

УДК 621.391

С.И. Приходько<sup>1</sup>, А.С. Жученко<sup>1</sup>, Д.А. Пархоменко<sup>2</sup><sup>1</sup>Украинская государственная академия железнодорожного транспорта, Харьков<sup>2</sup>Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков

## ИТЕРАЦИОННОЕ ДЕКОДИРОВАНИЕ БЛОЧНЫХ ПОМЕХОУСТОЙЧИВЫХ КОДОВ С МЯГКИМ ВХОДОМ И МЯГКИМ ВЫХОДОМ

Одной из актуальных задач является обеспечение заданной достоверности передачи информации в телекоммуникационных системах при низких отношениях сигнал/шум. Обычно заданная достоверность достигается с помощью помехоустойчивого кодирования. С этой целью разработано огромное количество помехоустойчивых кодов, которые декодируются еще большим количеством декодеров. Наибольший интерес среди последних представляют так называемые SISO декодеры – декодеры с мягким входом и мягким выходом. Мягкий вход декодера позволяет наиболее полно задействовать информацию получаемую демодулятором. Мягкий выход декодера позволяет итерационно приближаться к искомому решению, разделив информацию о каждом символе на внешнюю (т.е. информацию, сообщаемую о нем другими символами) внутреннюю (информацию о нем демодулятора).

Наиболее простым SISO декодером является декодер, принимающий решение по максимуму апостериорной вероятности. Он принимает решение по расстоянию от полученной последовательности до всех  $2^k$  (где  $k$  – количество информационных символов) кодовых слов. Недостаток его сложность растет экспоненциально с увеличением числа информационных символов. Подобные декодеры получили название MAP декодеры и используются для

декодирования сверточных кодов, у которых рассматривается не расстояние между кодовыми словами, а метрики путей по решетке. Однако сверточные коды обладают серьезным недостатком – низким минимальным кодовым расстоянием.

Еще один декодер с мягким входом был предложен Чейзом. Он принимает решение по расстоянию от полученной последовательности до  $2^{d/2}$  кодовых слов с одинаковыми  $n - d/2$  (где  $n$  – длина кодового слова) наиболее надежными символами. Достоинство – наибольший вклад в решение вносят наиболее надежные, по мнению демодулятора символы.

Также представляют интерес алгоритмы перестановочного декодирования, главная и объединяющая идеи которых состоят в способе выбора информационных множеств из наиболее достоверных принятых символов.

Дальнейшим развитием идей заложенных в приведенных примерах является предлагаемый алгоритм декодирования любых блочных кодов с мягким входом и мягким выходом.

1. В принятой последовательности определяют  $k$  наиболее надежных элементов и принимают по ним жесткое решение.

2. Столбцы проверочной матрицы сортируют так, чтобы наиболее надежные элементы соответст-

вовали информационным, а менее надежные – проверочным символам.

3. По этому же правилу сортируют столбцы порождающей матрицы.

4. Для нахождения мягкого решения о каждом информационном символе кодируют слово, состоящее из жестких решений, вместо искомого символа 0, и слово, состоящее из жестких решений, вместо искомого символа 1. Мягкое решение определяется по полу разности расстояний от принятого слова до них.

5. Для нахождения мягкого решения о каждом проверочном символе из мягкого решения о каждом информационном символе выделяют внешнюю информацию. Мягким решением о каждом прове-

рочном символе считают минимальную внешнюю информацию среди слагаемых соответствующего проверочного уравнения.

6. Итерационно повторяя пункты 1-5, достигаем желаемой достоверности.

### **Список литературы**

1. Кларк Дж.-мл. Кодирование с исправлением ошибок в системах цифровой связи: пер. с англ. / Дж.-мл. Кларк, Дж. Кейн; под ред. Б.С. Цыбакова. – М.: Радио и связь, 1987. – 392 с.

2. Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение: пер. с англ. / Б. Скляр. – М.: Вильямс, 2003. – 1104 с.