

Прокотьев М.В.

Московский физико – технический институт

Увеличение эффективности геостационарной орбиты

Геостационарная орбита (ГСО) — круговая орбита, расположенная над экватором Земли (0° широты), находясь на которой, искусственный спутник обращается вокруг планеты с угловой скоростью, равной угловой скорости вращения Земли вокруг оси, и постоянно находится над одной и той же точкой на земной поверхности. На геостационарной орбите определено на сегодня 425 точек стояния спутников. Угловые расстояния между этими точками различны и лежат в довольно широком интервале $0,1 \dots 7$ градусов. Можно выделить следующие достоинства геостационарных спутников:

- Непрерывная, круглосуточная связь, без переходов с одного спутника на другой
- На антеннах земных станций можно упростить или исключить системы автоматического сопровождения спутника
- Отсутствие частотного сдвига, обусловленного эффектом Доплера
- Большая зона видимости геостационарного спутника – около одной трети земной поверхности
- Системы из трех таких спутников достаточно для создания глобальной связи (см. Рис.1)

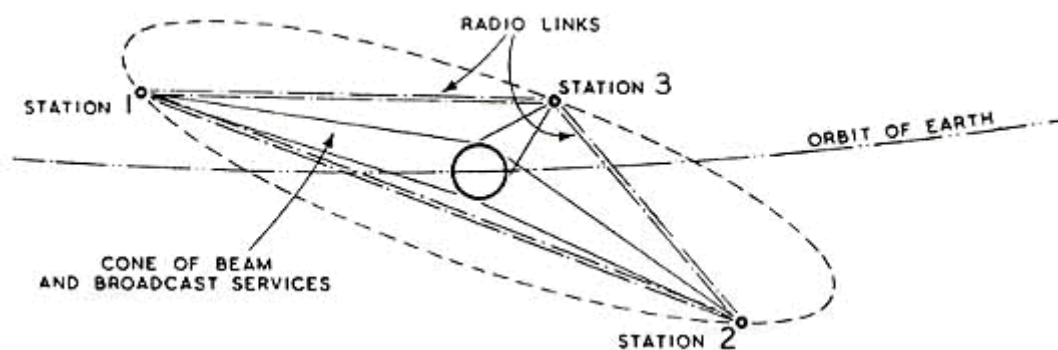


Рис.1 Оригинальный рисунок из статьи Кларка в Wireless World

Но основной проблемой ГСО является ограниченность ёмкости ГСО и радиочастотного диапазона. В своей работе я попытался изучить эту проблему и найти методы ее решения. Ниже приведен список методов решения с пояснениями[1,2]:

1. Введение постоянной платы за орбитально – частотный ресурс

Такая мера должна будет вынудить структуры, за которыми сейчас закреплены неиспользуемые частоты, отказаться от них. Большинство пользователей частот относятся к категории спецпотребителей, в том числе Министерство Обороны РФ. При этом многие из владельцев часто неэффективно используют этот ресурс, потому что он для них бесплатный. По этой причине крупные телекоммуникационные операторы пока не могут полноценно развивать свои новые проекты (например 3G связь, Wi-MAX). В частности, спектр частот, необходимый для 3G связи, используется космической группировкой, различными охранными структурами, а также Администрацией Президента. Если владельцев частот обяжут платить серьезные деньги за неиспользуемый ресурс, это заставит мелкие компании уйти с рынка, тем самым освободив часть полосы частот.

2. Применение методов приема / передачи сигналов с высокой помехоустойчивостью

При передаче дискретных сигналов применяются методы помехоустойчивого кодирования, когда благодаря введению некоторой избыточности на передаче и соответствующего метода приема появляется возможность обнаружить и исправить ошибки, т.е. выиграть в помехоустойчивости, а также, несмотря на необходимость передачи дополнительных символов, повысить пропускную способность системы связи при некоторой спектральной плотности шумов и заданной достоверности передачи. Конкретный анализ показывает, что необходимо создание кодов, приближающих линию связи к теоретическому пределу пропускной способности линии. Такой метод позволяет применить более низкие требования к отношению сигнал / помеха.

3. Использование спутников с компенсаторами помех

Компенсатором помех называют устройство, которое с помощью специальной антенны(или дополнительно луча основной антенны), имеющей диаграмму направленности, отличную от диаграммы направленности основной антенны, принимает мешающий сигнал и использует его для вычитания из принятой полезным сигналом суммы сигнала и помехи. Критерием для компенсации служит либо просто минимум суммарной мощности на выходе приемника. Компенсатор в целом можно

рассматривать как способ адаптивного формирования минимума основной диаграммы направленности в направлении на источник помехи.

4. Разделение сигналов по поляризации

Разделение сигналов достигается при излучении двух сигналов с ортогональной поляризацией: либо линейной в двух взаимно перпендикулярных плоскостях, либо круговой с противоположными направлениями вращения. В обоих случаях при идеальном разделении может быть достигнуто удвоение емкости орбиты. Дополнительным фактором, влияющим на разделение ортогонально поляризованных сигналов, является поворот плоскости поляризации на трассе распространения – явление, имеющее место в атмосфере.

5. Выбор оптимальных параметров модуляции сигнала

При передаче сигнала, например, методом частотной модуляции может быть выбран индекс модуляции (отношение максимальной девиации частоты к частоте модуляции). При одинаковой мощности передатчика и разном индексе модуляции отношение “сигнал-шум” будет выше там, где больше индекс модуляции. С увеличением девиации частоты (наибольшее отклонение мгновенной частоты от частоты несущего колебания) возрастает помехоустойчивость передаваемых сигналов, и угловой разнос между соседними спутниками может быть сокращен. Однако сигнал с увеличенной девиацией занимает более широкую полосу частот, и поэтому передаваемый на единицу полосы объем информации сокращается. Анализ показывает, что существует оптимальное значение индекса модуляции, при котором емкость орбиты максимизируется.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Кантор Л. Я., Тимофеев В. В.* Спутниковая связь и проблема геостационарной орбиты. – М.: Радио и связь, 1988
2. *Бартенев В. В., Болотов Г. В., Быков В. Л. и др.* Справочник по спутниковой связи. – М.: Радио и связь, 1997