

Ілля Пятін, к.т.н., доц., Юлій Бойко, д.т.н., проф.

## АДАПТИВНЕ УПРАВЛІННЯ ФОРМОЮ СИГНАЛЬНО-КОДОВОЇ КОНСТРУКЦІЇ У ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНОМУ КАНАЛІ З ПОЛЯРНИМИ КОДАМИ

У телекомунікаційних технологіях 5G (Fifth Generation, 5-го покоління) для доступу до радіозв'язку були введені дві нові схеми каналного кодування фізичного рівня для полярних кодів (polar) і кодів з низькою щільністю перевірок на парність (LDPC). Основна мета таких нововведень - заміна згорткових кодів і турбокодів [1], що використовувались у стандарті 4G (LTE). Існує три основні сценарії використання 5G: розширений широкосмуговий мобільний зв'язок (eMBB), наднадійний зв'язок з низькою затримкою (URLLC) і масовий зв'язок машинного типу (mMTC). Канальні коди 5G повинні підтримувати змінну швидкість і довжину коду як для керуючої інформації, так і призначених для користувача даних, а також гібридний автоматичний запит на повторення даних користувача. Тому **актуальною** є задача побудови полярного коду який включає в себе ідентифікацію значень надійності каналу пов'язаних з кожним бітом переданої інформації з урахуванням довжини коду і конкретного відношення сигнал/шум (SNR) [2].

**Постановка задачі.** Відома структура сигнально-кової конструкції (СКК). Необхідно знайти алгоритм адаптивного управління видом модуляції для формування ефективної СКК з полярним кодуванням в умовах складної заводої обстановки, що реалізується апаратно і програмно.

Для **розв'язання задачі** розглянемо полярні коди довжиною  $N$  з кодовою швидкістю  $R$ , що відповідають  $K=N \cdot R$  інформаційним бітам. Кодування полярних кодів 5G виконується за допомогою вхідної двійкової послідовності  $u$  кодера довжини  $N$ , для якої значення бітових положень  $N-K$  фіксовані. Вихідна двійкова послідовність  $x$  кодера довжини  $N$  генерується як  $x = uG_N = u(G_2)^{\otimes n}$ , де  $n = \log_2 N$ ,  $(G_2)^{\otimes n}$  позначає  $n$ -у ступінь матриці Кронекера  $G_2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}$ .

Сучасні телекомунікації часто вимагають знання відношення SNR в приймачі. Наприклад, оцінка SNR звичайно використовується в схемах управління потужністю мобільної передачі, обслуговування і адаптивної модуляції, а також процедури м'якого декодування.

На підставі результатів оцінки SNR рішення про те, який режим модуляції використати у СКК, приймається шляхом призначення порогів перемикання  $s_1, s_2, \dots, s_N$  режимів. Пороги перемикання отримані при обмеженні конкретного цільового значення ймовірності бітової помилки (BER).

Пропонується проводити перемикання режиму модуляції для схеми адаптивної модуляції з постійною потужністю. Використовували криву BER кожної складової режиму модуляції (рис. 1), щоб знайти значення SNR які задовольняють цільовим вимогам BER для кожного режиму модуляції та рівню перемикання.

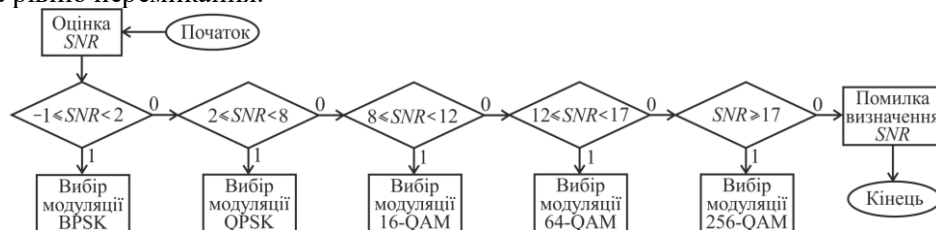


Рис. 1 – Алгоритм адаптивного вибору виду модуляції у телекомунікаційному каналі з полярними кодами

**Висновки.** Запропонований підхід до адаптивного управління формою СКК у телекомунікаційному каналі з полярними кодами зручний для ефективного управління декодуванням інформації в умовах звад.

### Література

1. Бойко Ю. М. Теоретичні аспекти підвищення завадостійкості й ефективності обробки сигналів в радіотехнічних пристроях та засобах телекомунікаційних систем за наявності завад : монографія / Ю. М. Бойко, В. А. Дружинін, С. В. Толюпа. – Київ : Логос, 2018. – 227 с.
2. Boiko J. Method of the adaptive decoding of self-orthogonal codes in telecommunication / J. Boiko, I. Pyatin, O. Eromenko, M. Stepanov // Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science. – 2020. - Vol. 19, No. 3 - pp. 1287-1296.