

РЕЗУЛЬТАТЫ ПОИСКА ОПТИМАЛЬНЫХ КОДОВ

Тотмина Ю.Н.

Научный руководитель : д-р техн. наук, проф. Банкет В.Л.
Одесская национальная академия связи им. А.С. Попова, Украина
E-mail: yntotmina@mail.ru

Аннотация — Рассмотрен алгоритм и программа для поиска новых двоичных сверточных кодов (СВ). Приведены результаты поиска оптимальных кодов для каналов с дифференциальным ФМ.

1. Введение

Развитие методов передачи информации по каналам с замираниями прошло ряд этапов [1]. В последние годы используется метод разнесения MIMO (Multiple Input, Multiple Output — множественный вход, множественный выход), подробное исследование которого выполнено в [2]. В работе [2] предложено использование в каналах систем MIMO дифференциальной фазовой модуляции (ДФМ).

2. Основная часть

Для переборного поиска СК используют метод «тест-пакета». В соответствии с рекомендациями [1] метод «тест-пакета» пригоден для исследования инвариантных СКК. Используемые в описываемой конструкции процедуры сверточного и дифференциального кодирования относятся к классу линейных.

Последовательное применение этих линейных процедур также обладает свойством линейности. В работе [1] доказано, что любая линейная СКК обладает свойством инвариантности. Это дает возможность применить метод «тест-пакета» для решения актуальной задачи поиска внешних СК.

Метод «тест-пакета» основан на моделировании выходных последовательностей кодера при воздействии на его вход специальным образом сформированного «тест-пакета», который обеспечивает «порождение» кодером всех возможных путей из начального нулевого состояния (000..00) в такое же нулевое состояние.

С использованием возможностей пакета объектно-ориентированного графического программирования компании Hewlett Packard HPVEE разработана программа для переборного поиска порождающих многочленов внешних двоичных СК со скоростью кода $R=1/2$ для сигнально-кодовой конструкции СК-ДФМ, предназначенной для использования в каналах с замираниями и технологией многоантенной радиосвязи MIMO. Предварительно экспериментально определяется верхняя граница свободного расстояния $d_{\text{вг}}$. Далее программа выполняет исчерпывающий перебор возможных вариантов порождающих многочленов и отыскивает код, свободное расстояние которого приближается снизу к верхней границе ($d_f \leq d_{\text{вг}}$). Такой подход позволяет находить «наилучшие» коды. После отыскания наилучшего кода предусмотрена возможность последующей проверки величины свободного расстояния найденного СК. Как известно, дистанционные свойства СК зависят от величины так называемой «памяти» кода, то есть от длины кодирующего регистра кодера (ДКР) K . С увеличением ДКР повышается помехоустойчивость декодирования, но и возрастает сложность реализации декодера Витерби. В практически используемых кодах выбирают $K=6$. В разработанной программе предусмотрена возможность поиска СК при различных величинах $K=(3 \dots 9)$, что охватывает все воз-

можные варианты длин: от коротких кодов ($K=3$) до длинных кодов ($K=9$).

При разработке методики поиска использовались положения теории случайных чисел: Такой подход позволяет решать задачу поиска оптимальных кодов, дистанционные характеристики которых близки к верхним границам расстояний при заданных длин кодирующего регистра (то есть сложности алгоритма декодирования) и скорости кода. К недостаткам методики поиска из работы [1] следует отнести отсутствие процедуры проверки (верификации) дистанционных свойств найденного кода. Такие процедуры проверки не предусмотрены в большинстве публикаций по методам поиска.

Порождающие многочлены СК с целью компактности записи даны в восьмеричной форме записи.

К примеру, перевод в двоичное представление имеет вид

$$(G1/G2)=(1,3,2)/(4,2,2) \rightarrow (100.110.010)/(001.010.010).$$

В таблице 1 приведены значения энергетического выигрыша от применения помехоустойчивого кодирования (ЭВК, дБ) по сравнению с некодированной ФМ-2.

Таблица 1

ДКР, K	$d_{\text{вг}}$	d_f	$G1/G2$	ЭВК, дБ
3	8	7	(4,0)/(3,0)	5,5
6	14	12	(4,2)/(4,4)	7,8
9	16	15	(1,3,2)/(4,2,2)	8,7

3. Заключение

Таким образом, разработанные алгоритм поиска и реализующая его программа позволили отыскать новые двоичные сверточные коды для каналов с дифференциальной ФМ, обеспечивающие достаточной большой ЭВК — (5 ... 8) дБ.

4. Список литературы

- [1] Банкет В.Л. Сигнально-кодовые конструкции в телекоммуникационных системах / В.Л. Банкет — Одесса: Феникс, 2009. — 180 с.
- [2] Банкет В.Л. Развитие теории дифференциальных методов модуляции для современных цифровых телекоммуникационных систем / В.Л. Банкет, Ю.Н. Тотмина // Цифрові технології. — 2011. — №10. — С. 43 — 54.

SEARCH RESULTS OF THE OPTIMAL CODES

Totmina J.N.

Scientific adviser: Banket V.L.

Odessa National Academy of Telecommunications
named after O.S. Popov, Ukraine

Abstract — The algorithm and the program to search of the new binary convolutional codes (CC) are considered. The results of the search of optimal codes for channels with differential PM are presented.