

Журавлёв Дмитрий Анатольевич, Лебедев Артем Александрович, Журавлев Алексей Анатольевич
СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ПОМЕХОЗАЩИЩЕННОСТИ РАДИОЛИНИИ СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ В РЕЖИМЕ ПСЕВДОСЛУЧАЙНОЙ ПЕРЕСТРОЙКИ РАБОЧЕЙ ЧАСТОТЫ

В статье рассмотрен способ повышения помехозащищенности радиолинии спутниковой связи, который может быть использован в дуплексных радиолиниях с псевдослучайной перестройкой частоты большой протяженности. Данный способ позволит значительно повысить уровень помехозащищенности радиолинии спутниковой связи, так как вероятность подавления сигнала на различных частотах и в разные временные интервалы мала.

Адрес статьи: www.gramota.net/materials/1/2013/6/21.html

Статья опубликована в авторской редакции и отражает точку зрения автора(ов) по рассматриваемому вопросу.

Источник

Альманах современной науки и образования

Тамбов: Грамота, 2013. № 6 (73). С. 76-78. ISSN 1993-5552.

Адрес журнала: www.gramota.net/editions/1.html

Содержание данного номера журнала: www.gramota.net/materials/1/2013/6/

© Издательство "Грамота"

Информация о возможности публикации статей в журнале размещена на Интернет сайте издательства: www.gramota.net

Вопросы, связанные с публикациями научных материалов, редакция просит направлять на адрес: almanac@gramota.net

УДК 621.371.362.2

Технические науки

В статье рассмотрен способ повышения помехозащищенности радиолинии спутниковой связи, который может быть использован в дуплексных радиолиниях с псевдослучайной перестройкой частоты большой протяженности. Данный способ позволит значительно повысить уровень помехозащищенности радиолинии спутниковой связи, так как вероятность подавления сигнала на различных частотах и в разные временные интервалы мала.

Ключевые слова и фразы: псевдослучайная перестройка рабочей частоты; информационный бит; вероятность ошибки; радиолиния спутниковой связи; автокорреляционная функция; мажоритарная схема.

Журавлёв Дмитрий Анатольевич, к.т.н.

Лебедев Артем Александрович

Военная академия связи, г. Санкт-Петербург

Voenakademia@yandex.ru

Журавлев Алексей Анатольевич

Рязанский государственный радиотехнический университет

rgtu@rsreu.ru

СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ПОМЕХОЗАЩИЩЕННОСТИ РАДИОЛИНИИ СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ В РЕЖИМЕ ПСЕВДОСЛУЧАЙНОЙ ПЕРЕСТРОЙКИ РАБОЧЕЙ ЧАСТОТЫ[©]

Особенности организации спутниковой связи обуславливают наличие большого количества помех различного рода. Для повышения помехоустойчивости радиолинии применяют различные способы, одним из которых является псевдослучайная перестройка рабочей частоты (ППРЧ). Режим ППРЧ позволяет бороться с помехами, сосредоточенными в узкой полосе частот. Однако в случае подавления радиолинии спутниковой связи (РЛСС) помехами «в след», имитирующими помехами, а также в случае частичного или полного вскрытия алгоритма перестройки частоты эффективность ППРЧ будет низкой.

Появляется необходимость разработать такой способ организации передачи информации, который бы обеспечивал требуемую помехозащищенность при наличии на РЛСС различного рода помех.

Суть способа. На передающем конце радиолинии формируют пакеты информации путем деления информационного сигнала на блоки заданной длины. После чего перестраивают несущую частоту передатчика на частоту, соответствующую коду псевдослучайной последовательности, с последующей ее модуляцией. Особенностью является то, что излучают радиосигнал с N -кратным повторением каждого информационного бита, на K частотных позициях в T временных интервалах (Рис. 1).

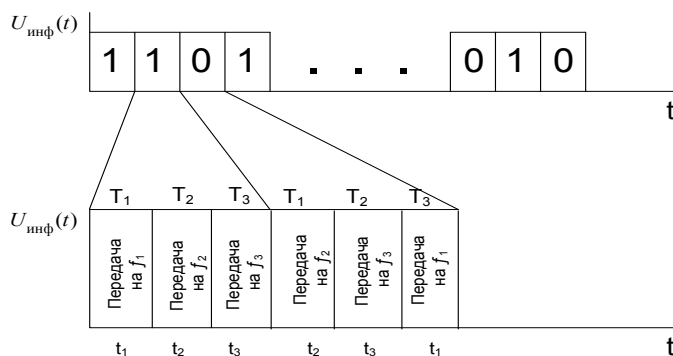


Рис. 1. Принцип организации передачи информации в РЛСС с ППРЧ

При равновероятном выборе частотных позиций сигнала с ППРЧ вероятность попадания на частоту, занятую помехой, будет определяться выражением

$$p_{\text{п}} = m/K,$$

где m – число частот, забитых помехой; K – общее число частот, выделенных для ППРЧ.

На приемном конце радиолинии принимают переданный радиосигнал, преобразуют его на промежуточную частоту, усиливают и демодулируют. Принятый сигнал поступает на коррелятор, где определяются корреляционные пики. Значение пика автокорреляционной функции (АКФ) на выходах корреляторов сравнивается с пороговым значением (Рис. 2). Данное техническое решение позволяет отсеять помехи по временным окнам.

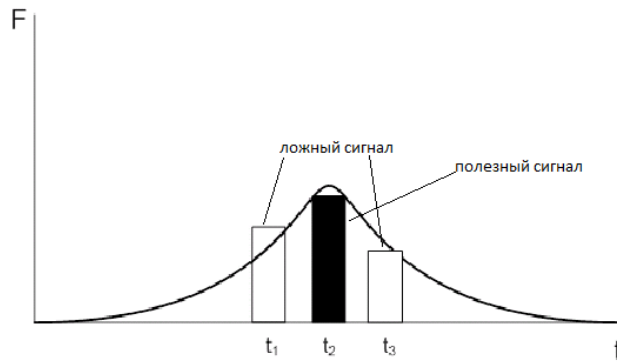


Рис. 2. Работа коррелятора по выделению информационного бита

После выделения информационного бита по мажоритарной схеме вычисляют вероятность ошибки приема N повторенного одиночного бита $p_{\text{ош}}$. Далее ранжируют принятые значения одиночного бита в соответствии с величинами их вероятностей ошибок. Данная схема обеспечивает сравнение между собой принятых сигналов и выбор среди них сигнала с наименьшей вероятностью ошибки (Рис. 3).

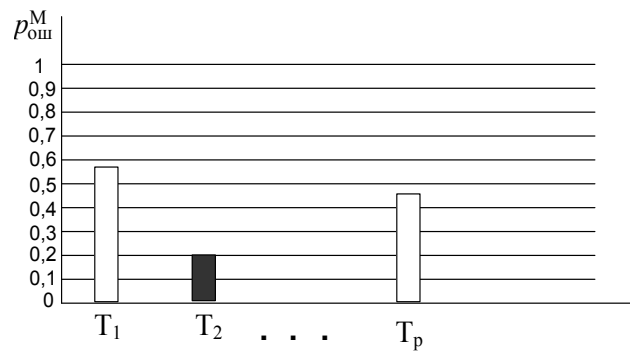


Рис. 3. Принятие решения по вероятности ошибки

Если вероятность ошибки приема бита на различных частотах в различные временные промежутки одинакова и равна $p_{\text{ош}1}$, то вероятность ошибочного приема бита при мажоритарном декодировании равна

$$p_{\text{ош}}(M) = \sum_{i=\frac{M+1}{2}}^M C_M^i \times p_{\text{ош}1}^i \times (1-p_{\text{ош}1})^{M-i},$$

где M – число повторений информационного бита; $p_{\text{ош}1}^0$ – вероятность ошибки бита при однократном приеме; $C_M^i = \frac{M!}{i!(M-i)!}$ – число сочетаний из M по i .

В реальных радиоприемах вероятность ошибки приема бита на разных частотах различна. В этом случае для вычисления вероятности ошибки при мажоритарном декодировании необходимо решить переборную задачу. Например, при $N=3$ вероятность ошибочного приема бита определяется выражением:

$$p_{\text{ош}}(3) = p_{\text{ош}1}p_{\text{ош}2}p_{\text{ош}3} + (1-p_{\text{ош}1})p_{\text{ош}2}p_{\text{ош}3} + p_{\text{ош}1}(1-p_{\text{ош}2})p_{\text{ош}3} + p_{\text{ош}1}p_{\text{ош}2}(1-p_{\text{ош}3})$$

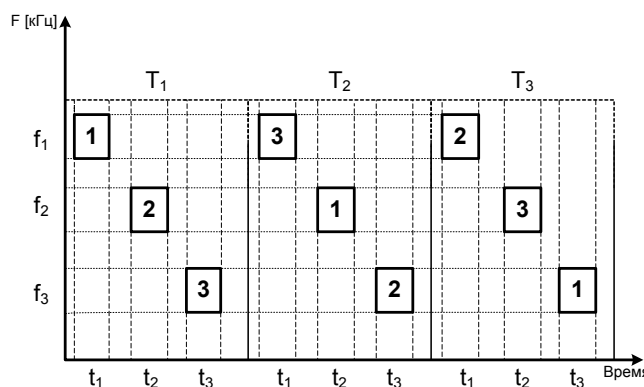


Рис. 4. Пример передачи трех информационных битов

Проведенные расчеты показывают, что в зависимости от вероятностей ошибок на отдельных частотах целесообразно исключать их из принятия решения о принятом бите. Решение о принятом бите принимается в результате сравнения, по минимальной вероятности ошибки (Рис. 4).

Данное техническое решение позволяет осуществить частотную селекцию.

Пример технической реализации предложенного способа. Допустим, входные данные состоят из двоичной последовательности, характеризуемой скоростью передачи данных $R=150$ бит/с. Модуляция – 8-FSK. Таким образом, скорость передачи символов равна $R_s = R / (\log_2 8) = 50$ символов/с. Изменение частоты происходит после передачи отдельного символа, причем скачки синхронизированы во времени с границами символов. При использовании модуляции 8-FSK символы формируются из 3-х бит. Однако в предложенном способе каждый элементарный сигнал передается на своей частоте в N временных окнах. Допустим $N=4$. Тогда каждый из интервалов передачи символа (20 мс) разбивается на четыре части, которые соответствуют количеству передаваемых элементарных сигналов. Каждый символ передается четырежды, причем для каждого временного окна передачи генератор псевдослучайного кода изменяет центральную частоту диапазона передачи. Следовательно, для данного случая время передачи элементарного сигнала T_c равно $T/N = 20 \text{ мс} / 4 = 5 \text{ мс}$.

Скорость передачи равна: $\frac{NR}{\log_2 8} = 200$ скачков/с.

Данный способ позволит значительно повысить уровень помехозащищенности радиолинии спутниковой связи, так как вероятность подавления сигнала на различных частотах и в разные временные интервалы мала.

Список литературы

1. Помехозащищенность радиосистем со сложными сигналами / под ред. Г. И. Тузова. М.: Радио и связь, 1985.

УДК 621.371.38

Технические науки

Предлагаемый в статье способ мониторинга радиоканала связи позволит оценивать показатели ее качества как на рабочих, так и на запасных частотах. В свою очередь, наличие информации о качестве связи на запасных частотах позволит существенно сократить время, затрачиваемое на выбор самых оптимальных из них для перестройки приёмно-передающих устройств при ухудшении качества связи на основных частотах.

Ключевые слова и фразы: мониторинг; радиоканал; качество связи; рабочая частота; сигнал мониторинга.

Журавлёв Дмитрий Анатольевич, к.т.н.

Чечелев Константин Николаевич

Военная академия связи, г. Санкт-Петербург

Voenakademia@yandex.ru

СПОСОБ МОНИТОРИНГА РАДИОКАНАЛА СВЯЗИ[©]

В настоящее время существует достаточно большое количество способов мониторинга состояния радиоканала связи [3-5]. Проведенный анализ показал, что оценка показателей качества радиоканала связи осуществляется с помощью сигналов мониторинга только на рабочих частотах. В случае ухудшения качества связи на рабочих частотах осуществляют перестройку на запасные частоты. В этом случае с помощью известных способов мониторинга нельзя узнать, насколько будут лучше показатели качества связи по радиоканалу на той или иной запасной частоте.

Таким образом, необходимо разработать такой способ мониторинга радиоканала связи, который бы позволил, не снижая качество связи на основной частоте, одновременно оценивать качество связи и на запасных частотах.

Суть способа мониторинга радиоканала связи заключается в следующем: i -е средство связи организует с j -м средством радиоканал, используя для этого одну пару частот для передачи и приема и начинает передачу информации. К основному потоку информации на рабочих частотах присоединяются сигналы мониторинга. Одновременно с этим начинается последовательное сканирование запасных частот сигналами мониторинга. Алгоритм перестройки при мониторинге учитывает диапазон частот средств связи, шаг сетки и ширину полосы. Период следования сигналов мониторинга выбирается таким образом, чтобы своевременно обнаружить снижение качества канала связи и принять решение о смене рабочих частот. Длительность переключения передатчика и приемника для мониторинга с основных (рабочих) частот на запасные выбирается, исходя из компромисса между требованием к качеству мониторинга и качеством связи.