Тема доклада

Information Space Center «Severnaya Corona»

Broadband access system based on high-altitude platforms and inclined geostationary satellites

Система широкополосного доступа на основе высотных платформ и геостационарных спутников с наклонением

Докладчик: Гриценко Андрей Аркадьевич

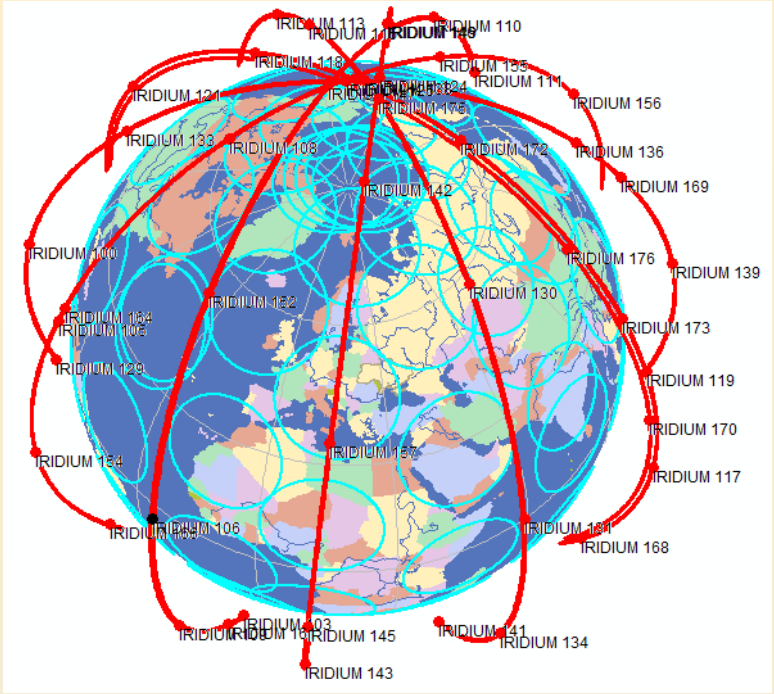
Генеральный директор, к.т.н.

Содокладчик: Анпилогов Валентин Романович

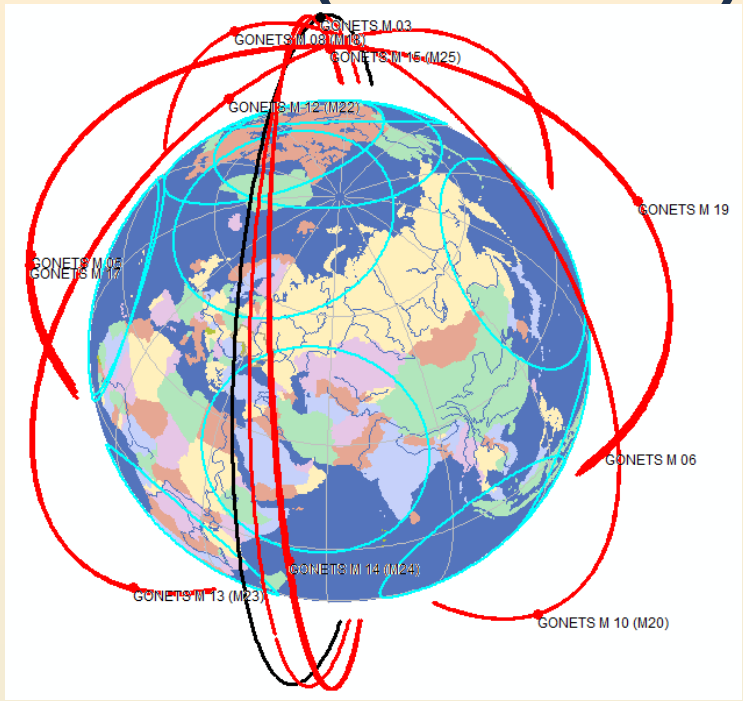
АО «ВИСАТ-ТЕЛ», Заместитель генерального директора, к.т.н.

VII International Conference «Engineering & Telecommunication — En&T-2020»
"Satellite information and communication systems: trends and prospects»
Moscow Institute of Physics and Technology
November 25-26, 2020

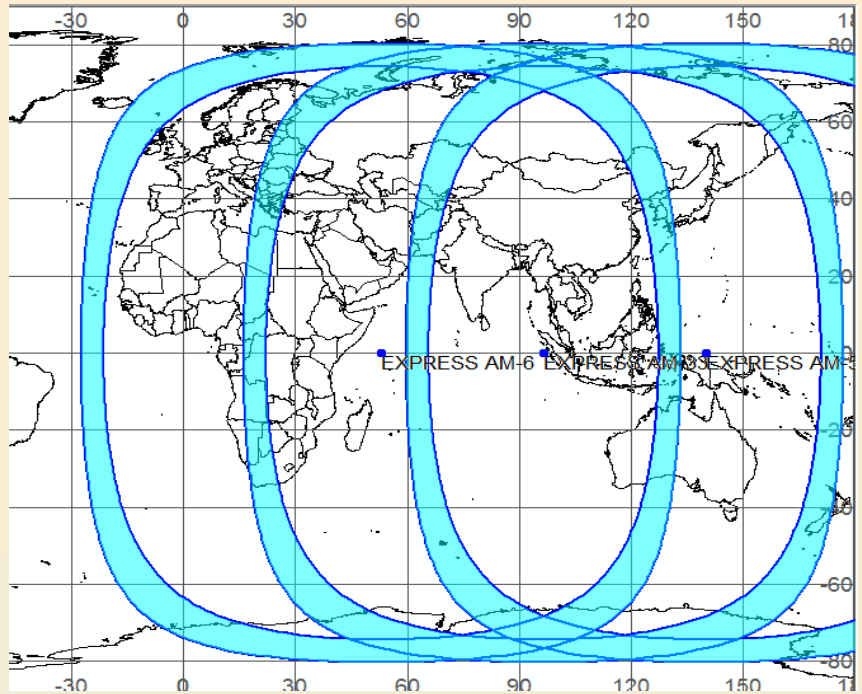
Communication organization in northern latitudes (current state)



Система Iridium (УМ=20 град)



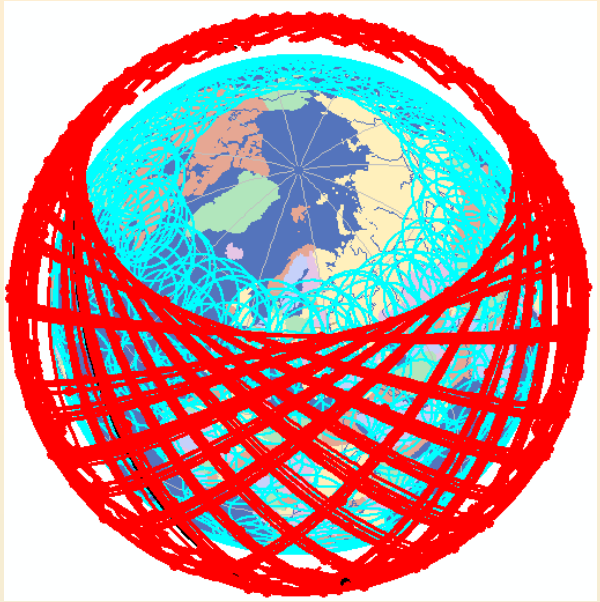
Система «Гонец» (УМ=7 град)



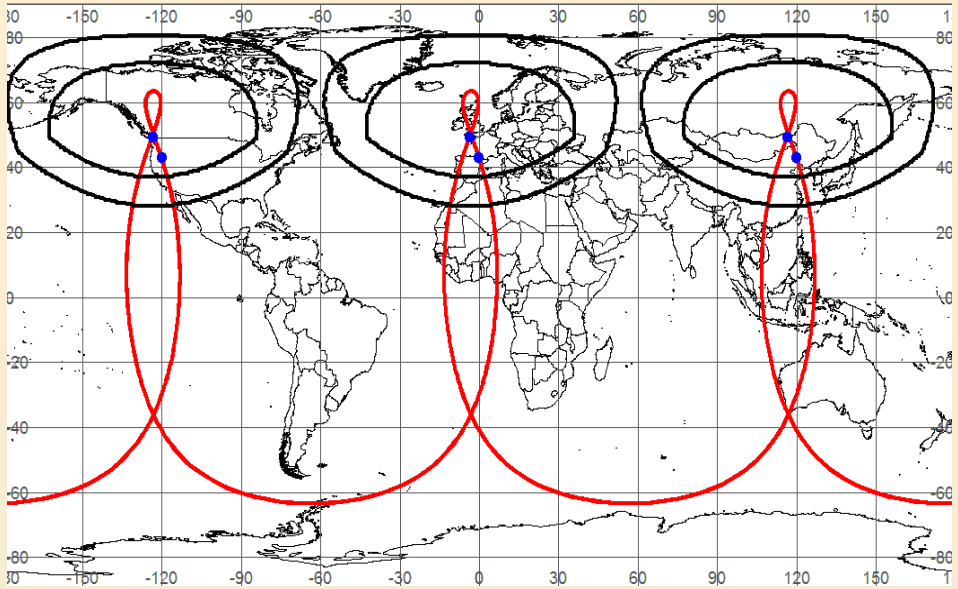
КА «Экспресс-АМ5,АМ6, АМ33»(УМ=1..7 град)

1. Система Iridium обеспечивает работу в северных широтах на углах места от 20 град. Узкополосная связь и передача данных, дорого, массовое использование затруднено;
2. Система «Гонец»: только пакетная передача данных, ведомственные пользователи, массовое использование затруднено;
3. Система на базе КА на ГСО: применение на судах СМП, большие полноповоротные антенны, непрерывность связи в движении не гарантирована, массовое использование затруднено

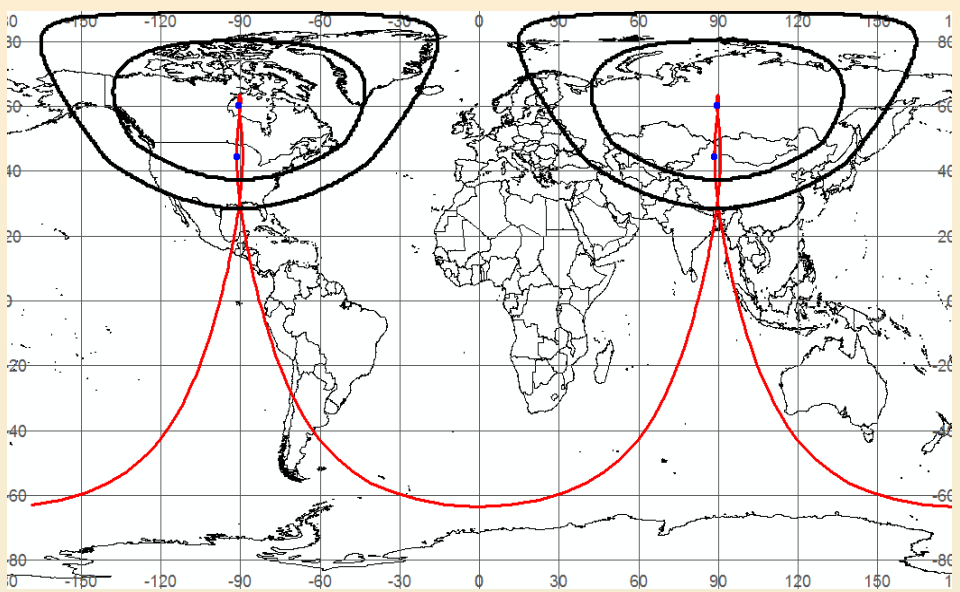
Communication organization in northern latitudes



Система StarLink
(УМ=20 град)



ГЗРВ системы Space Norway
(УМ=50 и 60 град)



ГЗРВ системы «Экспресс-РВ»
(УМ=50 и 60 град)

1. Система **StarLink** на данном этапе не обеспечивает связь в северных широтах;
2. Перспективная система **Space Norway** способна обеспечить услуги связи на углах места более 40 град;

3. Система **«Экспресс-РВ»**
- обеспечивает работу на УМ>50 град.
- развертывание системы в 2024 г
- дорогие, не ориентированные на персональное использование абонентские станции

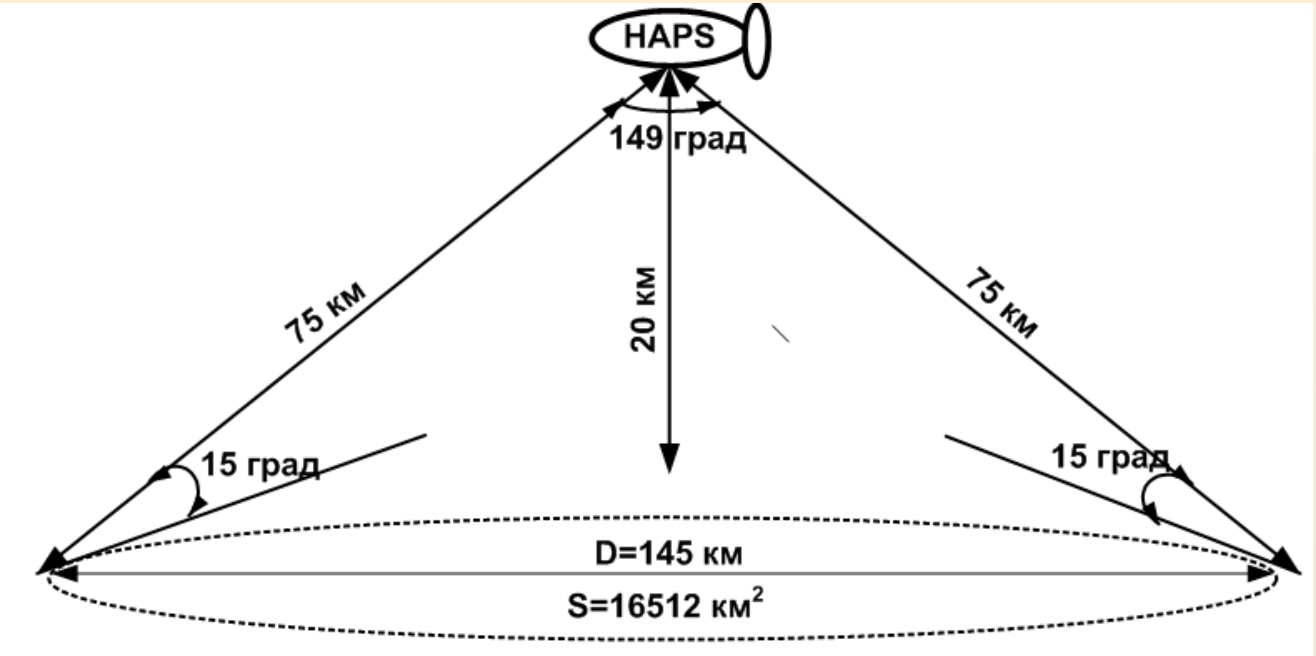
Но что делать сейчас?

Application of HAPS for the radio communications organization in the NSR and in the Arctic

HAPS * - радиостанция, расположенная на объекте на высоте 20–50 км в определенной номинальной фиксированной точке относительно Земли

* По документам BR ITU

Назначение: широкополосная передача данных, голосовая связь для фиксированных и подвижных абонентов

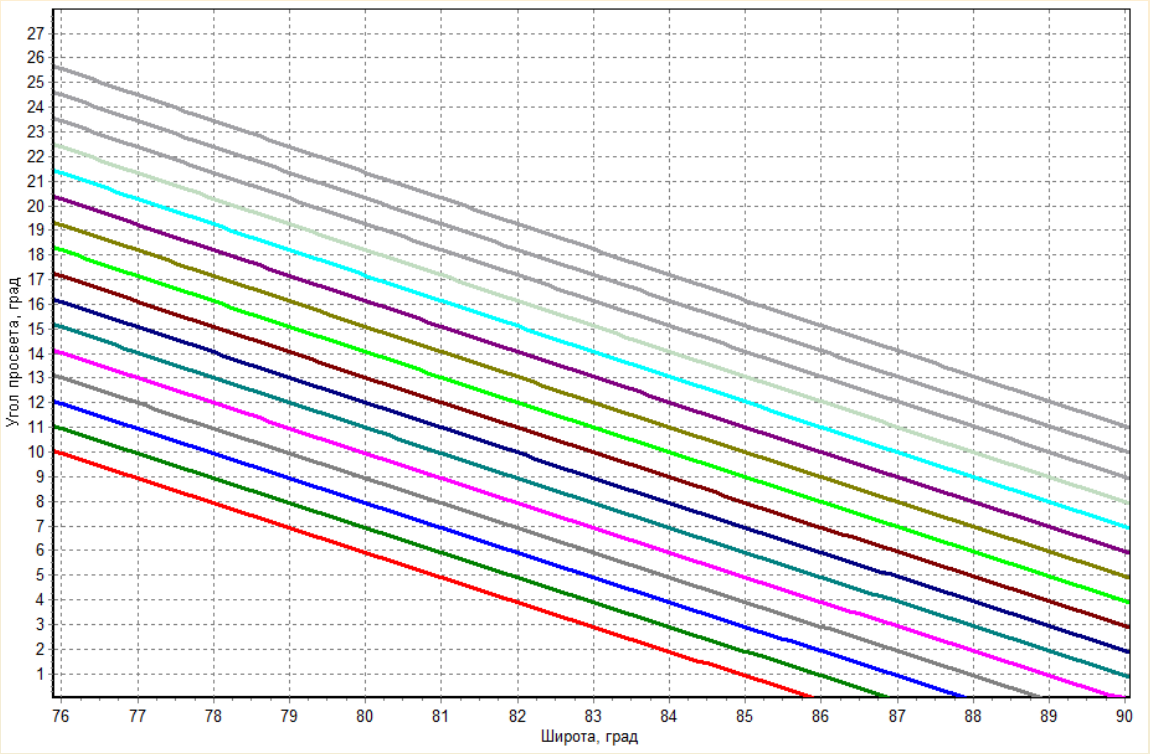


Основные геометрические соотношения

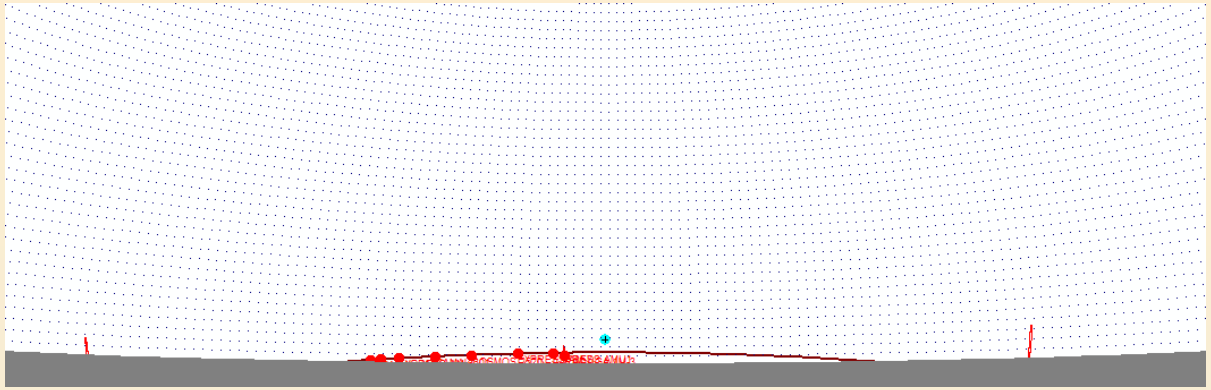
Краткая характеристика:

- размещение на высоте около 20 км
- углы места не менее 15 град
- наклонная дальность не более 75 км
- диаметр зоны обслуживания до 145 км
- площадь зоны обслуживания 16,5 млн. км^2

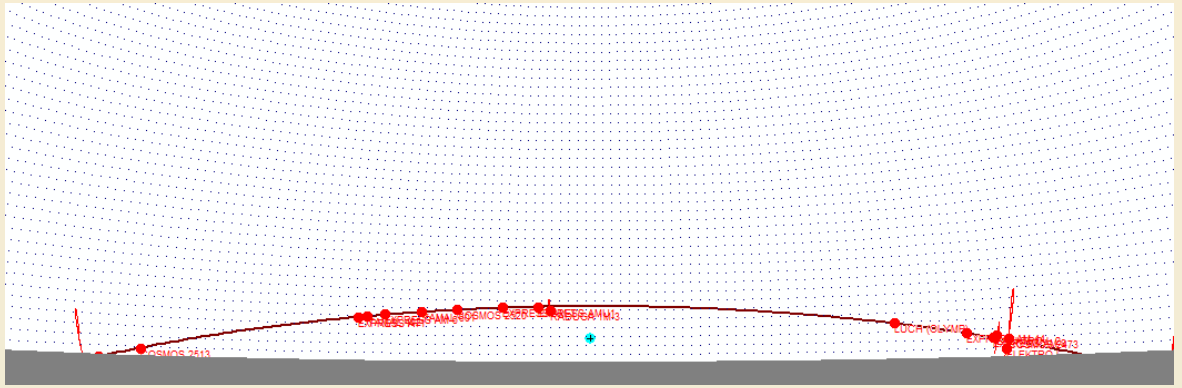
Construction Features of the «Satellite on GEO - HAPS" system



Графики изменения угла просвета («угла места») от HAPS в направлении КА на ГСО в зависимости от наклонения (от 0 до 15 град)



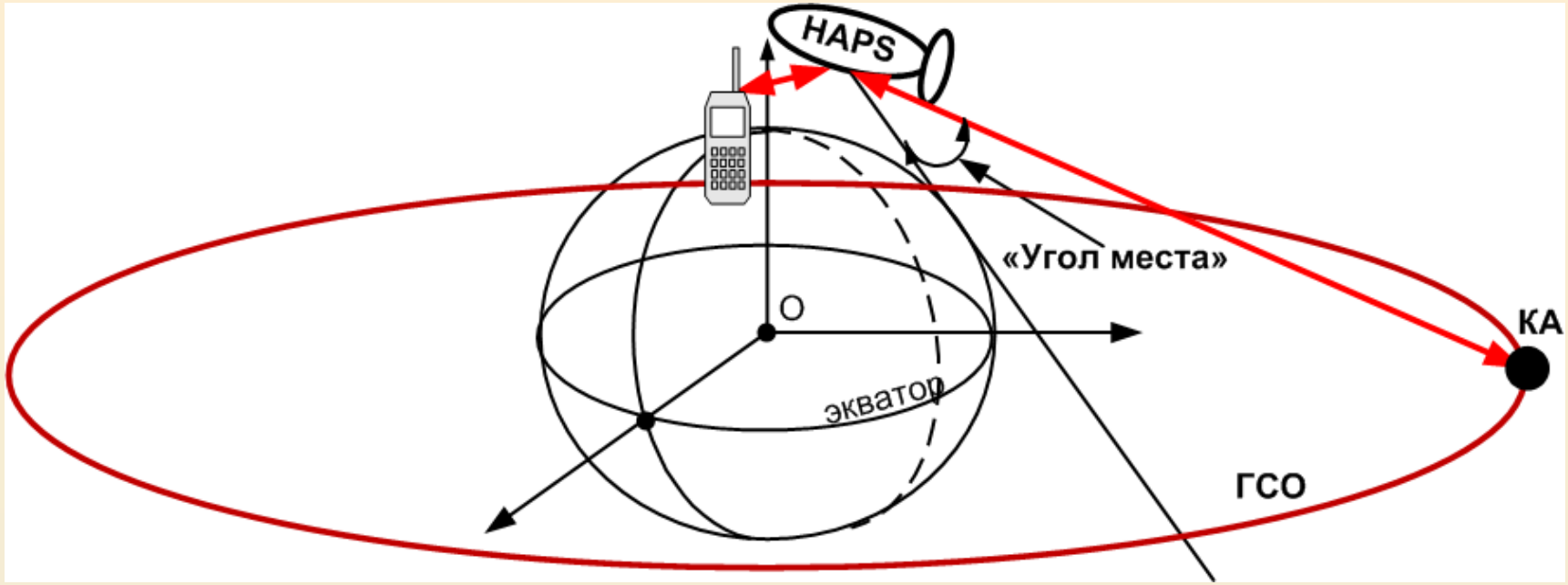
А) Вид на ГСО от наземной станции



Б) Вид на ГСО со стороны HAPS

Контрольная точка 80 град с.ш. 30 град в.д.

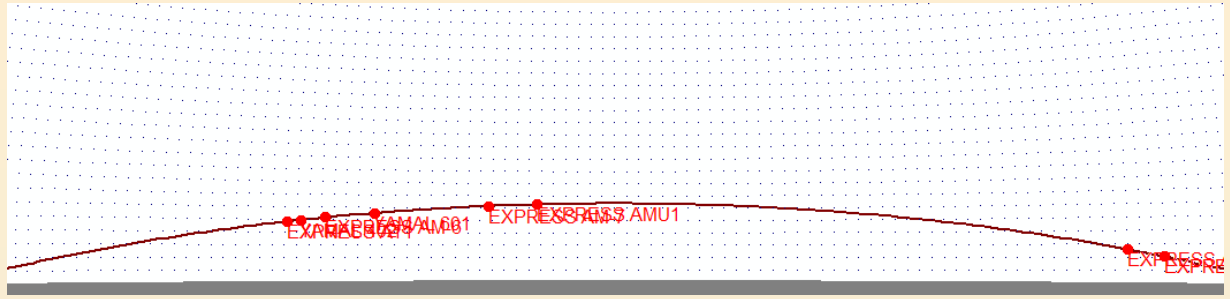
Construction Features of the «Satellite on GEO - HAPS" system



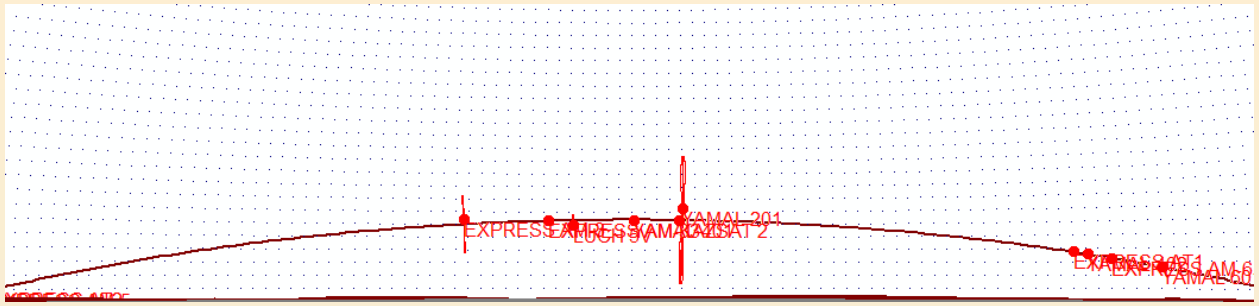
Выводы:

1. «Угол места» направления на ГСО от HAPS на СМП (широты 76..80 град) составляет 6..10 град;
2. При наклонении орбиты КА от 5…10 град «угол места» составит 11…20 град;
3. Можно использовать геостационарные КА, которые находятся за пределами САС;
4. Нет условий для формирования помех КА на ГСО.

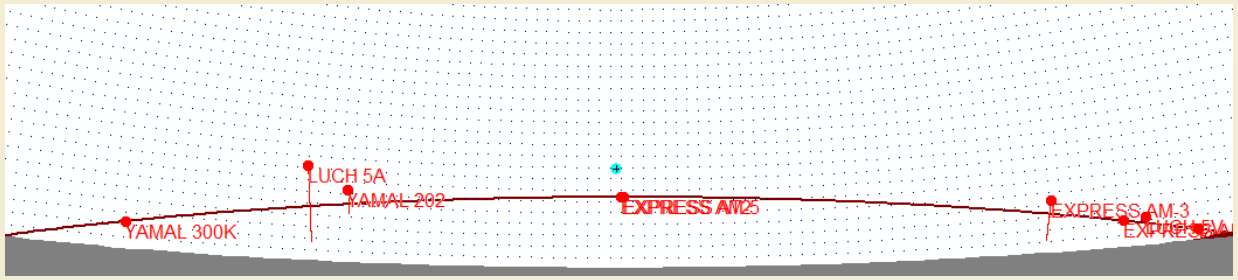
Availability of satellites in GEO orbit



А) HAPS (80 с.ш. и 30 в.д.)
Экспресс АТ1, Ямал-402, Экспресс АМ-6, Ямал-601, Экспресс-АМ7, Экспресс-АМU1



Б) HAPS (80 с.ш. и 90 в.д.)
Экспресс АМ5, Экспресс АТ2, Экспресс АМ3, Экспресс АМ33, Луч-5В, Ямал-401, Казсат-2, Экспресс АТ1, Ямал 402, Экспресс АМ-6, Ямал-601, Экспресс-АМ7



А) HAPS (80 с.ш. и 140 в.д.)
Ямал 300 К, Луч-5А, Ямал 202, Экспресс-АТ2, Экспресс АМ2, Экспресс АМ-3, Луч-5В, Ямал-401

Выводы:

1. Из любой точки на СМП для HAPS доступны действующие спутники российской группировки на ГСО
2. Для целевой поддержки HAPS на СМП могут быть развернуты несколько малых спутников на ГСО
3. Данные системы могут быть развернуты достаточно оперативно

Frequency bands, HAPS payload

Частотный ресурс: полосы частот, выделенные ВКР-97, ВКР-2000 и ВКР-12 и ВКР-19 в диапазонах: 2 ГГц, 6 ГГц, 27 ГГц, 31–31,3 ГГц, 38–39,5 ГГц, 47,2–47,5 ГГц, 47,9–48,2 ГГц

Использование стандарта LTE:
-беспроводная высокоскоростная передача данных для мобильных телефонов и других терминалов, работающих с данными;

-обеспечивает распределение пропускной способности по требованию одновременно разным абонентам: от голосовой связи до высокоскоростной передачи данных;

-адаптивная система, парирующая агрессивное воздействие внешней среды

- поддержка MIMO и Beamforming для обеспечения надежности канала

Пример (LTE, линия «вниз» на смартфон):

-Полоса частот	5 МГц
-Число РБ	25
-Число поднесущих	300
-Циклический префикс	нормальный
-Модуляция	64QAM
-Суммарная скорость потока	**25 Мбит/с**
-ЭИИМ передатчика HAPS:	33 дБм
-Чувствительность приемника:	-77..-103 дБм
-Допустимые потери на линии:	110…136 дБ

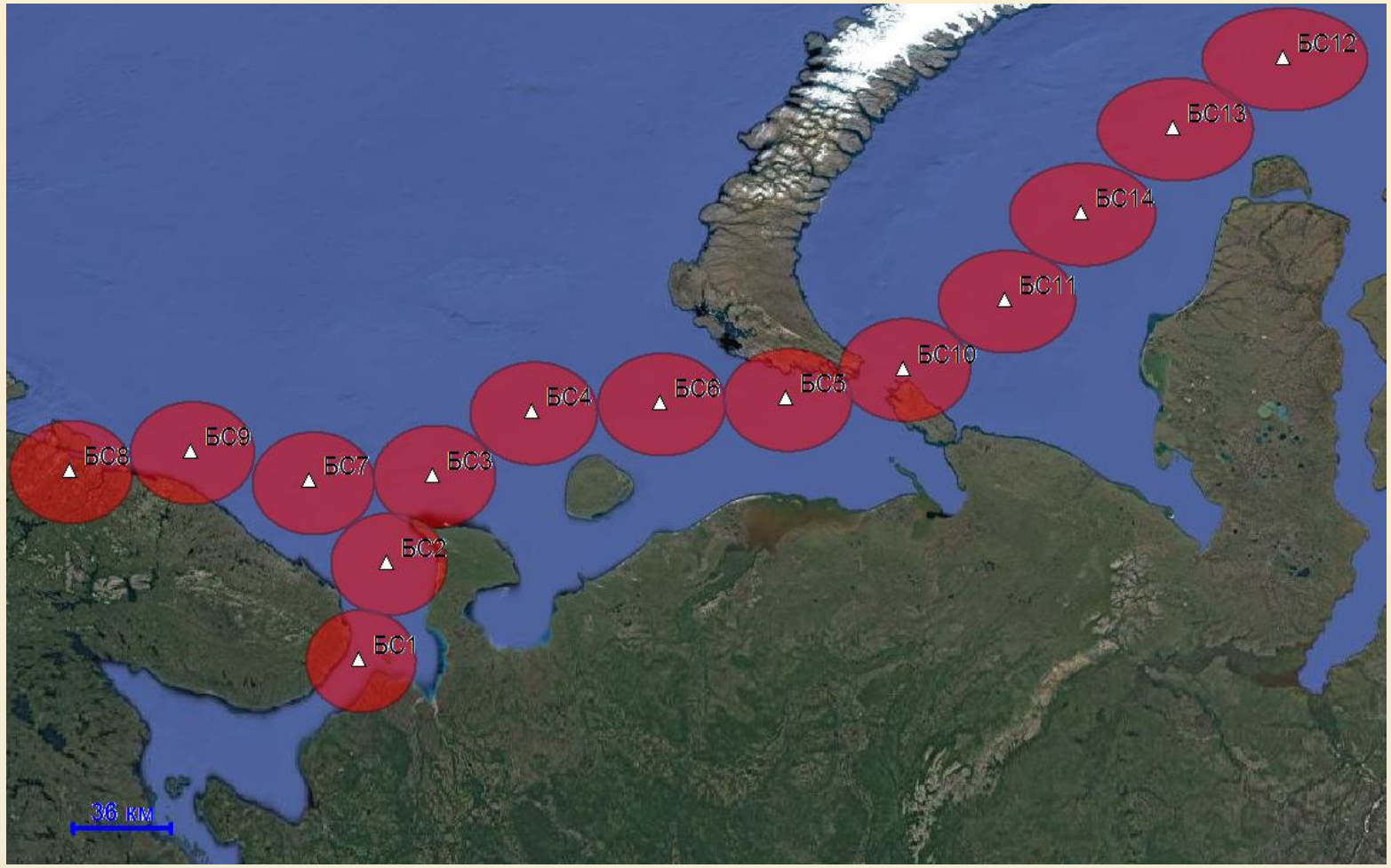
(ИД соответствуют Решению ГКРЧ №18-46-02)

Затухания:	**в атмосфере**	**св. про-во**
- 2 ГГц	0,2 дБ	136 дБ
- 6 ГГц	0,2 дБ	145 дБ
- 27 ГГц	5,6 дБ	158 дБ

* На дальности 40 км

Вывод: система может быть реализована в диапазоне 2 ГГц в полосах 1,4 МГц, 3 МГц или 5 МГц

Coverage example of a NSR section with a HAPS network



Пример радиопокрытия участка СМП сетью в составе 14 HAPS
(угол места на границе зоны обслуживания 15 град)

Other projects

Sunglider (Япония)

- Высота полета 20 км;
- Время автономного полета 6 мес;
- Обеспечивает работу сети стандарта LTE;
- При тестовых испытаниях в зоне покрытия обеспечивалась работа смартфонов;
- Разработка – компания Loon
- Источник: nplus1.ru/news/2020/10/09/hapsmobile

Stratospheric Platforms

- Высота полета 18,3 км;
- Диаметр зоны обслуживания 140 км;
- Обеспечивает поддержку работы сетей 4G, 5G;
- Скорость передачи данных: «вниз» 70 Мбит/с, «вверх» 20 Мбит/с
- Разработка – компания Northrop Grumman
- Источник: nplus1.ru/news/2020/10/26/stratospheric

Conclusions

1. Для оперативного развертывания в северных широтах и на СМП систем голосовой связи и высокоскоростной передачи данных целесообразно использовать высокоподнятые платформы (HAPS) с поддержкой технологий 4G/5G

2. Такие системы принципиально отличаются возможностью использования стандартных абонентских станций (смартфонов) и типового оборудования, например, стандарта LTE

3. Начальный уровень системы с действующими КА на ГСО, в том числе работающими за пределами САС, можно развернуть ориентировочно за один год;

4. На следующем этапе для поддержки систем на основе HAPS могут быть использованы целевые малые космические аппараты на ГСО

Thanks for attention!
Спасибо за внимание!

199034, Россия, Санкт-Петербург,
17-я линия В.О., д.4-6
тел/факс +7 (812) 320-65-04
+7 (812) 922-36-21
e-mail: org@spacecenter.ru
сайт: www.spacecenter.ru