



ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТЬ ВРЕМЕННОГО СПОСОБА ПЕРЕДАЧИ СИГНАЛОВ В СИНХРОННЫХ СЕТЯХ РАЗНЕСЕННЫХ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СИСТЕМ

ОБОД И.И.

Приведены результаты оценки помехоустойчивости временного способа передачи сигналов в синхронных сетях разнесенных радиолокационных систем первичной локации, основанного на преобразовании принятых сигналов в положение импульса на синхронной шкале времени.

В последние годы появились разработки радиолокационных систем, в которых передатчик используется как для излучения локационного сигнала, так и для передачи принимаемых сигналов на пункт совместной обработки [1]. Однако использование сигналов с большой временной базой значительно ограничивает пропускную способность и помехоустойчивость таких систем. При создании синхронных сетей разнесенных радиолокационных систем [2] появилась возможность использования интервально-временного способа передачи принятых сигналов [3-5], позволяющего осуществить передачу всего блока принятых сигналов в течении одного цикла связи. Одновременно с этим наличие синхронной сети дает возможность исключить синхрогруппу начала передачи, что приводит к повышению помехоустойчивости предложенных вариантов передачи принятых сигналов по сравнению с известными [6]. Рассмотрим помехоустойчивость предложенных вариантов передачи принятых сигналов [3-5] в синхронных сетях разнесенных систем первичной локации.

Для передачи принятых сигналов в [3-5] использован временной способ кодирования, при котором, благодаря организации в рассредоточенной синхронной сети, информацию о принятом сигнале можно передавать в виде интервала времени, исключив при этом синхрогруппу начала передачи. Число дискретных значений информационного интервала составляет $N = 2^J$, что соответствует числу J двоичных разрядов передаваемой информации. Весь сигнал в общем случае содержит K подциклов, причем последний подцикл может быть проверочным.

Наличие помех в пункте приема излученных сигналов приводит к стиранию информации, вызванному возникновением ложных кодов внутри подциклов и подавлением временных кодов. Вероятности событий, приводящих к стиранию, зависят, в частности, от значности временных кодов и метода

их обработки. Будем полагать, что в качестве временного выбран код, имеющий автокорреляционную функцию с единичными боковыми пиками, и что декодирование производится методом совпадения по всем n импульсам кода. Рассмотрим вероятностные характеристики событий в одном подцикле и в сигнале из K подциклов, приводящих к стиранию информации.

Вероятность подавления временного кода при использовании целой логики декодирования составляет

$$P_p = 1 - (1 - P_{10})^n,$$

где P_{10} – вероятность подавления импульса сигнала.

Кроме этого, необходимо учитывать и более сложные события, к которым можно отнести возникновение хотя бы одного ложного кода при сохранении основного. Вероятность этого события составляет

$$P_1 = (1 - P_p)[1 - (1 - P_{01})^N (1 - P_{1r})^M].$$

Здесь $M = 2C_n^2$; P_{01} – вероятность возникновения ложного сигнала на i -й позиции информационного интервала подцикла; P_{1r} – вероятность возникновения ложного сигнала на одной из M позиций в результате взаимодействия импульсов кода с импульсами помехи.

Подавление основного кода и отсутствие ложных имеет место с вероятностью

$$P_2 = P_p (1 - P_{01})^N (1 - P_{1r})^M.$$

Вероятность подавления основного кода и образования только одного ложного можно определить как

$$P_3 = P_p [NP_{01}(1 - P_{01})^{N-1}(1 - P_{1r})^M + MP_{1r}(1 - P_{01})^N(1 - P_{1r})^{M-1}].$$

К стиранию передаваемой информации, состоящей из K подциклов, приводит появление следующих нежелательных явлений:

1. В двух или более подциклах возникает хотя бы один ложный сигнал при неподавлении основных кодов. Вероятность этого события может быть определена как

$$P(1) = 1 - (1 - P_1)^K - KP_1(1 - P_1)^{K-1}.$$

2. В двух или более подциклах подавлены основные сигналы и не возникает ни одного ложного. Вероятность этого события может быть определена из следующего соотношения:

$$P(2) = 1 - (1 - P_2)^K - KP_2(1 - P_2)^{K-1}.$$

3. Хотя бы в одном подцикле подавлен код и одновременно в том же подцикле возникает только один ложный. Вероятность этого события определяется как

$$P(3) = 1 - (1 - P_3)^K.$$

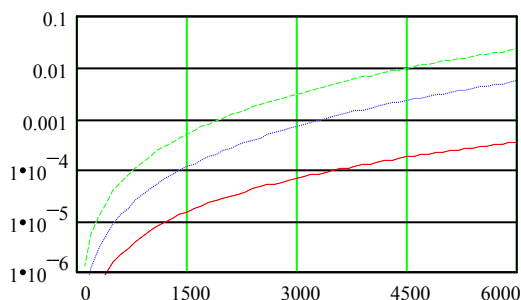
Вероятность стирания передаваемой информации можно определить как сумму приведенных выше выражений.

В случае воздействия импульсной помехи, представляющей пуассоновский поток одиночных импульсов, вероятность подавления принимаемого импульса помехой составляет $P_{10} = \gamma[1 - \exp(-\lambda_0 \tau)]$,

где γ – вероятность интерференциального подавления сигнала [6]; λ_0 – интенсивность помехи; τ – длительность импульса сигнала. Принимая за пуассоновское распределение вероятностей появления импульсов помехи в интервале совпадения $\tau_c = 2\tau$, равном разрешающей способности дешифратора, можно записать

$$P_{01} = [1 - \exp(-\lambda_0 \tau_c)]^n; P_{1r} = [1 - \exp(-\lambda_0 \tau_c)]^{n-1}.$$

На рисунке представлены результаты расчета вероятности стирания информации при $n=2$ и $N=128$, $K=2$ (сплошная), $N=512$, $K=4$ (штриховая) $N=512$, $K=8$ (штрихпунктирная).



Вероятности расчета стирания информации

Как следует из приведенных зависимостей, вероятность стирания информации существенно зависит от плотности помехи, значности используемых кодов и от объема передаваемой информации. Приведенные расчеты показывают, что для практической

реализации передачи принятой информации в пункт совместной обработки в синхронных сетях рассредоточенных систем первичной локации достаточно использования двухзначных кодов.

Необходимо отметить, что благодаря передаче всего блока принятых сигналов в одном цикле связи на пункте совместной обработки возможно осуществление межпериодной обработки принимаемых сигналов, что позволяет существенно повысить достоверность передачи принятых сигналов.

Литература: 1. Ямпольский Э.М., Толстов Г.Б. Использование многочастотных сигналов для одновременной связи и локации // Методы и устройства обработки сигналов в радиотехнических системах. 1988. С.48-52. 2. Обод И.И. Синхронные сети получения и обработки информации рассредоточенных систем первичной и вторичной локации. Рукопись деп. в УкрИНТЭИ. N192-Уi97 от 25.02.97. 3. А.с. 1510555 СССР. Устройство вычисления ВКФ. Обод И.И. // Открытия. Изобретения. 1989. №46. С.184. 4. А.с. 1552199 СССР. Устройство вычисления ВКФ. Обод И.И. // Открытия. Изобретения. 1990. N 11. С. 173. 5. А.с. 1616379 СССР. Устройство вычисления ВКФ. Обод И.И. // Открытия. Изобретения. 1990, N 42. С.158. 6. Ярлыков М.С., Черняков М.В. Оптимизация асинхронных адресных систем радиосвязи. М.: Связь, 1979. 215с.

Поступила в редколлегию 23.03.98

Обод Иван Иванович, канд. техн. наук, старший научный сотрудник, докторант кафедры № 34 ХВУ. Научные интересы: получение, обработка и передача информации в синхронных сетях разнесенных систем первичной и вторичной локации. Адрес: 310166, Украина, Харьков, ул. Коломенская, 27, кв.1.

УДК 537.87; 621.371

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ПЛОСКОЙ ВОЛНЫ ПОВТОРЯЮЩИМИСЯ ИМПУЛЬСНЫМИ ИЗМЕНЕНИЯМИ ПАРАМЕТРОВ БЕЗГРАНИЧНОЙ СРЕДЫ

НЕРУХ А.Г., РЫБИН О.Н., ЩЕРБАТКО И.В.

Рассмотрено преобразование плоской монохроматической электромагнитной волны серией повторяющихся изменений параметров среды во временной области. Изменение состоит в модуляции диэлектрической проницаемости и проводимости по закону прямоугольного импульса. Получены выражения, описывающие эволюцию электрического поля на всей положительной временной полуоси.

Распространение электромагнитных волн в средах с изменяющимися во времени параметрами описывается уравнениями Максвелла с переменными коэффициентами. Исследованию такого распространения посвящен ряд работ [3-9]. Как теоретический, так и практический интерес представляет повторяющееся во времени изменение параметров [9]. Практическая реализация такого изменения характеризуется его ограниченностью во времени. Исследуем преобразование плоской гармонической волны

повторяющимися импульсными изменением диэлектрической проницаемости $\varepsilon(t)$ и проводимости $\sigma(t)$ безграничной среды

$$\varepsilon(t) = \varepsilon_0 + (\varepsilon_1 - \varepsilon_0) \sum_{k=1}^N \{ \theta(t - (k-1)T) - \theta(t - \tau_1 - (k-1)T) \}, \quad \sigma(t) = \sigma_1 \sum_{k=1}^N \{ \theta(t - (k-1)T) - \theta(t - \tau_1 - (k-1)T) \},$$

которые представляют собой скачкообразные одно-временные изменения диэлектрической проницаемости и проводимости до значений ε_1 и σ_1 . Новые значения держатся в течение времени τ_1 и затем скачком возвращаются к исходным значениям $\varepsilon = \varepsilon_0$, $\sigma = 0$. Длительность периода равна T , а всего таких периодов – N .

Из эволюционного подхода [7] для поперечной составляющей вектора электрического поля следует интегральное уравнение Вольтерра второго рода

$$E(t, x) = E_0(t, x) + \int_0^t \int_0^{\infty} dx' K(t, t', x, x') E(t', x'). \quad (1)$$

Здесь $E_0(t, x)$ – первичное поле, существующее в среде до начала серий; $K(t, t', x, x')$ – ядро интегрального уравнения