

МЕТОД ПРЕКОДИРОВАНИЯ С УЧЕТОМ СОСТОЯНИИ КАНАЛА СВЯЗИ НА ОСНОВЕ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ ДЛЯ СИСТЕМЫ MIMO

Фам Хю Ань, магистрант

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

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

Аннотация: В статье рассматриваются метод использования информации о состоянии канала на передающей стороне системы MIMO, схема канала обратной связи системы MIMO и её математическая модель.

Ключевые слова: система MIMO, Информация о состоянии канала – CSI, система дуплексной связи с временным разделением – TDD, система дуплексной связи с частотным разделением – FDD.

Ключевая технология четвертого поколения (4G) – системы связи LTE, технология с множеством входов и множеством выходов (MIMO) имеет множество преимуществ, таких как высокая эффективность использования спектра, большая емкость системы, высокая надежность системы. Таким образом, MIMO привлекает все больше и больше внимания со стороны промышленности и научных кругов. Однако значительные преимущества технологии MIMO могут в значительной степени определяться тем фактом, что передатчик может получать информацию о состоянии канала (Channel State Information – CSI) нисходящей линии связи.

Информация о состоянии канала, доступная на передающей стороне, используется для предварительной обработки передаваемой полезной информации – её предварительного кодирования.

Как правило, передатчик не имеет прямого доступа к информации о состоянии своего собственного канала. Следовательно, для передатчика требуются некоторые косвенные средства. В системе дуплексной связи с временным разделением каналов (TDD) мы можем использовать взаимность каналов между противоположными линиями связи (нисходящей и восходящей). На основе сигнала, полученного с противоположного направления, это позволяет получить косвенную оценку канала. В системе дуплексной связи с частотным разделением (FDD), которая обычно не имеет взаимности между противоположными направлениями, передатчик полагается на информацию обратной связи канала от приемника. Другими словами, информация о состоянии канала должна быть оценена на стороне приемника, а затем возвращена на сторону передатчика.

В настоящее время известны два основных способа получения передатчиком информации о состоянии канала связи:

- основанный на свойстве взаимности линейного канала связи;
- основанный на использовании обратной связи от приемника к передатчику.

Рассматривается система беспроводной связи MIMO в режиме FDD с N_T передающими антеннами и N_R приемными антеннами ($N_T \geq 1, N_R \geq 1$), канал является каналом с рэлеевскими плоскими замираниями.

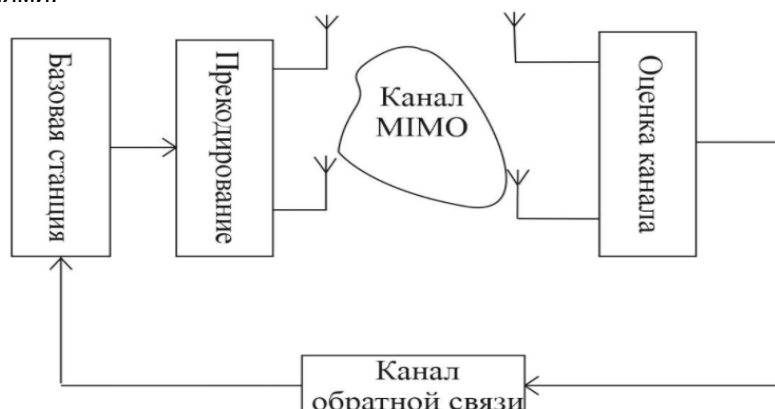


Рисунок 1 – Структурная схема системы MIMO с прекодированием

На стороне базовой станции прекодирует поток данных и затем передает сигнал. После приема сигнала пользовательская сторона сначала получает информацию о состоянии канала с помощью алгоритма оценки канала, затем обрабатывает её и, наконец, возвращает на базовую станцию через канал восходящей линии связи. На стороне базовой станции восстанавливает

информацию о состоянии канала, и выполняет прекодирование и тому подобное с использованием полученной информации о состоянии канала.

Векторно-матричная модель определяет:

– передаваемый вектор: $s = s[k] = [s_1[k], s_2[k], \dots, s_{N_T}[k]]^T$;

– вектор шума: $\eta = \eta[k] = [\eta_1[k], \eta_2[k], \dots, \eta_{N_R}[k]]^T$;

– принимаемый вектор: $y = y[k] = [y_1[k], y_2[k], \dots, y_{N_R}[k]]^T$.

Модель принимаемого сигнала в системе связи MIMO может быть записана в следующей форме:

$$y = HUs + \eta; \quad (1)$$

где H – матрица канала, U – прекодирующая матрица.

Результат моделирования. График зависимости вероятности появления ошибки от отношения сигнал/шум представлен на рисунке 2.

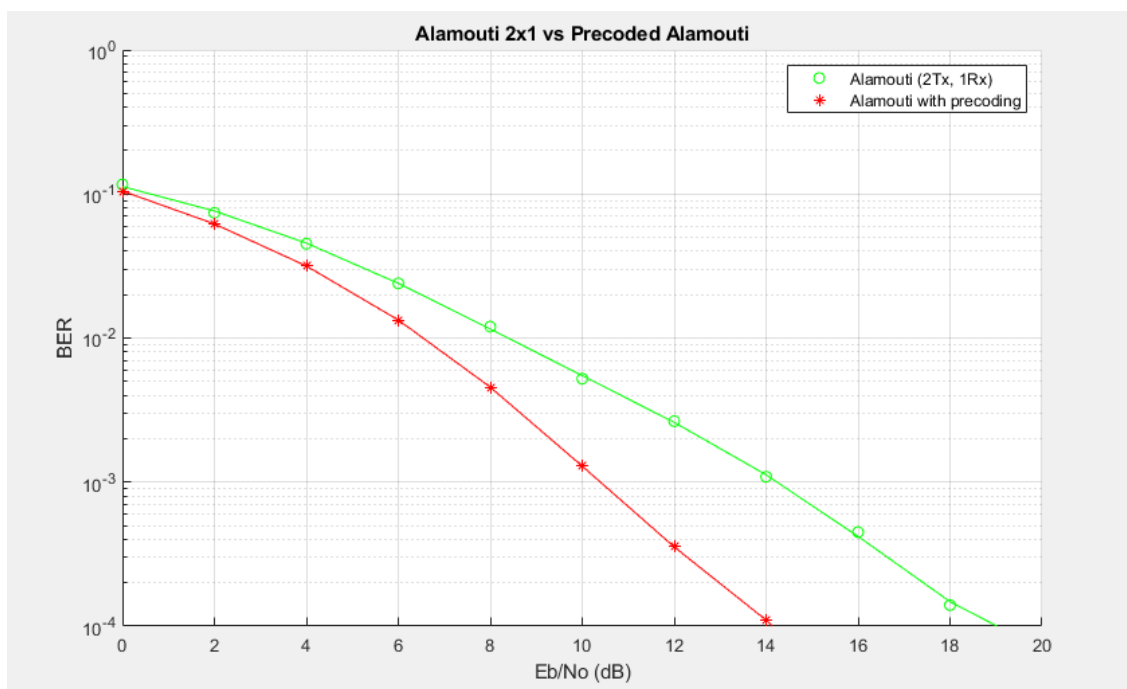


Рисунок 2 – Зависимость вероятности появления ошибки от отношения сигнал/шум в системах MIMO на основе кода Аламоути без прекодирования и с прекодированием

Анализ полученных зависимостей позволяет сделать следующие выводы:

- Для вероятности ошибки равной 10^{-4} энергетический выигрыш кода Аламоути с прекодированием над кодом Аламоути без прекодирования составляет 5 дБ.

Заключение. Прекодирование позволяет согласовать передаваемый сигнал с характеристиками канала связи системы MIMO, что и приводит к улучшению её характеристик по сравнению с системой связи MIMO без такого согласования.

Список использованных источников:

1. Бакулин М. Г., Варукина Л. А., Крейнделин В. Б. *Технология MIMO: принципы и алгоритмы.* – М.: Горячая линия – Телеком, 2014. – 244 с., ил.
2. Yong Soo Cho, Jaekwon Kim, Won Young Yang, Chung G. Kang - *MIMO-OFDM Wireless Communications with MATLAB*, IEEE 2010.
3. Erik G. Larsson, Petre Stoica - *Space-Time Block Coding for Wireless Communications*
4. Mulkavilli, K. K., Sabharwal, A., and Aazhang, B. (2001). *Design of multiple antenna coding schemes with channel feedback.* In Proc. of Asilomar Conference on Signals, Systems and Computers, pages 1009 – 1013, Pacific Grove, CA.