

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ СВЕРТОЧНЫХ КОДОВ ПО ВЕРХНЕЙ ГРАНИЦЕ ВЕРОЯТНОСТИ БИТОВОЙ ОШИБКИ

Илькевич В.А.

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

Потапов В.Д. - к.т.н., доцент

В данной работе было проведено сравнение сверточных кодов, оптимальных по критериям МСР, ПОР и СОР. Так как существует достаточное количество оптимальных кодов с одинаковыми кодовыми ограничениями было проведено сравнение этих кодов по вероятности битовой ошибки с помощью моделирования алгоритмов декодирования в MatLab и произведён расчет верхней границы вероятности битовой ошибки.

В первую очередь сравниваются коды, выбранные по критериям МСР, ПОР и СОР по верхней границе вероятности битовой ошибки. Однако ее точное вычисление требует больших временных затрат. Поэтому верхняя граница вычисляется по усеченной передаточной функции сверточного кода при учете путей с расстояниями $d = d_{CB}, d_{CB} + 1, \dots, d_{CB} + L_{yc}$ в формулах

$$T(D) \approx \sum_{d=d_{CB}}^{d_{CB}+L_{yc}} a_d D^d$$

$$P_b \approx \sum_{d=d_{CB}}^{d_{CB}+L_{yc}} c_d D^d \Big|_{D=e^{-R\frac{E_b}{N_0}}}$$

Далее необходимо рассмотреть влияние степени усечения L_{yc} на границу вероятности сверточного кода. Для примера взят сверточный код $C(23,35)$, применяемый в системах мобильной связи стандарта GSM. Результаты расчета вероятности ошибок битов сверточного кода $C(23,35)$ показаны на рисунке 1. Кривые 1, 2, 3, 4, 5 соответствуют усечению

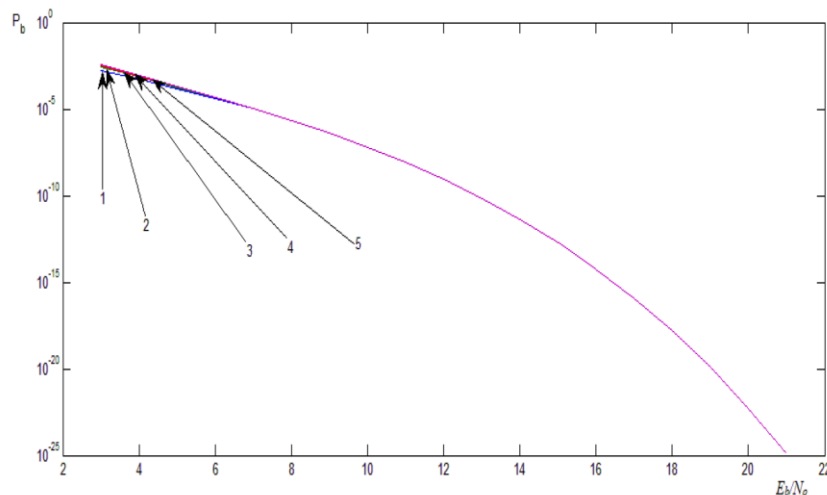


Рис. 1 – Граница вероятности битовой ошибки сверточного кода $C(23,35)$

Из расчетов влияния степени усечения на границу вероятности сверточного кода следует, что слабая зависимость $P_b(L_{yc})$ проявляется лишь при малых значениях E_b/N_0 , а с их ростом эта зависимость сходит на нет. Следовательно, влияние слагаемых высоких степеней передаточной функции на значения P_b при высоком отношении E_b/N_0 незначительно. Таким образом можно принять $L_{yc} = 10$, что значительно уменьшает объем вычислений.

Далее использована граница вероятности битовой ошибки для оценки разных кодов выбранных по критериям МСР, ПОР, СОР. Сравниваются хорошие коды по критериям МСР и СОР с кодовыми ограничениями $K = 7, 10$ и 11 и при $L_{yc} = 10$. При сравнении вероятность битовой ошибки меньше у кодов по критерию СОР. Сравнение P_b сверточных кодов по критерию ПОР и СОР с кодовыми ограничениями $K = 6, 7$ и скоростями $1/2$ и $1/3$ показало что сверточные коды, выбранные по критерию СОР, лучше сверточных кодов по критерию ПОР.

Кроме, того необходимо сравнить коды по вероятности битовой ошибки, полученной симуляцией. Рассмотрим сравнение вероятности битовой ошибки кода $C(1167,1545)$ по критерию МСР и кода $C(1151,1753)$ по критерию СОР с ограничением $K = 10$; кода $C(2335,3661)$ по критерию МСР и кода $C(3345,3613)$ по критерию СОР с ограничением $K = 11$.

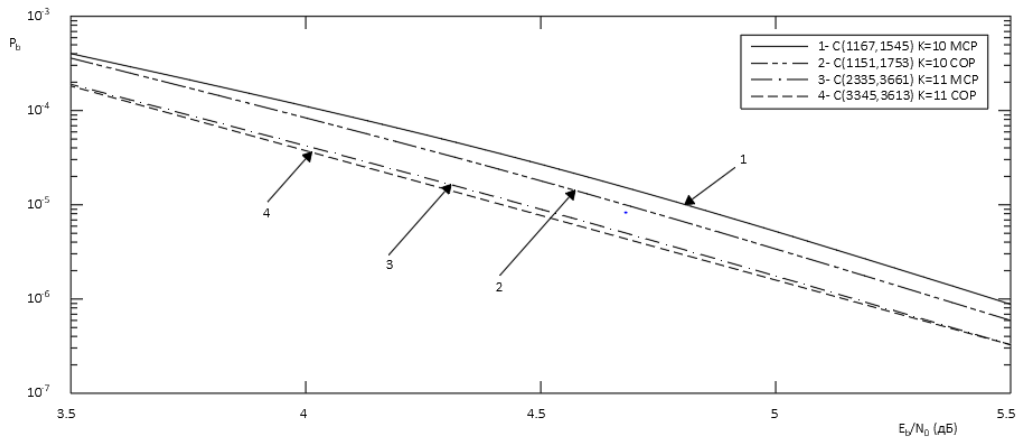


Рис. 2 – Сравнение вероятности битовой ошибки сверточных кодов по критериям MCP и COP, полученной симуляцией

На рисунке 2 приведены зависимости вероятности битовой ошибки кода $C(51,71)$, оптимального по критерию ПОР, кода $C(53,75)$ по критерию COP с $K = 6$, и также кодов $C(121,161)$ и $C(133,171)$ с $K = 7$.

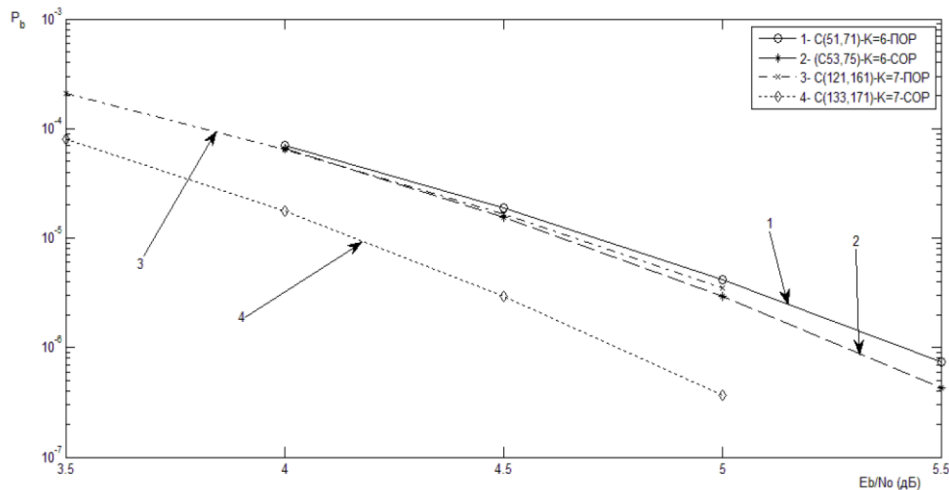


Рис. 3 – Сравнение вероятности битовой ошибки сверточных кодов по критериям ПОР и COP, полученной симуляцией

Сравнения этих зависимостей показывает, что коды удовлетворяющие критерию COP являются лучшими среди рассмотренных.

Список использованных источников:

1. Использование верхней границы вероятности битовой ошибки для поиска хороших сверточных кодов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-verhney-granitsy-veroyatnosti-bitovoy-oshibki-dlya-poiska-horoshih-svertochnyh-kodov/viewer>. – Дата доступа: 01.03.2020
2. Анализ эффективности современных помехоустойчивых кодов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-effektivnosti-sovremennyh-pomehoustoychivyyh-kodov>. – Дата доступа: 01.03.2020
 1. Данг Ким Нгок. Сравнение сверточных кодов по верхней границе вероятности битовой ошибки. 69-я Научно-техническая конференция СПб НТО РЭС, посвященная Дню радио, СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2014.
 2. Данг Ким Нгок. Исследование верхней границы вероятности битовой ошибки для поиска хороших сверточных кодов. Изв. Вузов России. Радиоэлектроника. 2014.
 3. David Naccoun, Guy Begin. High rate Punctured convolutional codes for Viterbi and Sequential decoding. IEEE Transactions on Communications, VOL. 37, No. 11 November 1989.