

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ РАВНОВЕСНЫХ КОДОВ 1 ИЗ N

А.А. Борисенко, Д.В. Гутенко, В.Ю. Лесик
Сумский государственный университет

Равновесные коды нашли широкое применение на практике, в частности их разновидность коды 1 из N. В этом коде работают дешифраторы и распределители импульсов. Эти коды обладают естественной избыточностью и соответственно помехоустойчивостью. При этом возникает задача оценить их помехоустойчивость.

При передаче сигнала через канал связи в равновесном коде 1 из N, любая N-разрядная правильная комбинация может перейти в любую другую из 2^N возможных комбинаций, среди которых будет $2^N - N$ обнаруживаемых ошибочных комбинаций. Существуют также необнаруживаемые ошибочные комбинации, когда происходит переход правильной комбинации в любую другую комбинацию с одной единицей. Количество необнаруживаемых ошибочных комбинаций равно $N-1$, так как учитывается, что среди 2^N комбинаций одна будет правильной. Тогда сумма всех обнаруживаемых и необнаруживаемых ошибочных комбинаций, а также правильной комбинации будет равна 2^N , так как $2^N - N + (N-1) + 1 = 2^N$. Число таких комбинаций равно числу переходов правильной комбинации в любую другую. В соответствии с [1] доля обнаруживаемых ошибочных переходов будет равна $D = 1 - (N/2^N)$.

Правильной передаче соответствует переход комбинации в саму себя, то есть единица должна перейти в единицу, а во всех остальных разрядах нули должны перейти в нули. Для исходной комбинации вероятность правильного перехода равна $P = (P_{00})^{N-1} P_{11}$. При необнаруживаемом ошибочном переходе одна разрешенная комбинация должна перейти в другую разрешенную, то есть в комбинацию с одной единицей и $N-1$ нулями. Это возможно если единичный разряд перейдет в нулевой, а один нулевой перейдет в единицу. Все остальные $N-2$ нуля должны перейти в нули.

Соответственно вероятность перехода правильной комбинации в любую другую разрешённую комбинацию. $V = (N - 1)(P_{00})^{N-2} P_{10} P_{01}$. Следовательно, вероятность перехода правильной комбинации в любую запрещённую комбинацию равна $Z = 1 - (N - 1)(P_{00})^{N-2} P_{10} P_{01} - (P_{00})^{N-1} P_{11}$. Для определения среднего значения вероятностей переходов правильных комбинаций в необнаруживаемые ошибочные и в саму себя необходимо учитывать вероятности появления той или иной исходной комбинации. Однако в [2] было доказано, что для любых равновесных кодов вероятностные величины, которые характеризуют одну комбинацию равновесного кода, могут применяться для средней величины, характеризующей весь код:

$$\bar{P} = \sum_{i=1}^{C_N^k} P_i \Pi_i = \sum_{i=1}^{C_N^k} P_i P_{00}^{N-k} P_{11}^k = P_{00}^{N-k} P_{11}^k \sum_{i=1}^{C_N^k} P_i = P_{00}^{N-k} P_{11}^k = \Pi, \quad (1)$$

$$\bar{V} = \sum_{i=1}^{C_N^k} P_i V_i = \sum_{r=1}^k C_k^r C_{N-k}^r P_{01}^r P_{10}^r P_{00}^{N-k-r} P_{11}^{k-r} \sum_{i=1}^{C_N^k} P_i = V_i \sum_{i=1}^{C_N^k} P_i = V, \quad (2)$$

где \bar{P} , \bar{V} - средние значения вероятностей правильного и необнаруживаемого ошибочного перехода, k - количество единиц в коде, r - количество разрядов, перешедшие в противоположные при необнаруживаемом ошибочном переходе. Для кода 1 из N k равно единице, и выражения 1 и 2 приобретают вид приведённых ранее формул для вероятностей правильного перехода Π и необнаруживаемых ошибочных переходов V . Поэтому вероятности V и Π для одной комбинации являются также средними значениями вероятностей переходов правильных комбинаций в необнаруживаемые ошибочные и в саму себя. Значения вероятностей и других характеристик из вышеприведенных формул могут быть использованы для оценки помехоустойчивости того или иного кода 1 из N .

1. Березюк Н.Т. Кодирование информации: Справочник. – Харьков, 1978.
2. Борисенко А.А., Бережная О.В. Оценка помехоустойчивости системы передачи на основе равновесных кодов – СумГУ, 1999.

Борисенко, А.А. Исследование помехоустойчивости равновесных кодов 1 из N [Текст] / А.А. Борисенко, Д.В. Гутенко, В.Ю. Лесик // Теоретичні і прикладні проблеми фізики, математики та інформатики: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції (24 квітня 2009 р.). – Київ: КПІ, 2009. – С. 18-19.