

Затухания на спутниковых линиях Ka-, Q- и V-диапазонов

Attenuation on the satellite lines of the Ka-, Q- and V-bands



Аркадий Аболиц,
независимый эксперт, к.т.н.
Arkady Abolits,
independent expert

Одним из возможных путей повышения скорости передачи информации для спутниковых систем является переход в более высокую часть радиочастотного спектра. Однако это дает не только определенные преимущества, но и создает дополнительные проблемы, от решения которых зависит эффективность использования системы. Одной из таких ключевых проблем является рост затуханий на спутниковых трассах, прежде всего в гидрометеорах.



Андрей Гриценко,
генеральный директор,
АО "ИКЦ "Северная Корона", к.т.н.
Andrey Gritsenko,
General Director, Information Space
Center "Severnaya Corona"

Методическая основа

Численные оценки затуханий в Ku- и Ka-диапазонах частот для территории России в удобной для практического использования форме были представлены в [1]. Там же отмечено, что методической основой прогнозирования затуханий на спутниковых трассах являются рекомендации БР МСЭ. В ИКЦ "Северная Корона" разработан программный комплекс



Роман Юрьев,
заместитель генерального директора,
АО "ИКЦ "Северная Корона"
Roman Yurev,
Deputy General Director, Information
Space Center "Severnaya Corona"

"Спутниковые технологии", в котором реализованы последние версии данных рекомендаций.

Будем его использовать для анализа суммарных затуханий (атмосфера, дождь, облака и туман, тропосферные сцинтилляции) на спутниковых линиях Ka-, Q- и V-диапазонов на контрольных частотах 20, 40 и 50 ГГц соответственно. Для двух типовых значений коэффициента готовности: 0,999 и 0,995.

Глобальная карта затуханий (УМ = 90 град.)

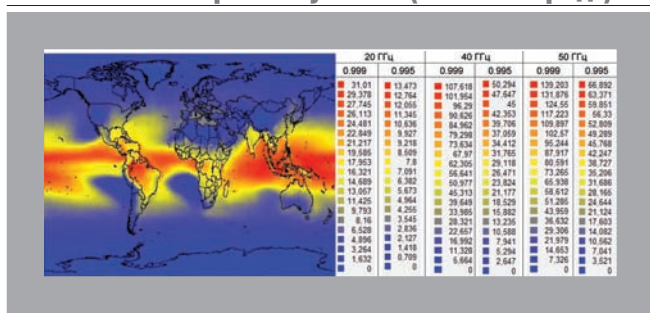


Рис. 1

Глобальная карта затуханий (УМ = 10 град.)

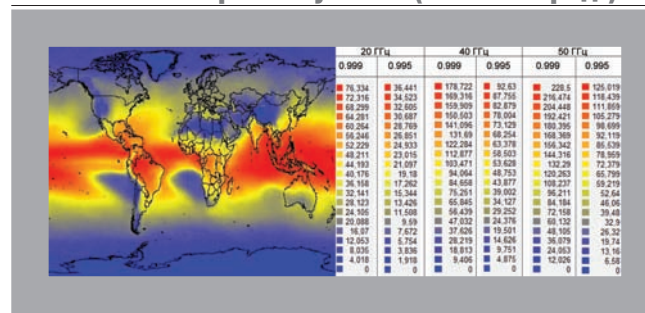


Рис. 2



Карта затуханий для КА на НКО

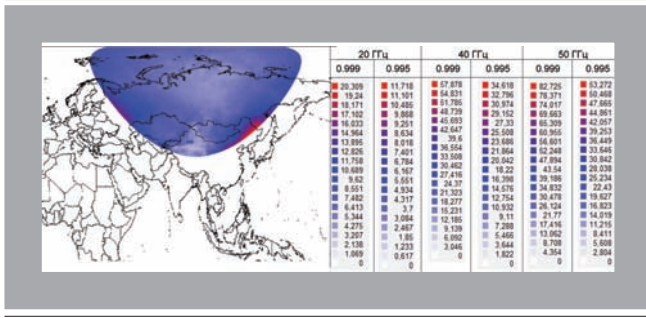


Рис. 3

Системы на НКО

Учитывая, что в настоящее время ведутся работы по созданию глобальных низкоорбитальных систем связи, построим глобальную карту затуханий для двух вариантов углового положения антенны ЗС: в зенит (см. рис. 1) и при угле места 10 град. (см. рис. 2). Из рисунков видно, что в отдельных областях территории Земли затухания на линиях могут быть очень значительны. Существенное влияние оказывает и угол места.

Влияние угла места на затухания в пределах зоны обслуживания продемонстрируем на конкретном примере. На рис. 3 представлена карта затуханий в пределах зоны обслуживания (угол места 10 град.) спутника на орбите высотой 1400 км (подспутниковая точка 62 град. с.ш. и 90 град. в.д.). Видно, что по мере приближения к границе зоны обслуживания численные значения затуханий начинают резко возрастать.

Из представленных результатов можно сделать некоторые выводы:

- требуемый коэффициент готовности по радиоклиматическим факторам может существенно повлиять на облик низкоорбитальной системы связи;
- существенно повысить коэффициент готовности системы (и, соответственно, использовать менее энергоёмкие спутники) можно путем увеличения граничного значения угла места, при котором определяется рабочая зона обслуживания спутника;
- увеличение граничного угла места приводит к росту потребного числа спутников, но позволяет использовать менее энергоёмкие и, следовательно, более легкие и дешевые космические аппараты (КА).

Системы на ГСО

Распределение затуханий по территории России для геостационарного спутника в позиции 90 град. представлено на рис. 4.

Системы на ВЗО

В настоящее время в России ведется разработка ряда новых систем на высокоэллиптической орбите типа “Тундра” (“Экспресс-РВ”, “Росинфоком”) [2]. Проанализируем распределение затуханий в пределах зоны обслуживания, ограниченной углом места

в России (координаты апогейном участке орбиты (координаты подспутниковой точки 62 град. с.ш., 90 град. в.д.). Результаты расчета представлены на рис. 5. Хорошо видно одно из ключевых преимуществ таких систем – значительные углы места позволяют реализовать высокий коэффициент готовности практически на всей территории России и стран СНГ.

Спутниковые системы оптического диапазона

Однако действительно больших скоростей передачи информации (по разным оценкам, более 3 Гбит/с) можно достигнуть, если использовать лазерные линии связи на участках “Космос-Земля” и “Земля-Космос” на частотах примерно 200, 283, 311, 353 ТГц. Достоинства таких систем очевидны: в условиях “чистого неба” узкие лучи обеспечивают высокую скорость, скрытность, помехозащищенность. Габаритные, весовые характеристики, энергопотребление орбитальных и земных средств минимальны, что открывает новые возможности применения микроспутников.

Но при наличии облаков, тумана или дождя затухания на трассе становятся весьма существенными. Эти, а также другие факторы тре-

Карта затуханий для КА на ГСО (90 град.)

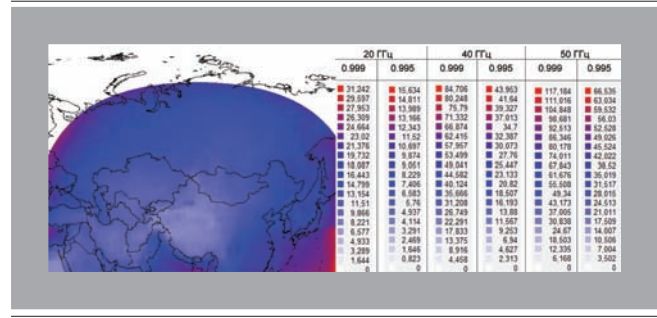


Рис. 4

Карта затуханий (Орбита "Тундра")

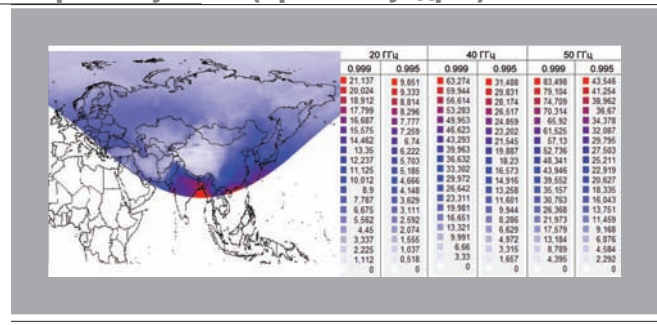


Рис. 5

буют детальной проработки системно-технических решений, определяющих облик перспективной спутниковой системы оптического диапазона [3, 4]. Именно эти задачи и поставлены перед рабочей группой специалистов, сформированной для проведения работ по данному направлению.

Литература

1. Анипилогов В.Р., Афонин А.А. Затухание в спутниковых каналах Ку-и Ка-диапазонов // Технологии и средства связи / Специальный выпуск “Спутниковая связь и вещание-2010”. – 2009. № 6 (2). С. 82–85.
2. Гриценко А.А. Новые российские проекты в области спутниковой связи для подвижных абонентов, в том числе в Арктике // Доклад на IX Международном форуме “Профессиональная мобильная радиосвязь, спутниковая связь и навигация”, 1–2 октября 2015 г.
3. Аболищ А.И. Другая парадигма спутниковой связи // Электро-связь. – 2014. № 8. С. 15–19.
4. Аболищ А.И., Гриценко А.А. Пространственно-временная низкоорбитальная многоспутниковая связь (ПВ НО-МСС) в миллиметровом и оптическом диапазонах волн // Доклад на IX Международном форуме “Профессиональная мобильная радиосвязь, спутниковая связь и навигация”, 1–2 октября 2015 г.

ИКЦ “СЕВЕРНАЯ КОРОНА”