УДК 621.396.946

РАЗРАБОТКА БЛОК - СХЕМЫ АНАЛИЗАТОРА ПРИ АДАПТИВНОМ ПРИЕМЕ СИГНАЛОВ СВЧ И КВЧ ДИАПАЗОНОВ

Д.П. Пашков*
(представил д.т.н., проф. Ю.И. Лосев)

В статье предложена блок - схема анализатора адаптивного приема радиоволн СВЧ и КВЧ диапазонов, в результате чего можно повысить пропускную способность радиотехнических систем (РТС) наземного контура управления космическими аппаратами (КА).

Проблема повышения пропускной способности РТС при управлении КА является весьма острой при построении наземного контура однопунктного управления КА. Одним из основных направлений, позволяющих повысить информационный обмен, является использование для передачи сообщений радиоволн сверхвысокочастотного (СВЧ) и крайневысокочастотного (КВЧ) диапазонов [1, 2]. Однако при прохождении через атмосферу Земли на радиоволны оказывают влияние радиофизические эффекты [1, 2], которые вызывают частотно - селективные замирания (ЧСЗ) радиосигнала [2], вследствие чего возникают нелинейные процессы в радиосистемах, что существенно снижает пропускную способность РТС.

Исследование дискретных способов передачи информации с КА свидетельствует [1-4], что наиболее целесообразно применять относительную фазовую манипуляцию (ОФМ). В системе ОФМ информация передается [3] не абсолютным, а относительным значением фазы сигнала. Таким образом, вероятность ошибочного приема зависит от способа приема сигнала системы ОФМ.

Учитывая вышесказанное, рассмотрим когерентный и автокорреляционный методы приема радиосистем [3]. При этом вероятность ошибки при когерентном приеме [4]

$$\mathbf{P_k = 2F(\sqrt{2h_0})[1 - F(\sqrt{2h_0})]} \quad , \qquad (1)$$

где $\mathbf{F(\cdot)}$ – интеграл ошибок; $\mathbf{h_0}$ – отношение сигнал - шум.

Особенностью когерентного приема является зависимость от формы принимаемого сигнала [3]. Свободным от этой зависимости является автокорреляционный прием, при котором вероятностью ошибки [4] будет

* © Д.П. Пашков, 1999

$$P_a = 0{,}5\exp(-0{,}5h_0^2). \qquad (2)$$

В реальных условиях, при распространении радиосигналов сантиметрового и миллиметрового диапазонов длин волн, вследствие влияния радиофизических эффектов [1, 2], формируются неравномерная амплитудно - частотная характеристика и нелинейная фазочастотная характеристика канала, при этом отношение мощности сигнал - шум вычисляется как [4]

$$h_0 = h\cos\Delta\varphi, \qquad (3)$$

где $\Delta\varphi$ - величина фазовых искажений, вызванных ЧСЗ на трассе распространения радиоволн.

Учитывая (3), (1) и (2) можно представить соответственно в виде:

$$P_k = 2F(\sqrt{2h}\cos\Delta\varphi)[1 - F(\sqrt{2h}\cos\Delta\varphi)] \; ; \qquad (4)$$

$$P_a = 0{,}5\exp[-0{,}5(h\cos\Delta\varphi)^2] \; . \qquad (5)$$

Анализируя выражения (4) и (5), методом подбора величины фазовых искажений определяем пороговое значение $\Delta\varphi = 60^0$. Причем при $\Delta\varphi \geq 60^0$ рекомендуется использовать автокорреляционный приема радиосигнала, а при $\Delta\varphi < 60^0$ - когерентный прием.

Рассматривая радиоустройство с ограниченными энергетическими затратами, будем отдавать предпочтение методам передачи информации, которые обеспечивают минимальную вероятность ошибочного приема. Анализу данного вопроса посвящено много монографий [3, 4], однако исследование зависимости пропускной способности РТС по отношению к вероятности безошибочного приема сигнала недостаточно раскрыто.

Традиционно для оценки пропускной способности радиотехнических систем используется формула Шеннона [3]

$$C = \Delta f \log_2(1 + h_0), \qquad (6)$$

где Δf - полоса пропускания; h_0 - отношение сигнал - шум на выходе приемника [4].

Таким образом, пропускная способность РТС (6) при частотно - селективном замирании (3) будет вычисляться как

$$C = \Delta f \log_2(1 + h\cos\Delta\varphi). \qquad (7)$$

После проведения оценки полученных выше зависимостей разработана блок – схема адаптивного приема радиосигнала, которая позволила осуществить переход от когерентного приема к автокорреляционному. Данная блок - схема (рис.1) включает следующие блоки:

блок 1 – расчет времени сеанса управления при прохождении КА зоны радиовидимости;

блок 2 – предварительный расчет объема передаваемой информации за сеанс управления;

блок 3 – расчет критической пропускной способности текущего сеанса связи на основе полученных данных;

блок 4 – сравнение пропускной способности на входе приемника с критической; если условие выполнимо, то необходимо перейти в блок 5, иначе в блок 1 (перерасчет критической пропускной способности);

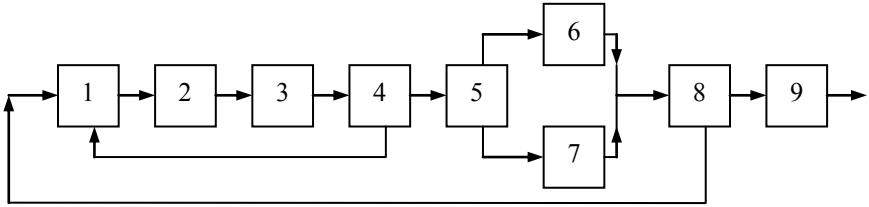

Рис.1. Блок – схема анализатора адаптивного приема радиосигнала

блок 5 – исследование зависимости влияния ЧСЗ на прием сигнала в радиоканале - $\Delta\varphi \geq 60^0$; если условие выполняется - то переход в блок 7, иначе - в блок 6;

блок 6 – расчет вероятности ошибки при когерентном приеме;

блок 7 – расчет вероятности ошибки при автокорреляционном приеме;

блок 8 – проверяется условие **Рз › Р**, при котором сравнивается вероятность ошибки заданной с поступаемой, результатом положительного ответа является обработка поступаемого сигнала, при отрицательном - переход в блок 1 для снижения скорости передачи сообщений;

блок 9 - обработка сигнала.

Применение разработанного анализатора, благодаря наиболее практичному использованию свойств когерентного и автокорреляционного методов приема в РТС, позволяет значительно повысить пропускную способность СВЧ и КВЧ радиоустройства, что, в свою очередь, позволяет более эффективно эксплуатировать данную радиотехническую систему.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ванькевич В.В., Иванов М.А., Козелков С.В. Теоретические и экспериментальные исследования специфики тропосферного распространения СВЧ и КВЧ радиоволн // Радиотехника. - Вып. 92. – 1990. - С. 106 - 114.

2. Долухонов М.П. Распространение радиоволн.- М.: Связь, 1972.– 336 с.

3. Петрович Н.Т., Камнев Е.Ф., Каблукова М.В. Космическая радиосвязь. - М.: Сов. радио, 1979. - 280 с.

4. Коржик В.И., Финк Л.М., Щелкунов К.Н. Расчет помехоустойчивости систем дискретных сообщений. - М.: Радио и связь, 1981. - 231 с.