

УДК 621.396.2.019.4 : 621.391.254

## **СУЧАСНИЙ СТАН ТА РОЗВИТОК ТЕХНОЛОГІЙ П'ЯТОГО ПОКОЛІННЯ 5G**

**В.М. Василенко,**

кандидат технічних наук,

науковий співробітник інституту телекомунікацій та  
глобального інформаційного простору НАН України

**Н.В. Сокоринська**

аспірант Національного університету

«Чернігівська політехніка»

**С.В. Зайцев,**

доктор технічних наук, професор, науковий співробітник  
інституту телекомунікацій та глобального інформаційного  
простору НАН України,

profesor uczelni, dr hab. inż., Katedra Systemów  
Informatycznych, Kielce University of Technology  
(Politechnika Świętokrzyska), Poland

**П.М. Курбет**

аспірант інституту телекомунікацій та глобального  
інформаційного простору НАН України

Нині спостерігається тенденція стрімкого розвитку  
безпроводових технологій.

В останні роки широко розробляються та  
впроваджуються технологія п'ятого покоління мобільного  
зв'язку 5G[1, 2], яка має кілька переваг у порівнянні з 4G, а  
саме:

- низька затримка сигналу;
- збільшена пропускна спроможність;
- збільшена мобільність користувачів;
- вища швидкість передачі даних (пікова швидкість  
20 Гбіт/с)
- збільшена швидкість передачі.

Низка цих переваг дозволяє нам продовжувати розвиток у наступних сферах:

- інтернет речей (Internet of things - IoT) – розумний дім, розумне місто тощо;
- безпілотний транспорт;
- хмарні технології (зберігання даних, хмарні обчислення);
- охорона здоров'я;
- штучний інтелект;
- віртуальна реальність;
- доповнена реальність;
- робототехніка;
- космічна сфера;
- оборонний комплекс.

У зв'язку з цим, однією із основних задач є оцінка каналу та підвищення достовірності передачі інформації. Підвищення достовірності можна досягти використанням завадових кодів: кодів з малою щільністю перевірок на парність (LDPC-коди) [3, 4] та полярних кодів (ПК) [4]. ПК та LDPC-коди прийняті стандартами мобільного зв'язку п'ятого покоління 5G.

LDPC-коди введені в стандарт 5G для подальшої заміни згорткових кодів та турбокодів(ТК). Вони використовуються для підтримки високої пропускної спроможності, зміни швидкості кодування, гібридного автоматичного запиту на повторну передачу та мають гарну здатність для виправлення помилок.

Полярні коди забезпечують ефективну технологію кодування каналу для 5G, значно підвищуючи спектральну ефективність, порівняно із сучасними стільниковими стандартами. Також полярні коди мають практичну здатність декодування лінійної складності, що дозволяє мінімізувати вартість впровадження обладнання 5G в майбутньому.

У системах мобільного зв'язку покоління 5G при адаптації кодування використовується лише один параметр – надмірність кодера ТК або LDPC-коду, яка регулюється зміною швидкості кодування  $R$  в діапазоні від  $1/5$  до  $2/3$ . При цьому застосування ТК є доцільним при малих швидкостях кодування, а LDPC-кодів – при великих.

У роботі для підвищення ефективності функціонування мобільних систем передбачено можливість зміни інших параметрів, таких як розмір діаграм станів декодера турбо коду, поліномів рекурсивних систематичних згорткових кодів, кількості компонентних кодерів турбо коду, алгоритмів декодування.

#### **Список літературних джерел**

1. Shafi M. 5G: A Tutorial Overview of Standards, Trials, Challenges, Deployment and Practice / Mansoor Shafi, Andreas F. Molisch, Peter J Smith, Thomas Haustein, Peiyang Zhu, Prasan De Silva, Fredrik Tufvesson, Anass Benjebbour, Gerhard Wunder // IEEE Journal on Selected Areas in Communications. – 2017. – Vol. 35, no.6. – P. 1201-1221. DOI: 10.1109/JSAC.2017.2692307.
2. Adebusola J.A. An Overview of 5G Technology / J. A. Adebusola, A. A. Ariyo, O. A. Elisha, A. M. Olubunmi, O. O. Julius // 2020 International Conference in Mathematics, Computer Engineering and Computer Science (ICMCECS). – 2020. – P. 1-4. DOI: 10.1109/ICMCECS47690.2020.240853.
3. D. J. C. MacKay and R. M. Neal, “Near Shannon limit performance of low density parity check codes,” Electron. Lett., vol. 32, no. 18, pp. 457–458, aug 1996.
4. Bae J. An overview of channel coding for 5G NR cellular communications / J. Bae & A. Abotabl, H. P. Lin, K. B. Song, J. Lee // APSIPA Transactions on Signal and Information Processing – 2019 – P. 1-14. Doi: 10.1017/ATSIP.2019.10.