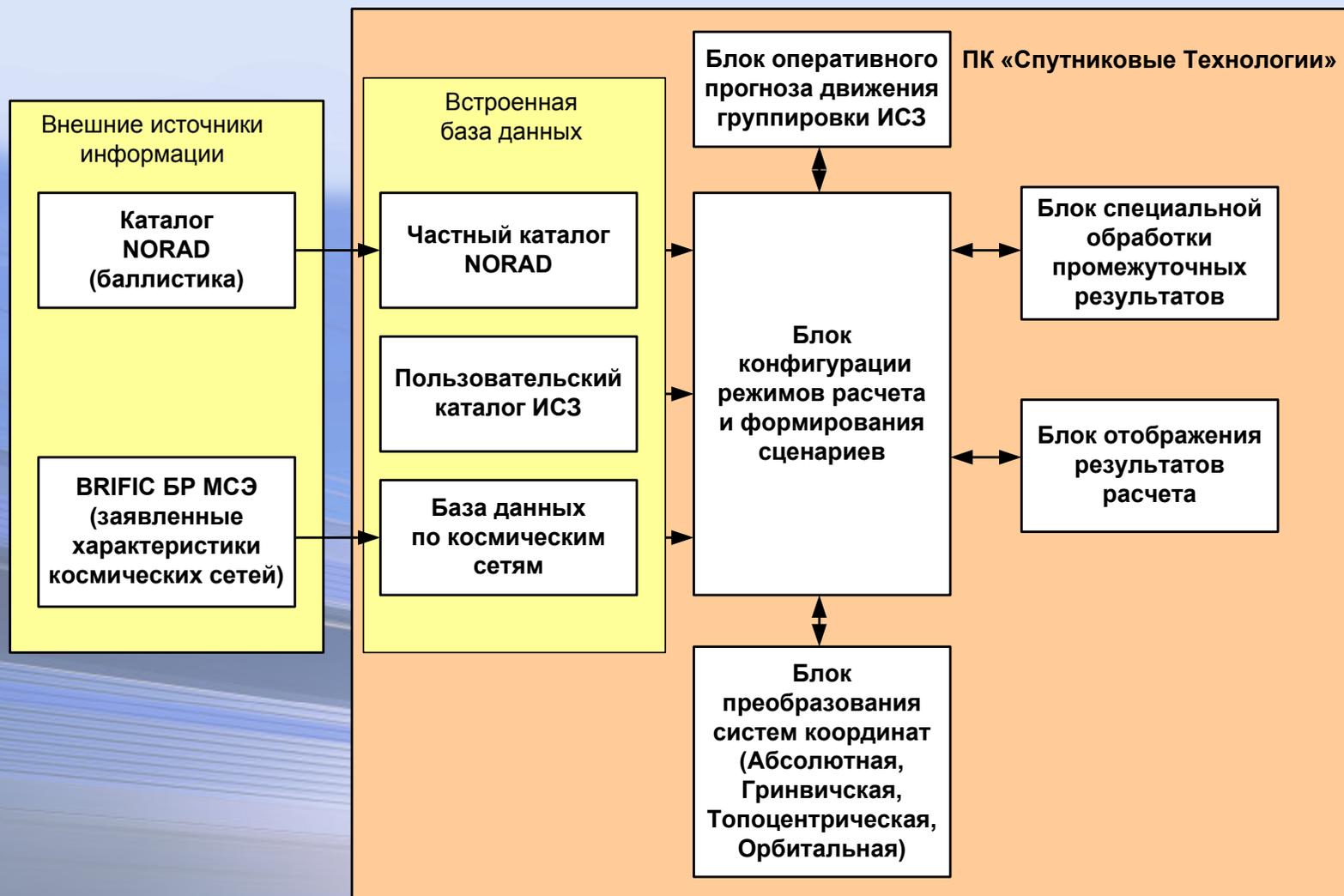
Энергетические потери

- «НКО – ГСО» - **28 дБ**
- «ГСО – Молния/Кентавр» - **1 дБ**
- «Молния/Кентавр – Тундра» - **3 дБ**

Ключевые проблемы при реализации систем на ВЭО:

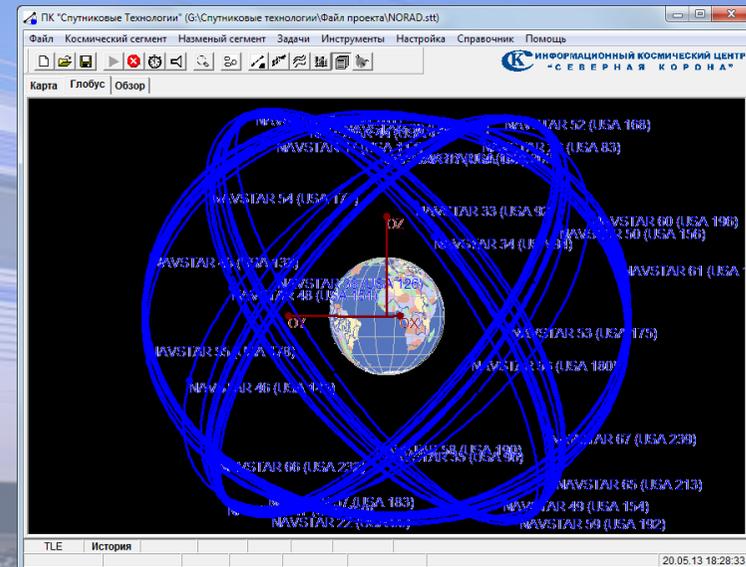
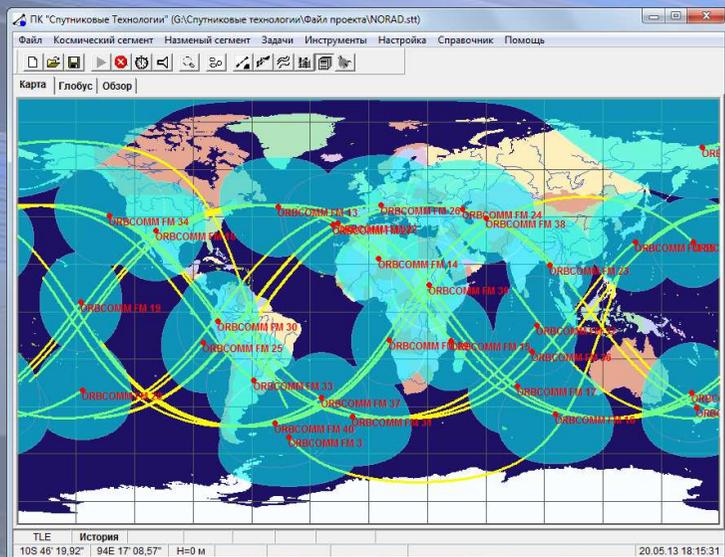
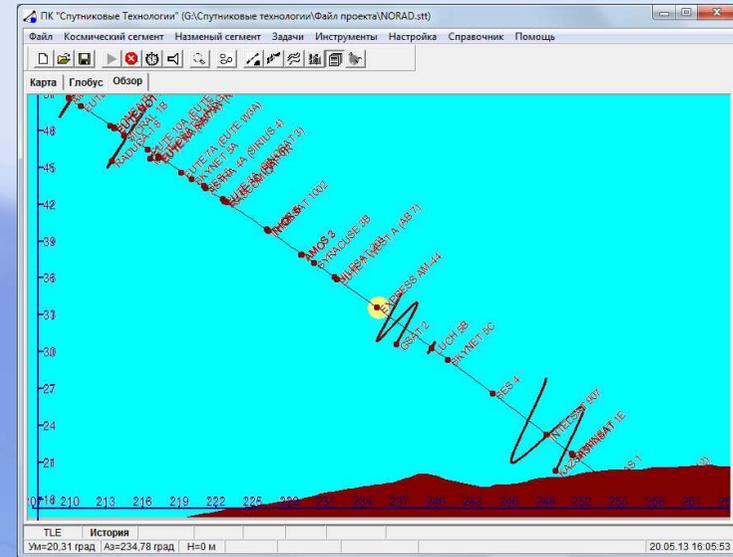
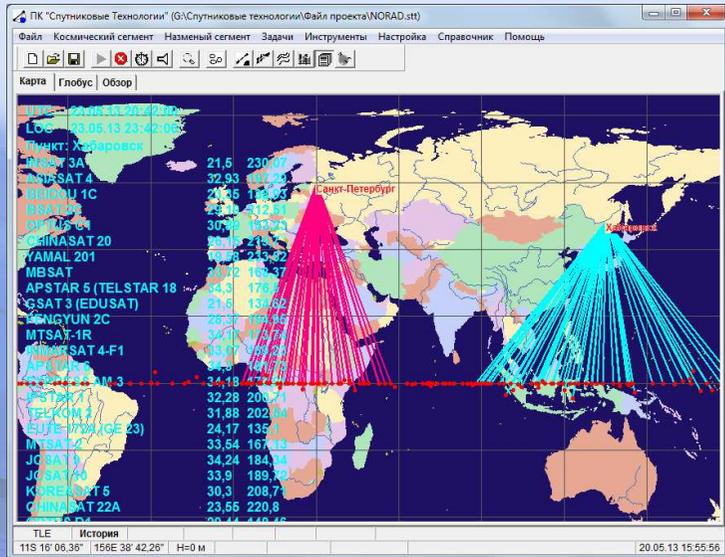
- на АС необходима система сопровождения луча антенны на КА (например, АФАР), что резко удорожает АС;
- использование системы «удержания» лучей КА в «своих» зонах обслуживания (ФАР, АФАР или пр.);
- наличие системы компенсации доплеровского сдвига и «скачка» частоты;
- более высокие требования к системе коррекции параметров орбиты группировки КА, требуются большой запас рабочего тела;
- прохождение радиационных поясов (Молния/Кентавр) снижает срок активного существования (САС).

Программный комплекс «Спутниковые Технологии»
для оперативного анализа и моделирования работы спутниковых систем

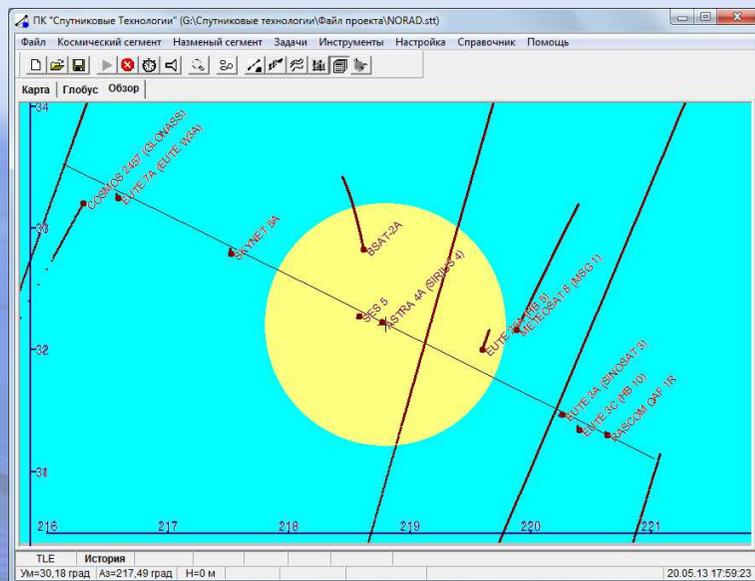


Структура ПК «Спутниковые Технологии»

Программный комплекс «Спутниковые Технологии» для оперативного анализа и моделирования работы спутниковых систем



Ситуационный центр по анализу обстановки в космическом пространстве, моделированию ситуаций и поддержке принятия решений



Станция радиоконтроля

Текущее наведение антенны

Угол места, град

Азимут, град

Время обновления 10 с

Управление наведением

Угол места, град 10,03

Азимут, град 119

Отправить команду

Координаты СК

Широта, град 48,4786111

Долгота, град 135,2775

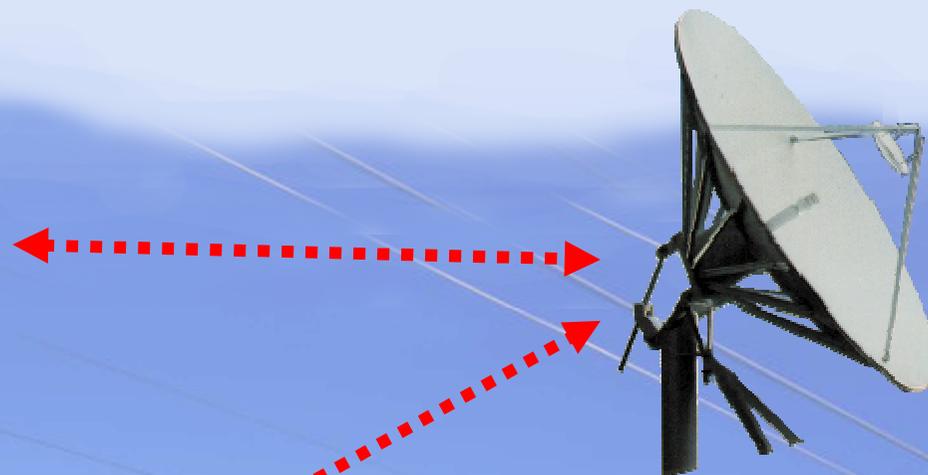
Н над УМ, м 10

ИСЗ на ГСО

Объект	Позиция	i, град	e
INTELSAT 18	-179,957	0,0042	0,00021
NSS 9	-177,003	0,0404	0,00021
ASTRA 3A	-176,827	1,8727	0,00011
TDRS 10	-174,422	3,2139	0,00061
TDRS 11	-170,844	6,5269	0,00081
INTELSAT 2-F4	-169,808	5,644	0,00201
INTELSAT 1-F1	-158,251	2,4888	0,00081
INTELSAT 20	68,492	0,0284	0,00011
RADUGA 1M-3	70	0,0061	0,00021
EUTE 70B	70,535	0,0564	0,00031
INTELSAT 22	72,146	0,0149	0,00021
TURKSAT 1C	72,668	5,4338	0,00091
COSMOS 2440	73,49	2,8682	0,00041

Дуга ГСО от 68 до -158 Расчет границ

Угол места (мин), град 7 Загрузить ИСЗ



Ситуационный центр на пункте управления радиоконтролем, развернутый в ФГУП «РЦ ЦФО» в ДФО (Хабаровск)

Особенности: ПК «Спутниковые Технологии» совмещен со станцией радиоконтроля С м Ку-диапазона.

Обеспечивается:

- выдача доступных для наблюдения КА;
- визуальное наблюдение ситуации «в луче»;
- выдача команд управления на наведение антенны на заданный КА.

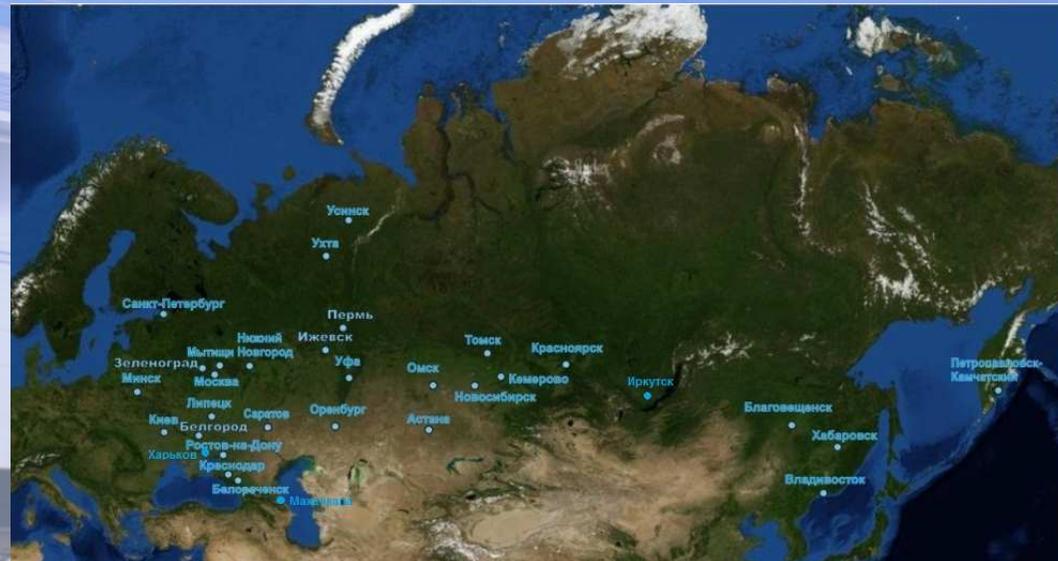
ИКЦ «Северная Корона» сегодня:

Авторизованные пользователи в России, Украине, Белоруссии, Казахстане

Около 200 лицензионных пользователей нашего программного обеспечения в России, Украине, Белоруссии, Казахстане, в том числе:

- **Нефтегазовый сектор:** предприятия ОАО Газпром, Лукойл, Роснефть, ГазпромТрансгазМахачкала, ВолгоуралНИПИгаз, Атлантик Трансгаз Система, Уралтрубопроводстройпроект, Газтранзит, Томскнефтепроект, КТПИ «Газпроект»...;
- **Энергетика:** ООО «НИПИСтройТэк», ОАО «ДРСК», ОАО «МРСК Волги»,...
- **Производители:** НПФ Микран, РКК «Энергия», МНИИРС, КБ «Искра», ЛЭМЗ, МНИРТИ, Завод им. С.М.Кирова, ВНИИЭМ, РНИИ КП,...
- **Проектные организации:** Гипросвязь, Воентелеком, ЭлеСи, Ройлком, ИнжМорПроект, Телрос, Сател, УСП Компьюлинк, Элком+, Интернет, Оптимальные Коммуникации, ...
- **ВУЗы:** СПб Политехнический университет, ПГУПС, МАИ, ВКА им. А.Ф.Можайского, Ижевский нефтяной научный центр, ...
- **Операторы:** Ростелеком, ФГУП Космическая связь, Мобилком-Хабаровск, Енисейтелеком, РТРС, ...
- **Силловые ведомства:** 16 ЦНИИ МО, 17 ЦПИС МО, в/ч, ФСБ.

География пользователей



Информационный Космический Центр «Северная Корона»

Спасибо за внимание!

199034, Россия, Санкт-Петербург,
17-я линия В.О., д.4-6
тел/факс +7 (812) 922-36-21
e-mail: org@spacecenter.ru
сайт: www.spacecenter.ru