

УДК 621.391.833.44; 004.416.6

Л.М.Курочкин (5 курс, каф. РВиКС), П.В.Трифонов, асп.

СОВМЕСТНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ РЕШЁТОЧНОГО КОДА И ЛИНЕЙНОГО ЭКВАЛАЙЗЕРА С ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ ПО РЕШЕНИЮ В КАНАЛАХ С МЕЖСИМВОЛЬНОЙ ИНТЕРФЕРЕНЦИЕЙ

Устойчивый рост числа пользователей телекоммуникационных систем делает задачу повышения скорости передачи данных наиболее актуальной, при этом неизменно высокими остаются требования к надёжности передачи данных. Как правило, повышение скорости передачи данных приводит к возникновению межсимвольной интерференции. Для обеспечения надёжного приема данных необходима реализация механизмов компенсации МСИ. Широко распространенным методом борьбы с МСИ является линейный эквалайзер с обратной связью по решению 0. Однако при его применении часто возникает проблема размножения ошибок в цепи обратной связи эквалайзера, которая существенно осложняет применение помехоустойчивого кодирования, использование которого в большинстве случаев является необходимым для достижения требуемого качества работы системы. В данном докладе рассматривается проблема применения решеточного кода E_8 совместно с эквалайзером с обратной связью по решению.

Одним из наиболее распространенных каналов передачи данных является неэкранированная витая пара пятой категории (UTP-5). Этот кабель состоит из четырех пар изолированных медных проводов. Провода в каждой паре свиваются один вокруг другого, что позволяет уменьшить электромагнитное взаимодействие расположенных рядом нескольких витых пар. При высоких скоростях передачи данных в кабеле UTP-5 наблюдается сильная межсимвольная интерференция.

В данной работе рассматривается помехоустойчивое кодирование на основе решеточного кода E_8 . Решеточный код E_8 основан на $(8,4,4)$ коде Рида-Маллера, используемого для выбора смежных классов восьмимерной решетки $2Z^8$, т.е. $E_8 = 2Z^8 + RM(8,4,4) 0$. Декодирование кода E_8 включает в себя следующие этапы: нахождение ближайшего смежного класса решетки $2Z^8$, что требует декодирования кода Рида-Маллера, и нахождение в этом смежном классе последовательности, ближайшей к принятому вектору 0.

Передача данных происходит следующим образом. Передатчик посылает символы 12-уровневой импульсно-амплитудной модуляции (ИАМ), соответствующие кодовым словам кода E_8 в дискретные моменты времени, по четыре (по числу пар UTP-5) на каждый такт, т.е. каждое слово кода E_8 несет 24 бита информации. Таким образом, передаваемое слово кода $(8,4,4)$ Рида-Маллера (РМ кода), состоящее из восьми ИАМ-символов, передается за два такта. На первом такте приемник принимает первые четыре символа. Для надёжного приема оставшихся четырех символов на следующем такте в цепь обратной связи эквалайзера должны быть поданы достоверные оценки символов, принятых на данном такте, которые могут быть получены только после декодирования всех восьми символов. Для решения данной проблемы предлагается следующий метод. На первом такте приемник рассматривает набор равновероятных гипотез относительно первых четырех символов кода Рида-Маллера, т.е. различных смежных классов решетки $2Z^8$. Для каждой из этих гипотез вычисляется соответствующий ей набор символов ИАМ (см. выше), который используется при приеме следующих четырех символов. Полученные на втором такте четыре символа (вторая половина слова) эквализируются с учётом того, что могла начаться пересылка любого из кодовых слов используемого кода. Далее для каждой из рассматриваемых гипотез

производится попытка декодирования соответствующей ей последовательности. Если при этом оказывается, что первые четыре символа декодированного слова не соответствуют тем, которые были приняты для данной гипотезы на первом такте, эта гипотеза отвергается. Окончательное решение выбирается из декодированных слов, соответствующих оставшимся гипотезам, по критерию минимума Евклидова расстояния. Результаты имитационного моделирования, представленные на рис. 1, свидетельствуют о том, что применение данного метода позволяет добиться выигрыша в 5 дБ по сравнению с отдельной эквалализацией и декодированием.

Таким образом, разработан и реализован метод совместного применения решётчатого кода и эквалайзера с обратной связью, проведено имитационное моделирование системы для сравнения качества передачи данных с системой, не использующей совместное декодирование и эквалализацию принятого сигнала. Результаты имитационного моделирования, свидетельствуют о том, что применение данного метода позволяет добиться выигрыша в 5 дБ по сравнению с отдельной эквалализацией и декодированием.

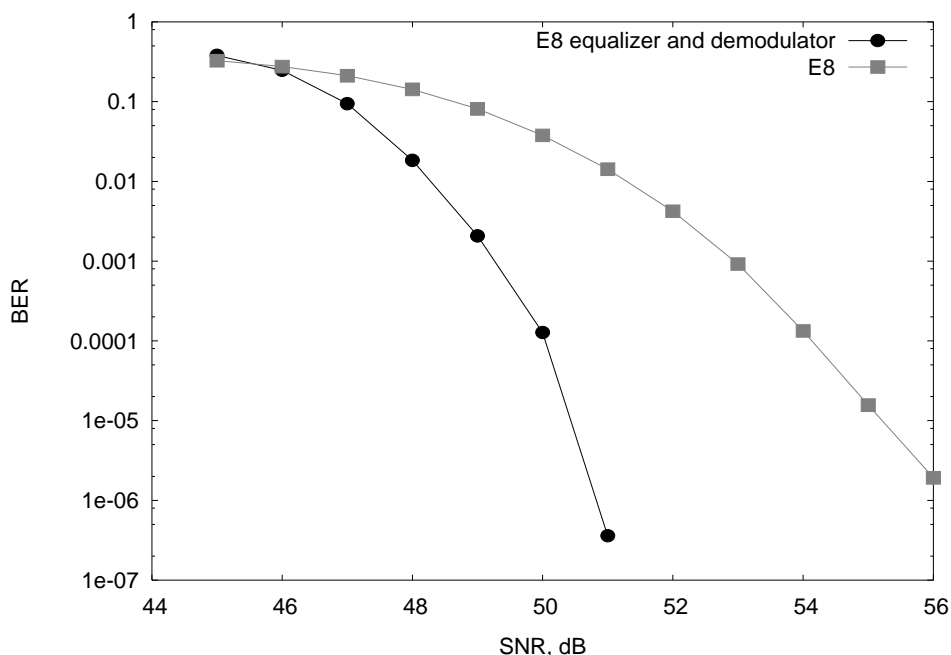


Рис. 1. Качество работы E₈-кодированных систем

ЛИТЕРАТУРА:

1. Прохис Дж. Цифровая связь. - М.: Радио и связь, 2000.
2. G.D. Forney. Coset Codes-Part I : Binary Lattices and Related Codes. IEEE TRANSACTIONS ON INFORMATION THEORY, VOL. 34, NO. 5, SEPTEMBER 1988.
3. G.D. Forney. Coset Codes-Part II: Binary Lattices and Related Codes. IEEE TRANSACTIONS ON INFORMATION THEORY, VOL. 34, NO. 5, SEPTEMBER 1988.
4. G.D. Forney and A. Vardy. Generalized Minimum-Distance Decoding of Euclidean-Space Codes and Lattices. IEEE TRANSACTIONS ON INFORMATION THEORY, VOL. 42, NO. 6, NOVEMBER 1996.