

УДК 621.396.931

КОНСТРУКТИВНЫЕ МЕТОДЫ СИНТЕЗА ДВОИЧНОГО КОРРЕКТИРУЮЩЕГО КОДА ДЛИНЫ 32 ДЛЯ ТЕХНОЛОГИИ MC-CDMA**М. И. МАЗУРКОВ, А. В. СОКОЛОВ***Одесский национальный политехнический университет,
Украина, Одесса, 65044, пр-т Шевченко 1*

Аннотация. В статье предложены конструктивные методы синтеза двоичного корректирующего C -кода длины $N = 32$ с оптимальным значением пик-фактора спектра Уолша–Адамара его кодовых слов, для технологии MC-CDMA. Разработаны три конструктивных метода синтеза кодовых слов данного корректирующего кода: во временной области, в области преобразований Уолша–Адамара и в области преобразований Рида–Маллера. Параметры построенного кода соответствуют наилучшим известным кодам таблицы Мак-Вильямса.

Ключевые слова: MC-CDMA; пик-фактор; корректирующий код; бент-последовательность

Одной из наиболее перспективных технологий доступа в сетях беспроводной высокоскоростной связи нового поколения является технология MC-CDMA (Multi-Code Code-Division Multiple Access). Технология MC-CDMA является простым решением, поддерживающим в системе связи гибкий компромисс между скоростью передачи данных и количеством пользователей. Так, пользователю, желающему передавать данные с более высокой скоростью, может быть присвоен дополнительный ортогональный канал передачи данных и, наоборот, число пользователей системы может быть легко увеличено за счет уменьшения числа ортогональных каналов, присвоенных каждому пользователю [1].

Сигналы, применяемые в системе связи, основанной на технологии MC-CDMA, формируются с помощью сумм N -го числа дискретных последовательностей преобразования Уолша–Адамара, где N — число ортогональных каналов системы.

В системе MC-CDMA вектор бинарных данных $b = \{b_i\}, i = 0, N - 1$ подвергается ортогональному преобразованию. В случае, когда каждый бит данных b_i изменяет знак одной из N ортогональных функций дискретного времени $h_i(t)$, а выход является суммой этих N модулированных функций, тогда передаваемый сигнал представляет собой спектр Уолша–Адамара последовательности b

$$S_b(t) = \sum_{i=0}^{N-1} b_i h_i(t). \quad (1)$$

Отметим также, что подобный способ формирования сигналов нашел сегодня свои многочисленные применения и в системах передачи информации с технологией VLC (англ. Visible Light Communication, связь по видимому свету) [2].

Очевидно, что использование для формирования сигналов, применяемых в системе, коэффициентов преобразования Уолша–Адама-

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Paterson, K. G. "Sequences for OFDM and Multi-Code CDMA: Two Problems in Algebraic Coding Theory," in: Helleseth T., Kumar P.V., Yang K. (eds.) *Sequences and their Applications. Discrete Mathematics and Theoretical Computer Science*. London: Springer, 2002. DOI: [10.1007/978-1-4471-0673-9_4](https://doi.org/10.1007/978-1-4471-0673-9_4).
2. Noshad M. Hadamard-Coded Modulation for Visible Light Communications / M. Noshad, M. Brandt-Pearce. *IEEE Transactions on Communications*, 2016. Vol. 64. Issue 3. P. 1167-1175.
3. Tokareva N. Bent Functions: Results and Applications to Cryptography / N. Tokareva. *Academic Press*, 2015. — p. 220.
4. Mazurkov M.I. Synthesis method for families of constant amplitude correcting codes based on an arbitrary bent-square / M.I. Mazurkov, A.V. Sokolov, I.V. Tsevukh. *Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering (JTEC)*, 2017. — Vol. 2. — No.9. — P. 99—103.
5. Мазурков, М.И. Метод синтеза бент-последовательностей в базисе Виленкина-Крестенсона / М.И. Мазурков, А.В. Соколов, Н.А. Барабанов // *Известия высших учебных заведений. Радиоэлектроника*. — 2016. — Т. 59, N 11. — С. 47-55.
6. Мазурков, М.И. Регулярные правила построения полного класса бент-последовательностей длины 16 / М.И. Мазурков, А.В. Соколов. — *Труды Одес. нац. политехн. ун-та*, 2013. — №1 (40).
7. Мазурков, М.И. Быстрые ортогональные преобразования на основе бент-последовательностей / М.И. Мазурков, А.В. Соколов // *Інформатика та математичні методи в моделюванні*. — Одеса, 2014. — №1. — С.5-13.
8. Мазурков, М.И. Системы широкополосной радиосвязи / М.И. Мазурков // Одесса: Наука и Техника. — 2010. — с. 340. — ISBN 978-966-8335-95-2.
9. Agievich S.V. On the representation of bent functions by bent rectangles. — *Probabilistic Methods in Discrete Mathematics: Proceedings of the Fifth International Petrozavodsk Conference (Petrozavodsk, June 1–6, 2000)*. Utrecht, Boston: VSP, 2002, P. 121—135.
10. Agievich, S.V. Bent Rectangles / S.V. Agievich // *Proceedings of the NATO Advanced Study Institute on Boolean Functions in Cryptology and Information Security (Moscow, September 8–18, 2007)*. Amsterdam: IOS Press. — 2008. — p. 3—22.
11. Ростовцев, А.Г. *Криптография и защита информации* / А.Г. Ростовцев. — СПб.: Мир и Семья. — 2002.
12. Мак-Вильямс Ф. Д. Теория кодов исправляющих ошибки / Ф. Д. Мак-Вильямс, Н. Д. А. Слоэн. — М.: Связь. — 1979. — 745 с.

Поступила в редакцию 22.02.2015

После доработки 11.03.2019

Принята к публикации 11.03.2019