

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Красиков Максим Сергеевич

магистрант

ФГОБУ ВПО «Сибирский государственный университет

телекоммуникаций и информатики»

г. Новосибирск, Новосибирская область

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОМЕХ ОТ БОКОВЫХ ЛЕПЕСТКОВ В СЕТЯХ СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ

Аннотация: главным вопросом исследования является изучение влияния боковых лепестков диаграммы направленности в отдельных лучах многолучевой антенны. Автор утверждает, что национальная система подвижной спутниковой связи имеет огромное значение для нужд государства и многих компаний. Реализация спутниковой связи с зональным обслуживанием требует использования многолучевых антенн с узкими диаграммами направленностей, которые неизбежно подвергаются взаимному электромагнитному влиянию. Поэтому возникают задачи оптимального частотно-территориального планирования для обеспечения электромагнитной совместимости.

Ключевые слова: спутниковый ретранслятор, многолучевая антенна, система спутниковой связи, земная станция.

ДН – диаграмма направленности;

СР – спутниковый ретранслятор;

МЛА – многолучевая антенна;

ССС – система спутниковой связи;

ЗС – земная станция;

ДН диаграмма направленности;

В целях организации зонального обслуживания на СР устанавливаются бортовые МЛА, осуществляющие передачу информации на множество ЗС, распределенных согласно многозоновой архитектуре. Для повышения эффективности

ССС на спутниках применяют антенны с узкими лучами, что обеспечивает энергетический выигрыш всей системы [2; 4].

ССС работают в диапазоне от сотен МГц до десятков ГГц в специально выделенных участках спектра, которые регламентированы МСЭ: 1–2 ГГц, 2–4 ГГц, 4–8 ГГц.

Наибольшее практическое применение получили СР, находящиеся на геостационарной орбите [2]. В состав геостационарной спутниковой системы связи входят один или несколько СР, совокупность ЗС, передающих информацию конечному пользователю и одна или несколько центральных станций, обеспечивающих управление процессами информационного обмена.

Работа одновременно со многими ЗС возможна благодаря зональному обслуживанию, которое представляет собой совокупность частотно-пространственного разделения каналов, образуемых лучами МЛА.

Применение МЛА приводит к повышению энергетического потенциала каждого луча и сужению ДН [4].

Многочуевой называется антенна, способная сформировать одну или несколько пространственно разнесенных ДН, причем каждая может состоять из нескольких лучей, количество и положение которых может изменяться.

Благодаря увеличению усиления антенны в луче применение МЛА дает возможность повторно использовать частоты с помощью пространственного разнесения лучей, которым назначена одна и та же полоса частот. Многократное использование одинаковых частот позволяет значительно сэкономить частотный ресурс. Однако наличие боковых лепестков в ДН не позволяет использовать во всех передаваемых лучах одну и ту же частоту. На практике используют пространственное разнесение частот как минимум, на один луч.

Для характеристики степени повторного использования частот вводится понятие «кластера», характеризующего количество частотных полос, нужных для разделения соседних лучей [3].

Построение систем подвижной спутниковой связи на основе МЛА с повторным использованием частот сводится к частотно-пространственному распределению частотных каналов для земных станций. В отличие от наземной сети радиосвязи сотовой структуры, в спутниковой сети вместо базовых станций основную структурную составляющую представляют отдельные лучи МЛА.

Пространственное расположение отдельных лучей выбирается таким образом, чтобы обеспечить полное покрытие области обслуживания заданной конфигурации. При этом самым оптимальным является использование гексагональной структуры сети.

Помехи в совмещенном канале, т. е. в канале, работающем на той же частоте, являются самыми сильными из всех видов помех. В ССС учет влияния боковых лепестков ДН требует, чтобы пространственный разнос между лучами, работающими в совмещенном канале должен быть не менее координационного расстояния D_k – координационным называется такое расстояние между направлениями максимумов лучей, работающих в совмещенных каналах, при котором они не уменьшают зоны обслуживания друг друга [2]. Величина координационного расстояния определяется исходя из допустимого для системы связи защитного отношения A_z , которое выбирается на границе зоны обслуживания луча, как допустимое отношение мощности полезного сигнала P_c к суммарной мощности шума $P_{ш}$ и интерференционных помех P_n от K числа лучей, работающих в совмещенном канале (1).

$$A_z = \frac{P_c}{P_{ш} + \sum_{i=1}^K P_n} \quad (1)$$

Нормированная функция множителя решетки в логарифмическом масштабе определяется выражением, указанным в формуле (2):

$$G(\theta, \varphi) = 20 \lg(F(\theta, \varphi) / F(0, 0)) \quad (2)$$

где $F(\theta, \varphi)$ – диаграмма направленности луча в заданном направлении.

Для анализа уровня боковых лепестков в многолучевой антенне удобно использовать отношение амплитуды основного лепестка диаграммы направленности к амплитуде бокового лепестка, которое обозначается термином sidelobe ratio

(SLR) и измеряется в децибелах (3). Значение SLR позволяет оценить уровень главного лепестка ДН относительно бокового:

$$SLR_n = 20 \cdot \log \left(\frac{F(0,0)}{F(\theta_{днn},0)} \right) = 1 - G(\theta_{днn}, 0) \quad (3)$$

где $\theta_{днn}$ - угол, при котором амплитуда n -го бокового лепестка ДН достигает максимума [1].

Определение частотно-пространственных ограничений для учета при частотно-территориальном планировании влияния боковых лепестков диаграммы направленности, а также множественности помех основано на оценке уровня SINR (Signal Interference + Noise Ratio, SINR) – сигнал / (шум + помеха), который устанавливается на границе зоны обслуживания при наличии интерференционных помех в сети и определяется по формуле (4) [1].

$$SINR = \left(\frac{P_c}{P_{ш} + P_{инт}} \right) \quad (4)$$

При действии интерференционной помехи значение SINR снижается, соответственно уменьшается и размер зоны обслуживания, в пределах которой выполняются условия помехозащищенности системы, т. е. выполняется условие $SINR \geq A_3$, поскольку вблизи границы зоны SINR становится меньше допустимой величины.

Для выполнения данного условия пространственный разнос между лучами, работающими в совмещенном канале должен быть не меньше координационного расстояния [6].

Таким образом, определение частотно-пространственных ограничений для спутниковых ретрансляторов является эффективным и важным средством при обеспечении электромагнитной совместимости за счет учета влияния боковых лепестков диаграммы направленности и множественности помех в условиях неоднородной системы спутниковой связи и определения уровня помехозащищенности в отдельных лучах многолучевой антенны.

Список литературы

1. Вишневский В.М. Широкополосные беспроводные сети передачи информации / В.М. Вишневский, А.И. Ляхов, С.Л. Портной, И.В. Шахнович. – М.: Техносфера, 2005. – 592 с.
2. Гаранин М.В. Системы и сети передачи информации: Учеб. пособие для вузов / М.В. Гаранин, В.И. Журавлев, С.В. Кунегин. – М.: Радио и связь, 2001. – 336 с.
3. Гениатулин К.А. Моделирование распределения абонентов для проведения частотно-территориального планирования сети спутниковой связи с зональным обслуживанием / К.А. Гениатулин // Современные проблемы телекоммуникаций: Материалы Росс. научн.-техн. конф. – Новосибирск: Сиб. гос. ун-т телекоммуникаций и информатики, 2014. – С. 103–104.
4. Гениатулин К.А. Современные проблемы телекоммуникаций: Материалы Росс. научн.-техн. конф. – Новосибирск: Сиб. гос. ун-т телекоммуникаций и информатики, 2014. – С. 118–119.
5. Кантор Л.Я. Расцвет и кризис спутниковой связи / Л.Я. Кантор // Электросвязь. – 2007. – №7. – С. 19–23.
6. Носов В.И. Методика определения коэффициента взаимного влияния для метода координационных колец при частотно-территориальном планировании системы спутниковой связи с зональным обслуживанием / В.И. Носов, К.А. Гениатулин // Современные проблемы телекоммуникаций: Материалы Росс. научн.-техн. конф. – Новосибирск: Сиб. гос. ун-т телекоммуникаций и информатики, 2014. – С. 118–119.