

ОЦЕНКА ВЕРОЯТНОСТНЫХ ПАРАМЕТРОВ СОСТОЯНИЯ КАНАЛА ПО ПРИНЯТОМУ РЕШЕНИЮ В СИСТЕМАХ С КАНАЛЬНОЙ АДАПТАЦИЕЙ

Кайденко Н.Н.

Институт телекоммуникационных систем НТУУ «КПИ», Украина

E-mail: kkk610@ukr.net

Decision based probabilistic estimation of link status parameters in systems with link adaptation

In his paper analysis of probabilistic estimations of link status methods are given, and realization of decision based estimation method is proposed. The result of the presented simulation showed the effectiveness of usage of decision based estimation of channel status probabilistic parameters in systems with link adaptation.

Канальная адаптация является мощным средством адаптации к изменению условий работы системы широкополосного доступа, которые возникают вследствие быстрых и медленных замираний. Основная идея, которая лежит в основе технологии канальной адаптации состоит в изменении параметров передачи с целью обеспечения заданного качества в условиях изменения параметров канала, при этом одновременно обеспечивается улучшение средней спектральной эффективности системы [1-2]. Необходимым условием работы системы с канальной адаптацией является определение показателей качества состояния канала, которые чаще всего определяются на физическом уровне: энергетических, вероятностных и статистических. В качестве энергетических параметров используются уровень принятого сигнала RSSI (Received Signal Strength Indication), отношение сигнал/интерференция CINR (Carrier to Interference plus Noise Ratio), или интегральная характеристика отношение сигнал/шум SNR (Signal to Noise Ratio). В качестве вероятностных параметров используются коэффициент битовых ошибок BER (Bit Error Rate) и коэффициент блоковых ошибок BLER (Block Error Rate).

Оценка коэффициента битовых ошибок является интегральной характеристикой состояния канала, при этом для получения оценки могут использоваться следующие методы:

- оценки с использованием периодических известных последовательностей данных, которые вводятся в общий поток;
- оценки, полученные при непосредственном декодировании помехоустойчивых кодов с прямой коррекцией ошибок;
- оценки по принятому решению.

Использование первого метода в системах с канальной адаптацией в условиях быстрых замираний приводит либо к низкой достоверности оценки на коротких интервалах, либо к снижению эффективной пропускной способности системы.

Два других метода основаны на измерении количества исправленных в процессе декодирования помехоустойчивых кодов ошибок. Полученный

коэффициент ошибок не учитывает корректирующей способности помехоустойчивых кодов, но может быть интерполирован с использованием известных характеристик помехоустойчивости. Использование этих методов в системах с канальной адаптацией является предпочтительным, поскольку контроль ошибок является непрерывным, неразрушающим и может осуществляться на коротких интервалах. Это позволяет получать характеристики распределения ошибок во времени. Использование второго метода ограничено возможностями его реализации для широкого класса помехоустойчивых кодов вследствие либо сложности реализации, либо в отсутствии такой возможности. Метод оценок коэффициента битовых ошибок по принятому решению является наиболее универсальным с точки зрения его использования в системах с канальной адаптацией, недостатком этого метода является большая аппаратная избыточность при его реализации.

Метод вероятностных оценок состояния канала по принятому решению, схема реализации которого показана на рис.1, основан на предпосылке о том, что в рабочем диапазоне отношений сигнал/шум все ошибки исправляются за счет применения помехоустойчивого кодирования с прямой коррекцией ошибок. Реализация предусматривает повторное кодирование и перемежение декодированных данных. В блоке оценки ошибок определяются битовые ошибки после демодуляции и коэффициент битовых ошибок на интервале оценивания, при этом минимальным интервалом оценивания является OFDM символ. В блоке статистических оценок могут быть получены дополнительные статистические оценки: средний BER на различных интервалах оценки (OFDM символ, кадр, несколько кадров); плотность распределения вероятностей BER; зависимость количества битовых ошибок от времени, которая может быть использована для определения длительности блоковых ошибок.

Сложность реализации метода зависит от сложности реализации помехоустойчивого кодера.

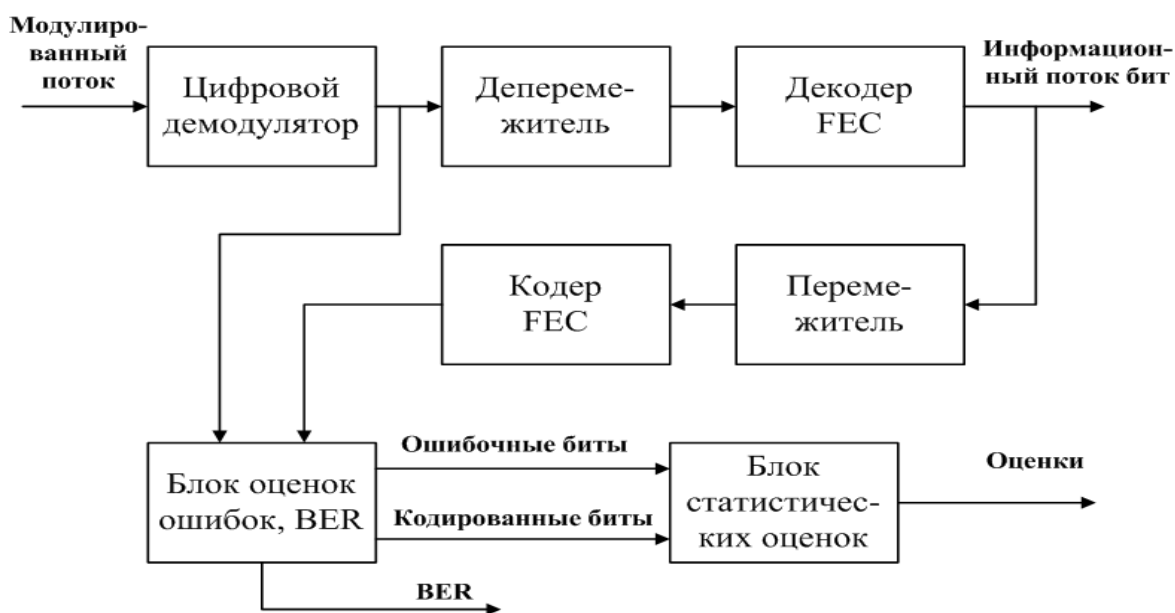


Рис.1. Схема реализации метода вероятностных оценок состояния канала по принятому решению

Эффективность использования метода оценок по принятому решению исследовалась с использованием имитационного моделирования для канала с аддитивным белым гауссовским шумом (АБГШ) [3] для различных профилей передачи в режиме OFDM [4]. На рис.2 показаны полученные в процессе моделирования характеристики: оценки помехоустойчивости канала без кодирования для различных профилей передачи (рис а); сравнительные характеристики помехоустойчивости для канала с кодированием и канала без кодирования (оценка и истинная) для профиля 2 (рис. б).

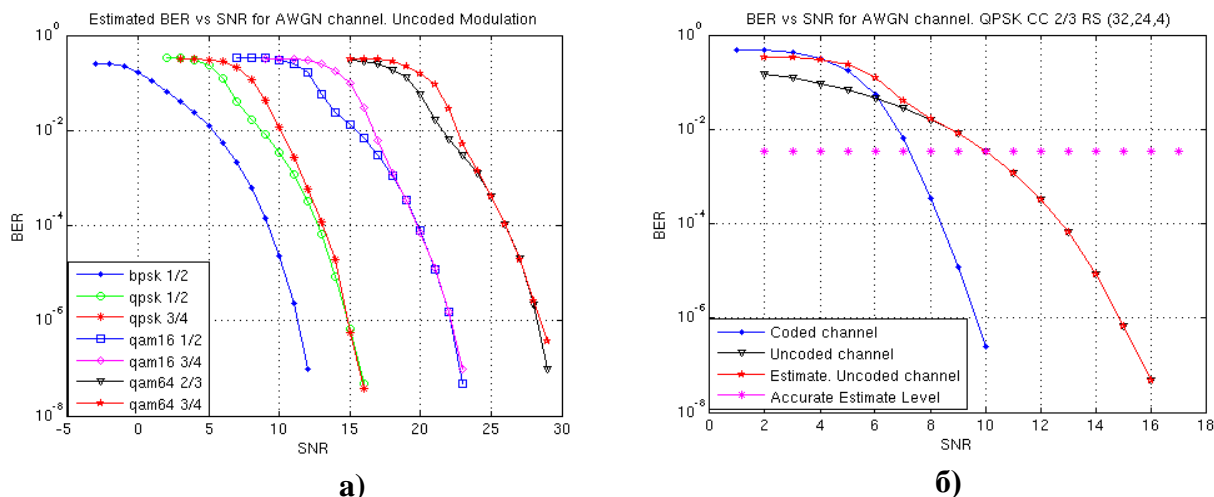


Рис. 2. Результаты имитационного моделирования: характеристики оценки помехоустойчивости не кодированного канала для различных профилей передачи (а); сравнительные характеристики помехоустойчивости для кодированного и не кодированного канала (оценка и истинная) для профиля 2 (б).

Результаты имитационного моделирования показали, что метод вероятностных оценок состояния канала по принятому решению дает точную оценку в диапазоне допустимых значений коэффициента битовых ошибок (10^{-3} – 10^{-6}) в канале. За пределами диапазона оценки дают завышенные значения, что позволяет использовать данный метод в схемах канальной адаптации. Оценки коэффициента битовых ошибок являются эффективными оценками для канала без кодирования, поскольку они являются непрерывными, не разрушающими, в них учтены все искажения в канале на интервале оценки. Оценки BER канала с кодированием могут быть получены опосредованно по характеристикам помехоустойчивости для канала с кодированием и без кодирования путем сопоставления значений BER при одинаковом отношении сигнал/шум табличным способом, или аналитически с использованием аппроксимации характеристик экспоненциальными функциями.

Литература

1. A. Goldsmith and S.-G. Chua. Adaptive coded modulation for fading channels. IEEE Transactions on Communication, 46(5):595–602, May 1998
2. Голдсмит А. Беспроводные коммуникации. Москва: - Техносфера, 2011. – 904 с.
3. Кайденко М.М. «Імітаційне моделювання фізичного рівня системи широкосмугового доступу на основі IEEE 802.16-2009» // Науково-технічна конференція «Проблеми телекомунікацій»: Матеріали конференції. К.: НТУУ «КПІ», 15-19 квітня 2013р. – С. 85-87.
4. IEEE Std 802.16e™-2009, “IEEE Standard for Local and metropolitan area networks - Part 16: Air Interface Broadband Wireless Access Systems. 29 May 2009.