

АНАЛИЗ ВЕРОЯТНОСТИ ОШИБКИ СИГНАЛОВ ПРИ ВЗАИМНОМ ВЛИЯНИИ ТЕХНОЛОГИЙ MIMO

Фам Х.А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Саломатин С.Б. – канд. тех. наук, доцент

В статье рассматриваются вопросы взаимного влияния радиointерфейсов систем MIMO. Исследуется поведение вероятности ошибки (BER) в системе MIMO. Рассматривается отличие между системой MIMO без влияния и системой MIMO с влиянием на вероятность ошибки работы другой, подобной системы MIMO.

Радиointерфейсы систем LTE имеет характерные особенности в использование радиочастотного спектра (применение объединенного спектра за счет агрегации его фрагментов из разных полос и диапазонов, многоплановость частотного ресурса. С точки зрения электромагнитной совместимости (ЭМС) особенность технологии LTE/LTE-A состоит в использовании каналов с различной масштабируемой шириной и широком применении способов пространственной передачи данных посредством мультиантенных систем MIMO. Это приводит к усложнению проблем электромагнитной совместимости (ЭМС) и требует проведения дополнительных исследований.

В настоящей работе рассматривается вопрос взаимного влияния мультиантенных систем MIMO LTE на вероятность ошибки при приеме данных.

Технология MIMO. Система MIMO (Multiple Input Multiple Output; множественный вход, множественный выход) – была внедрена во многие системы беспроводной связи, включая 4G LTE, для улучшения характеристик сигнала.

В системе с технологией MIMO может возникнуть необычное явление, которое заключается в том, что скорость передачи данных в системе MIMO может снизиться в случае появления прямой видимости между источником и приемником сигнала. Это обусловлено в первую очередь уменьшением выраженности искажений окружающего пространства, который маркирует каждый из сигналов. В результате на приемной стороне становится проблематичным разделить сигналы, и они начинают оказывать влияние друг на друга.

Модель MIMO. Системная модель исследований использует программную среду Simulink, приведена на рис.1

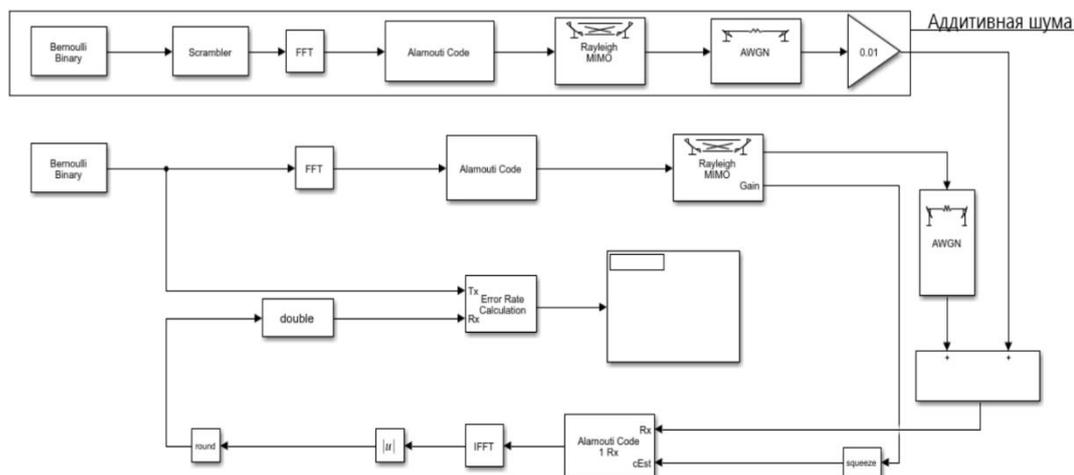


Рисунок 1 – Схема моделирования системы MIMO (с взаимной структурной подобной помехой).

При моделировании бинарный генератор Бернулли создает случайный двоичный сигнал (вероятность выпадения 1 равно 0.4). Далее сигнал модулируется, затем кодируется кодером Аламоути для передачи по каналу MIMO с релейевскими замираниями. Блок аддитивного белого гауссовского шума добавляет белый шум в приемнике. Декодер Аламоути объединяет сигналы от обеих приемных антенн в единый поток для демодуляции. Наконец, блок вычисления ошибок сравнивает демодулированные данные с исходными данными.

Результаты моделирования. График зависимости вероятности появления ошибки от отношения сигнал/шум представлен на рисунке 2. На графике обозначены три рабочие точки А, В, С. Точка А связана с вероятностью ошибки BER = $3.8 \cdot 10^{-3}$ при (Eb/N0) равном 12 дБ, точка В связана с

BER = $3.5 \cdot 10^{-3}$ при (E_b/N_0) равном 13 дБ, и точка С связана с BER = $3.4 \cdot 10^{-3}$ при (E_b/N_0) равном 20 дБ.

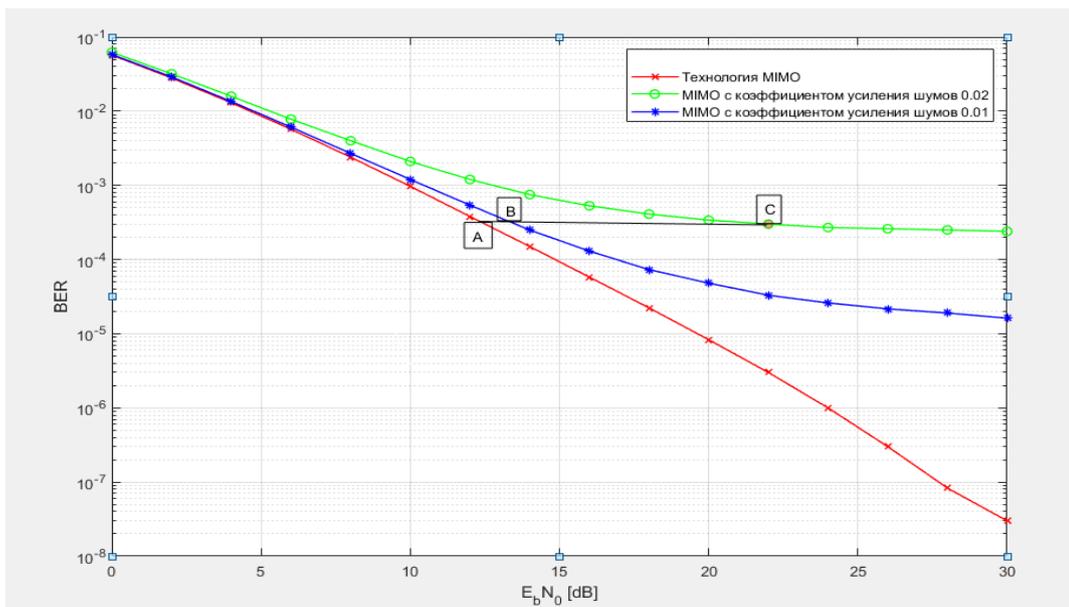


Рисунок 2 – Зависимость вероятности появления ошибки от отношения сигнал/шум в системе MIMO и коэффициента ослабления сигнала-помехи от другой системы MIMO

Анализ полученных зависимостей позволяет сделать следующие выводы:

- Для вероятности ошибки равной $3.5 \cdot 10^{-3}$ энергетический выигрыш технологии MIMO без помехи над технологией MIMO с коэффициентом помехи равном 0.02 составляет более 10 дБ.
- Для вероятности ошибки равной $3.5 \cdot 10^{-3}$ энергетический выигрыш технологии MIMO без помехи над технологией MIMO с коэффициентом помехи равном 0.01 составляет 1 дБ.
- При уменьшении коэффициента ослабления, имеется пороговый эффект, когда вероятность ошибки приближается к вероятности ошибки в системе MIMO без помехи.

Заключение. Проведенные исследования показывают сложный характер взаимного влияния радиоинтерфейсов MIMO при одинаковой структуре сигналов. Для соблюдения требований ЭМС может быть выбрано пороговое значение коэффициента ослабления помехового сигнала для минимизации взаимного влияния работы радиоинтерфейсов друг на друга.

Список использованных источников:

1. Бернанд Скляр. Перевод с английского Грозы, Е.Г.; Марченко, В.В.; Назаренко, А.В. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. Пер. с англ – М.: 2003. - 1106 с.
2. Yong Soo Cho, Jaekwon Kim, Won Young Yang, Chung G. Kang - MIMO-OFDM Wireless Communications with MATLAB, IEEE 2010.
3. Alamouti S.M. Space-time block coding: A simple transmitter diversity technique for wireless communications. – IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Oct. 1998, vol. 16, p.1451–1458.