

УДК 621.396.946

ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ ПОДАВЛЕНИЕ ПОМЕХ В MC-CDMA ПРИЕМНИКЕ С ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫМ БЛОЧНЫМ КОДИРОВАНИЕМ

НУР МОХАМЕД ВАЛИ МОХАМАД¹, СРИНАТА НАРАЯНАПА¹,
ПАРТА ШАРАТИ МАЛИК¹, НИТЯНАДАН ЛАКШМАНАН²

¹VIT университет,
Индия, Веллуру, 632014, Тамилнад
²Университет Пондичерри,
Индия, Калапет, Пондичерри

Анотация. Множественный доступ с кодовым разделением и несколькими несущими MC-CDMA (multi carrier code division multiple access) является удобным методом для высокоскоростной передачи данных в канале с многолучевыми замираниями. Система MC-CDMA не может обрабатывать внезапные временные изменения канала, что приводит к тому, что поднесущие теряют ортогональность. Потеря ортогональности между поднесущими пользователя или нежелательная корреляция между кодами расширения спектра разных пользователей может привести к увеличению помех множественного доступа MAI (multiple access interference). Система MC-CDMA на основе пространственно-временных блочных кодов STBC (space time block code) выбрана для достижения полного разнесения и скорости передачи без знания информации о состоянии канала CSI (channel state information) для передатчика. Таким образом, в данной статье STBC вводится для передатчика с целью улучшения качества приема. Приемник на основе пространственно-временных блочных кодов с параллельным подавлением помех STBC-PIC (space time block code parallel interference cancellation) предложен для системы MC-CDMA. В предлагаемом STBC-PIC приемнике на каждом уровне подавления помех взвешенный сигнал другого пользователя вычитается из сигнала данного пользователя, тем самым уменьшая MAI и улучшая BER. Из результатов моделирования видно, что предлагаемый приемник превосходит приемники STBC с ортогональным полным дополняющим кодом (STBC-OFDM), STBC основанные на наименьшей среднеквадратической ошибке (STBC-MMSE) и STBC с обращением в нуль незначущих коэффициентов (STBC-ZF) с точки зрения уменьшения MAI.

Ключевые слова: множественный доступ с кодовым разделением и несколькими несущими; MC CDMA; многоканальный вход многоканальный выход; MIMO; помехи множественного доступа; пространственно-временное блочное кодирование; STBC; параллельное подавление помех

1. ВВЕДЕНИЕ

Множественный доступ с кодовым разделением и несколькими несущими MC-CDMA (multi carrier code division multiple access) есть одним из наиболее перспективных методов модуляции с несколькими несущими в технологии 4G [1]. MC-CDMA представляет собой комбинацию мультиплексирования с ортогональным частотным разделением каналов

OFDM (orthogonal frequency division multiplexing) и CDMA. Достоинства MC-CDMA включают максимальное использование спектра, легкую настройку под строгие условия канала без сложного детектирования и высокую стойкость к межсимвольной интерференции ISI (inter symbol interference) и замиранию, вызванному многолучевым распространением [2]. Это привлекательная техника для высокоскоростной передачи данных

DOI: [10.20535/S0021347017110036](https://doi.org/10.20535/S0021347017110036)

© Нур Мохамед Вали Мохамед, Срината Нараянапа, Парта Шарати Малик, Нитянадан Лакшманан, 2017

as.us/e-library/transactio-

ns/communications/2009/31-558.pdf.

2. Hara, S.; Prasad, R. *Multicarrier Techniques for 4G Mobile Communications*. Boston London: Artech House, 2003.

3. Sarala, B.; Venkateswaralu, D. S.; Bhandari, B. N. Overview of MC CDMA PAPR reduction techniques. *Int. J. Distributed Parallel Systems*, v.3, n.2, p.193-206, 2012. DOI: <https://doi.org/10.5121/ijdps.2012.3217>.

4. Fazel, K.; Kaiser, S. *Multicarrier and Spread Spectrum Systems*, 2nd ed. UK: Wiley Publishers, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1002/9780470714249>.

5. Biglieri, Ezio; Calderbank, Robert; Constantinides, Anthony; Goldsmith, Andrea; Paulraj, Arogyaswami; Poor, H. Vincent. *MIMO Wireless Communications*. United Kingdom: Cambridge University Press, 2010.

6. D’Orazio, Leandro; Sacchi, Claudio; Fedrizzi, Riccardo; De Natale, Francesco G. B. An adaptive minimum-BER approach for multi-user detection in STBC-MIMO MC-CDMA systems, *Proc. of IEEE GLOBECOM Conf.*, 26–30 Nov. 2007, Washington, DC, USA, IEEE, 2007, pp. 3427–3431. DOI: <https://doi.org/10.1109/GLOCOM.2007.650>.

7. Iraj, S.; Lilleberg, J. Interference cancellation for space-time block-coded MC-CDMA systems over multipath fading channels. *Proc. of IEEE Vehicular Technology Conf.*, 6–9 Oct. 2003, Orlando, FL, USA. IEEE, 2003, v.2, p.1104–1108. DOI: <https://doi.org/10.1109/VETECF.2003.1285192>.

8. Portier, F.; Baudars, J.-Y.; Helard, J.-F. Performance of STBC MC-CDMA systems over outdoor realistic MIMO channels. *Proc. of IEEE 60th Vehicular Technology Conf.*, 26–29 Sept. 2004, Los Angeles, CA, USA. IEEE, 2004, v.4, p.2409–2413. DOI: <https://doi.org/10.1109/VETECF.2004.1400485>.

9. Li, H.; Yangfe, W.; Tan, Z.; Cheng, S. Performance of space-time block-coded MC-CDMA system in multipath fading channel. *Proc. of IEEE Int. Symp. on Microwave, Antenna, Propagation and EMC Technologies for Wireless Communications*, 8–12 Aug. 2005, Beijing, China. IEEE, 2005, p.1546–1550. DOI: <https://doi.org/10.1109/MAPE.2005.1618221>.

[10] = [6]. D’Orazio, L., C. Sacchi, R. Fedrizzi, and F. G. De Natale (2007). An adaptive minimum-BER approach for multi-user detection in STBC-MIMO MC-CDMA systems, IEEE Global Telecommunications Conference, pp. 3427–3431. DOI: <https://doi.org/10.1109/GLOCOM.2007.650>.

11. Khan, M. A.; Umair, M.; Choudhry, M. A. S. Acceleration to LMS based STBC MC-CDMA receiver. *Int. J. Scientific & Engineering Research*, v.4, n.8, p.925–929, 2013. !!! нет на сайте журнала https://www.ijser.org/ResearchPaperPublishing_August2013.aspx

12. Zhao, Fayong. PIC receiver for MIMO MC-CDMA systems based on LCRLSCMA. *Proc. of 4th IEEE Conf. on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing, WiCOM’08*, 12–14 Oct. 2008,

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Haitham, J. Taha; Salleh, M. F. M. Multi-carrier transmission techniques for wireless communication systems: A survey. *WSEAS Trans. Commun.*, v.8, n.5, p.457-472, 2009. URI: [ISSN 0021—3470. Известия вузов. Радиоэлектроника. 2017. № 11.](http://www.wse-</p></div><div data-bbox=)

Dalian, China. IEEE, 2008, p.520–523. DOI: <https://doi.org/10.1109/WiCom.2008.131>.

13. Umair, M.; Khan, M. A.; Choudry, M. A. S. GA backing to STBC based MC-CDMA systems. *Proc. of 4th IEEE Int. Conf. on Intelligent Systems Modelling and Simulation*, 29–31 Jan. 2013, Bangkok, Thailand. IEEE, 2013, p.503–506. DOI: <https://doi.org/10.1109/ISMS.2013.26>.

14. Ajra, H.; Hasan, Mohamad Z.; Islam, Md. S. BER analysis of various channel equalization schemes of a QO-STBC encoded OFDM based MIMO CDMA system. *Int. J. Computer Network and Information Security*, v.6, n.3, p.30–36, 2014. DOI: <https://doi.org/10.5815/ijcnis.2014.03.04>.

15. Senthilkumar, G.; Amutha, R. Capacity enhancement of MCCDMA systems through MAI cancellation using switched interleaving technique and

correlation reconstruction based MRC with diversity gain. *Int. J. Soft Comput. Eng.*, v.4, n.1, p.83–87.

16. El Sharef, Semi; Khedr, Mohamed; Badran, Ehab F. Enhancing MC-CDMA system using rotated quasi-orthogonal STBC in wireless channels. *Proc. of IEEE Wireless Advanced Conf.*, 25–27 June 2012, London, UK. IEEE, 2012, p.110–114. DOI: <https://doi.org/10.1109/WiAd.2012.6296544>.

17. Glisic, Savo G. *Advanced Wireless Communications: 4G Technologies*. Chichester, England: John Wiley and Sons Ltd., 2005.

18. Cai, Yunlong; de Lamare, Rodrigo C.; Le Ruyet, Didier. Transmit processing techniques based on switched interleaving and limited feedback for interference mitigation in multiantenna MC-CDMA systems. *IEEE Trans. Vehicular Technol.*, v.60, n.4, p.1559–1570, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1109/TVT.2011.2109744>.

Поступила в редакцию 15.04.2015

После переработки 05.09.2017