

УДК 621.396

## ОЦЕНКА ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ АСИНХРОННО-ИМПУЛЬСНЫХ СИСТЕМ СВЯЗИ С ШУМОПОДОБНЫМИ СИГНАЛАМИ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ПОМЕХ СО СТРУКТУРОЙ СИГНАЛОВ

Зуев М. Ю., Яруллин Р. Р., Логинов С. С.

Казанский национальный исследовательский технический университет имени А. Н. Туполева, г. Казань

Системы связи с шумоподобными сигналами используются в радиотехнике и телекоммуникациях [1]. Они обладают высокой помехоустойчивостью, скрытностью, менее чувствительны к эффектам многолучевого распространения радиоволн. Поэтому такие системы привлекательны для организации каналов связи между роботизированными комплексами широкого применения. При взаимодействии группы роботов в подобной системе связи возникают взаимные помехи со структурой сигналов от соседних средств. С целью упрощения схмотехнического построения и ввиду ограничений на доступный частотный ресурс актуальным является сопоставление помехоустойчивости по отношению к взаимным помехам систем с разделением частотных каналов для нисходящих и восходящих сигналов и их передачи по одному частотному каналу.

В данной работе рассмотрен вариант построения системы связи с различными базами широкополосных сигналов в нисходящем  $B=128$  и восходящем  $B=512$  каналах. При взаимодействии двух объектов соседние объекты создают взаимные помехи со структурой сигнала, которые накладываются на полезные сигналы с вероятностью, зависящей от плотности потока сигналов. При этом сложность оценки вероятности связи в данной ситуации заключается в том, что в асинхронно-импульсных системах сигналы накладываются в случайные моменты времени со случайными амплитудами и фазами. Общая методика оценки вероятности связи может быть получена только с учетом допущений, изложенных в [2]. В работе получены аналитические выражения для общей вероятности связи для двухчастотного и одночастотного вариантов построения системы.

Общий алгоритм нахождения вероятности связи может быть представлен в следующем виде:

- определение общего выражения для вероятности связи для нисходящего, восходящего и общего каналов,
- нахождение вероятности наложения сигналов с различными базами и их сочетаний,
- нахождение вероятности различения наложившихся сигналов в каналах исходя из количества наложившихся сигналов,
- определение вероятности прохождения для случая неналожившихся сигналов,
- общая оценка вероятности связи исходя из найденных частных вероятностей.

Получены зависимости вероятности связи (правильной передачи 100 бит информации) для двухканального и одноканального вариантов построения системы от отношения энергии на бит к спектральной плотности мощности шума, которые приведены на рис. 1.

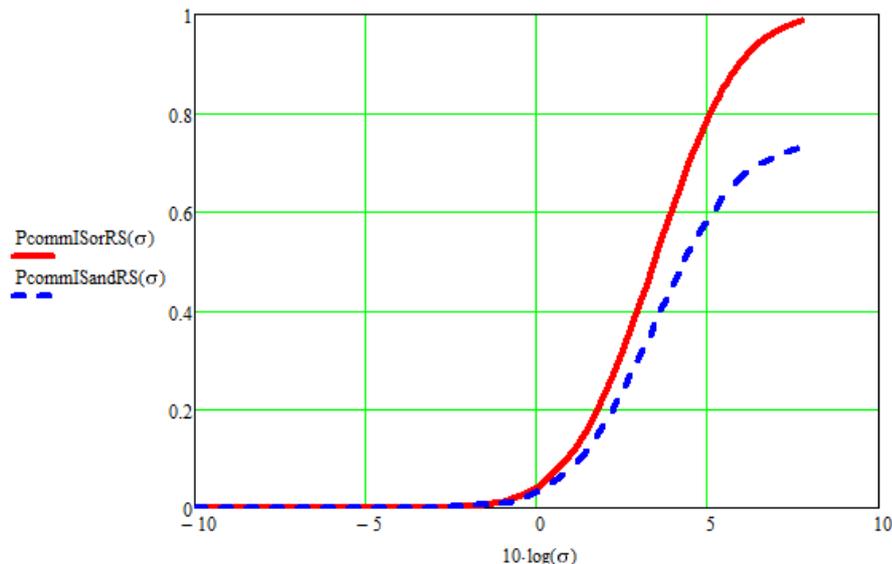


Рис.1 Зависимость вероятности связи от отношения энергии на бит к спектральной плотности мощности шума при воздействии помех со структурой сигналов: сплошная – для разнесенных по частоте каналов, пунктирная – для совмещенных каналов

Из рис.1 видно, что вероятность связи уменьшается при снижении отношения энергии на бит к спектральной плотности мощности шума. При этом в двухчастотном варианте при  $E_b / N_0 = 5$  дБ,  $P_{ce} = 0.79$ , а в одночастотном  $P_{ce} = 0.57$  при плотности потока нисходящих сигналов 2000 сигналов в секунду и восходящих сигналов – 500 сигналов в секунду. С увеличением плотности потока до 2500 и 750 сигналов в секунду вероятность связи снижается до величин  $P_{ce} = 0.75$  при двухчастотном варианте и  $P_{ce} = 0.52$  при одночастотном варианте соответственно.

Таким образом, проведено сопоставление двух вариантов построения системы связи между роботизированными комплексами с использованием шумоподобных сигналов. Получены оценки вероятности связи для разнесенных по частоте и совмещенных каналов взаимодействия.

#### Библиографический список

1. Дж. Прокис Цифровая связь. Пер. с англ. /Под ред. Д.Д. Кловского – М.: Радио и связь. 2000. – 800с.: ил.
2. В.И. Борисов, В.М. Зинчук, А.Е. Лимарев, Н.П. Мухин, Г.С. Нахмансон. Помехозащищенность систем радиосвязи с расширением спектра сигналов модуляцией несущей псевдослучайной последовательностью. Под редакцией В.И. Борисова – М.: Радио и связь, 2003. – 640с.