

УДК 621.391

А.В.Козлов (6 курс, каф. РВиКС), Е.А.Крук, д.т.н., проф.

## ПРИМЕНЕНИЕ LDPC-КОДОВ СОВМЕСТНО С БЫСТРОЙ АДАПТАЦИЕЙ СОЕДИНЕНИЯ В СИСТЕМАХ 802.11

Современные телекоммуникационные системы требуют применения эффективных методов передачи и помехоустойчивого кодирования для обеспечения высоких информационных скоростей.

Целью данной работы является исследование применения LDPC-кодов в системах 802.11a/g совместно с «быстрой» адаптацией соединения с целью разработки альтернативных стандартным методам передачи данных.

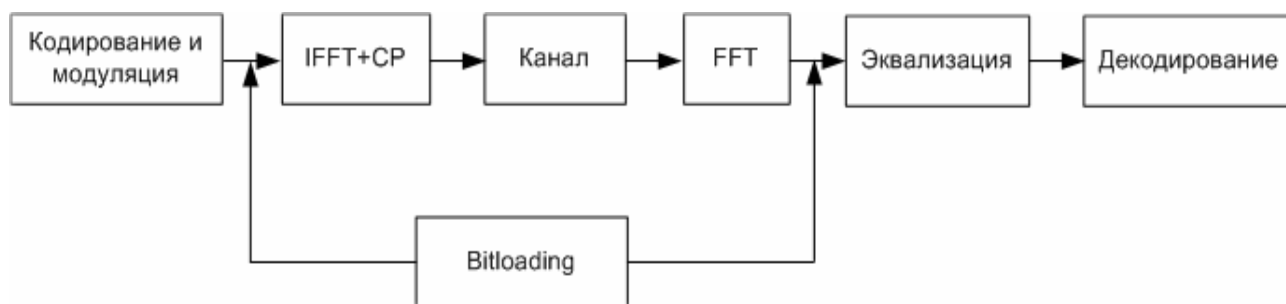


Рис. 1. Общая схема OFDM системы.

Физический уровень систем передачи данных стандартов 802.11a/g основан на технологии OFDM (рис.1). Идея данного метода состоит в разбиении имеющейся полосы частот на поднесущие и проведении эквализации независимо для каждой из них. В стандартах 802.11a/g в качестве модуляции в каждой поднесущей используется равномерная модуляция BPSK/QPSK/16QAM/64QAM. В стандартных системах решение о смене вида модуляции принимает MAC уровень, и этот способ называется “медленной” адаптацией соединения. В качестве помехоустойчивого кода используется сверточный код.

Недостатками стандартного подхода является то, что каждая поднесущая имеет разный коэффициент затухания сигнала, а этот факт не учитывается и используется одна и та же модуляция в каждой частоте.

При использовании многочастотного метода передачи необходимо учитывать тот факт, что в частотно-селективном канале различные частоты имеют различные коэффициенты передачи, и разумно использовать в различных подканалах сигнальные созвездия разных размеров, а также распределять энергию между подканалами неравномерно (процедура bitloading’а).

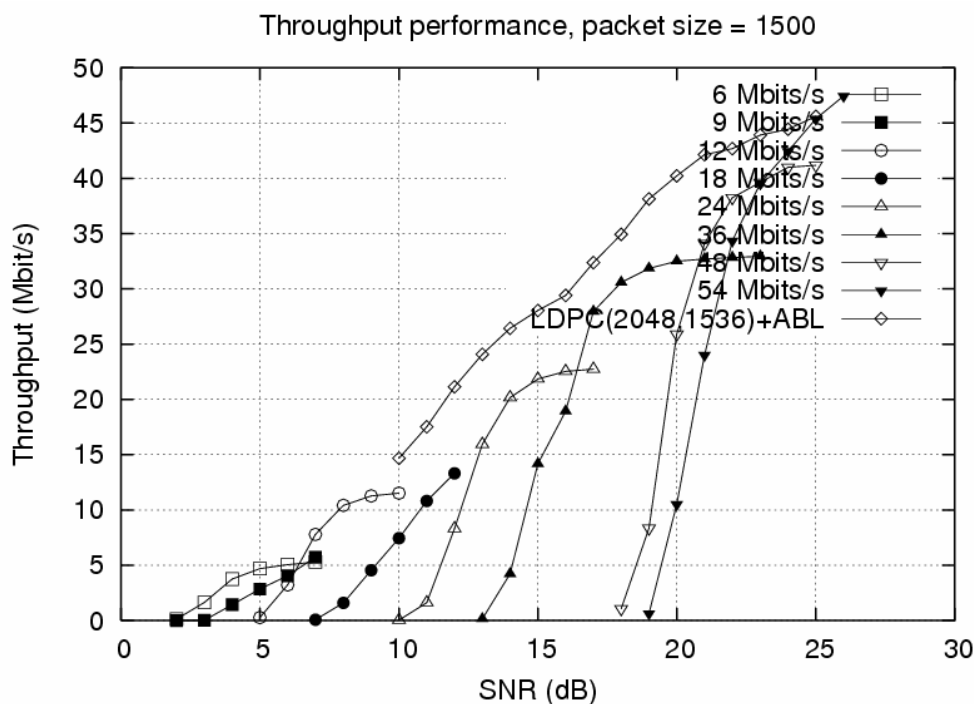


Рис. 2. Сравнение производительности.

Существует множество алгоритмов bitloading'a [1], однако для систем стандарта 802.11a/g необходимо очень часто, в пределах 0.5-2 мсек (время определяется скоростью изменения канала при несущей частоте 5.5 ГГц) производить эту процедуру, а также передавать информацию о распределении бит по обратному каналу. Вследствие этих причин требуется более быстрая и простая с точки зрения аппаратной реализации процедура.

В системах 802.11a/g существует преамбула сигнала, 2 обучающих OFDM символа, с помощью которых, в частности, оценивается состояние канала. Предлагается использовать следующую процедуру «быстрой» (производимой физическим уровнем) адаптации соединения:

1. По двум обучающим символам считается дисперсия шума  $\text{noise\_var}$ ;
2. Для каждой поднесущей вычисляется отношение сигнал/шум  $\text{SNR} = 10 \cdot \log_{10}(H^2 / \text{noise\_var})$ , где  $H$  – оценка коэффициента передачи поднесущей;
3. Исходя из значения SNR для каждой поднесущей, выбирается модуляция с помощью предопределенных порогов.

Дополнительный выигрыш может быть получен при применении LDPC-кодов вместо сверточных в системе с «быстрой» адаптацией, в классическом же варианте с «медленной» адаптацией LDPC-коды дают примерно такие же результаты, как и сверточные коды.

Таким образом, построена полная модель физического уровня системы стандартов 802.11a/g, использующая вычисления в фиксированной точке. С помощью данной модели проведены исследования применения различных конструкций LDPC-кодов совместно с «быстрой» адаптацией соединения. Оптимизированы пороги для описанного алгоритма адаптации. Как видно из рис. 2, применение LDPC-кодов и «быстрой» адаптации соединения дают выигрыш 1.5-3 дБ по сравнению со стандартными методами.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Krongold B. S., Ramchandran K. and Jones D.L. An efficient algorithm for optimal margin maximization in multicarrier communication system. In Proceedings of the IEEE Globecom 1999, pages 899-903, Rio De Janeiro, Brazil, 1999.