

ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ СИГНАЛОВ В СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМАХ СВЯЗИ

© 2021 Т. В. Мельникова, А. П. Преображенский

Воронежский институт высоких технологий (Воронеж, Россия)

В статье рассматриваются некоторые особенности распространения сигналов в спутниковых системах связи. Дан анализ основных местностей, в пределах которых могут распространяться сигналы. Рассмотрены некоторые условия распространения сигналов.

Ключевые слова: спутник, связь, сигнал, электромагнитная волна.

В современных спутниковых системах связи сигналы могут распространяться в разных условиях. В данной работе дан анализ условий, в которых может передаваться информация.

Между приемной и передающей станцией в спутниковой системе связи находится пространственный канал. Передача информации происходит в обе стороны. Можно говорить об энергетической напряженности аппаратуры на космическом аппарате и на Земле.

Ограничения по мощности на космических аппаратах связаны с тем, что есть лимит по энергопотреблению, габаритным размерам и массе.

На Земле, если аппаратура работает в необслуживаемом режиме, то ее стремятся упростить и уменьшить мощности передатчиков [1].

Большая физическая протяженность трасс приводит к тому, что передаваемые сигналы затухают, наблюдаются большие потери по энергии. Существуют другие факторы, оказывающие влияние на сигнал. Наблюдаются эффекты деполяризации и рефракции [2].

Плоскость поляризации распространяющихся электромагнитных волн может вращаться, исходя из закона Фарадея. В атмосфере электромагнитные волны будут поглощаться [3].

Оптимальным образом спутниковые системы связи могут быть спроектированы

при точном и правильном учете разных параметров.

Избыточные энергетические запасы будут исключены. Это важно, поскольку они могут привести к тому, что земная и бортовая аппаратура будут неоправданным образом усложняться.

Односигнальный режим будет реализовываться, когда бортовой ретранслятор передает программы телевидения. Несколько сигналов передается, когда анализируются телефонные сигналы. Есть разделение по форме, времени или частоте [4].

Уменьшение накопления шумов, искажений, которое есть на участках трасс, может быть получено за счет определенных обработок сигналов. Волны, которые лежат в диапазоне частот от $3 \cdot 10^7$ Гц до $3 \cdot 10^{10}$ Гц свободным образом будут проходить через атмосферу.

То есть, по ней можно говорить о ярко выраженной частотной избирательности. Ионосферные критические частоты дают ограничение снизу. Кроме того, для радиоволн в ионосфере существуют общие потери.

Вследствие газов тропосферы и поглощенных атмосферных осадков будет частотное ограничение сверху. Внешние шумы также влияют на то, какое будет качество приема [5, 6].

Дисперсия радиоволн в ионосфере оказывает влияние на выбор рабочего диапазона частот. Необходимо для него формировать соответствующую аппаратуру. Интенсивность дождевых осадков оказывает заметное влияние на то, какие будут значения поглощения электромагнитных волн, а также интенсивность рассеяния. Существуют дополнительные параметры. Они определя-

Мельникова Тамара Вениаминовна – Воронежский институт высоких технологий, студент, tmelnikova910@gmail.com.

Преображенский Андрей Петрович – Воронежский институт высоких технологий, профессор, app@vvt.ru.

ют то, насколько дождь будет неравномерным. Также есть влияние района, где размещают наземные станции, размера территории, занятой дождем. На практике дожди с меньшей продолжительностью будут характеризоваться большей интенсивностью. Различные данные, связанные с экспериментальными наблюдениями, а также эмпирические и усредненные оценки применяют при анализе коэффициентов ослабления в дожде [7].

Вероятность того, что сигналы будут ослабляться в облаках и тумане, значительно больше, чем для дождя, хотя сам уровень ослабления – меньше. Значение влажности, показывающее количество воды жидкой воды для единицы объема, определяет то, каким будет ослабление при распространении сигналов в тумане.

Шумы, связанные с искусственным происхождением, также могут быть в радиосвязи причиной помех. Возникают они вследствие того, что работает оборудование, которое не используется для радиодиапазона. Какие могут быть источники таких шумов?

Они относятся к промышленному оборудованию, системам автомобильного зажигания, высоковольтным линиям и т. д. Это все – случайные источники. Чувствительность радиоприемных устройств зависит от того, какой будет населенный пункт, какие в нем будут виды шумов.

На рисунке 1 показаны типы возможных местностей. Виды бортовых ретрансляторов, которые могут применяться на практике с точки зрения некоторых признаков, приведены на рисунке 2. Уверенный прием сигналов рассматривается в качестве ключевого требования к уменьшению величин шумов приемных устройств. Типы бортовых ретрансляторов можно увидеть на рисунке 3.

Если нет демодуляции сигнала, для выходной частоты реализуется процесс усиления. Если рассматривается ретранслятор с гетерогенным типом, то для промежуточной частоты осуществляется процесс основного усиления. Если осуществляется процесс демодуляции, то возникают возможности для улучшения характеристик.

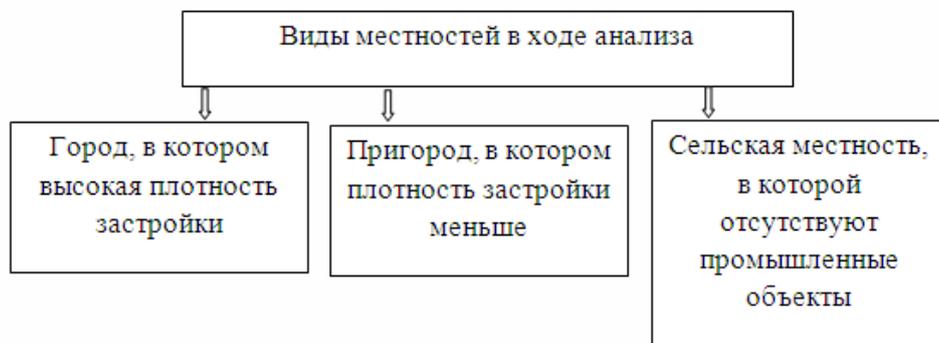


Рисунок 1. Виды местностей в ходе анализа

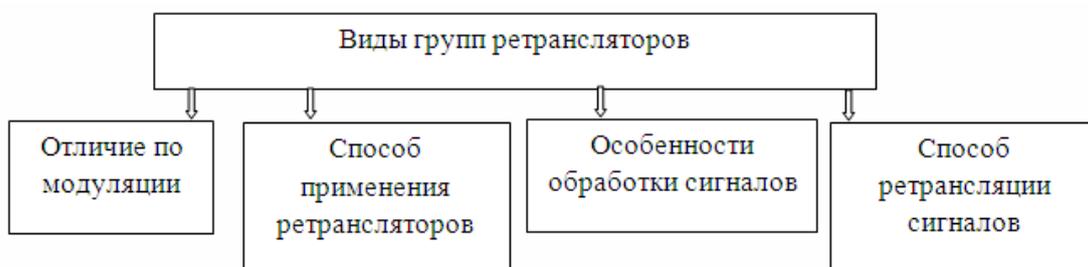


Рисунок 2. Иллюстрация видов групп разных ретрансляторов

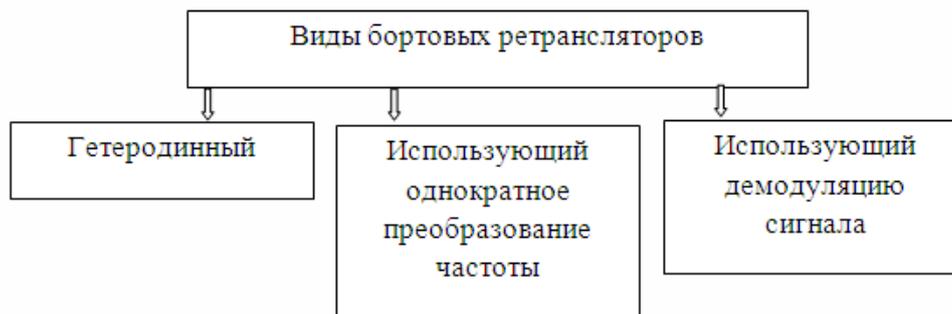


Рисунок 3. Иллюстрация видов бортовых ретрансляторов

ЛИТЕРАТУРА

1. Ермолаев В. Т. Эффективность систем связи с антенными решетками в условиях рассеивающей среды / В. Т. Ермолаев, Е. А. Маврычев, А. Г. Флакман // Успехи современной радиоэлектроники. – 2003. – № 3. – С. 41-48.

2. Ермолаев В. Т. Теоретические основы обработки сигналов в беспроводных системах связи: монография / В. Т. Ермолаев, Е. А. Флакман. – Нижний Новгород: Изд. ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2011. – 368 с.

3. Ширман Я. В. Теория и техника обработки радиолокационной информации на фоне помех / Я. В. Ширман, В. Н. Манжос // М.: Радио и связь, 1981. – 416 с.

4. Ермолаев В. Т. Увеличение пропускной способности ММО-системы радиосвязи с параллельной передачей данных по собственным подканалам / В. Т. Ермолаев, А. Г. Флакман, Д. Н. Лысяков // Вестник ННГУ

им. Н. И. Лобачевского. Серия: Радиофизика. – 2010. – № 3. – Ч. 1. – С. 79-86.

5. Сергеев М. Б. Имитационная модель радиолокационной обстановки интеллектуальной системы управления распределенными средствами радиолокационных станций / М. Б. Сергеев, А. А. Сенцов, Е. К. Григорьев, С. А. Ненашев // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2020. – Т. 8. – № 3 (30). – С. 14-15.

6. Бокова О. И. Модель комплекса средств противодействия угрозам информационной безопасности в сетях связи специального назначения / О. И. Бокова, Д. А. Жайворонок, С. В. Канавин, Н. С. Хохлов // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2020. – Т. 8. – № 2 (29). – С. 41-42.

7. Кхыонг Н. В. Оценка влияния метеорообразования на распространение радиоволн в X-диапазоне / Н. В. Кхыонг // Труды МФТИ. – 2020. – Т. 12. – № 3.

THE FEATURES OF SIGNAL PROPAGATION IN SATELLITE COMMUNICATION SYSTEMS

© 2021 T. V. Melnikova, A. P. Preobrazhenskiy

Voronezh Institute of High Technologies (Voronezh, Russia)

The paper discusses some features of signal propagation in satellite communication systems. The analysis of the main areas within which signals can propagate is given. Some conditions of signal propagation are considered.

Keywords: satellite, communication, signal, electromagnetic wave.