

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА»

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ
за матеріалами XI Всеукраїнської науково-практичної конференції
«ЕЛЕКТРОННІ ТА МЕХАТРОННІ СИСТЕМИ:
ТЕОРІЯ, ІННОВАЦІЇ, ПРАКТИКА»

18 грудня 2025 року



Полтава 2025

УДК 621.391

О.В. Шефер, д.т.н., професор,

Я.В. Шептун, аспірант

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

АДАПТИВНО-СТОХАСТИЧНІ ПІДХОДИ ДО ОПТИМІЗАЦІЇ ЦИФРОВИХ СИСТЕМ ЗВ'ЯЗКУ

Сучасні цифрові системи зв'язку функціонують в умовах зростання обсягів переданої інформації, ускладнення сигнально-завадової обстановки та підвищених вимог до якості обслуговування. Забезпечення високої пропускної здатності, надійності передавання та енергоефективності зумовлює необхідність удосконалення методів оптимізації цифрових систем зв'язку. У роботі розглянуто та проаналізовано детерміновані, стохастичні та адаптивні методи оптимізації, а також обґрунтовано доцільність їх комбінування для підвищення ефективності функціонування сучасних телекомунікаційних систем [1, 2].

Цифрові системи зв'язку є основою сучасних телекомунікаційних мереж, зокрема мобільних систем 5G/6G, супутникового та радіорелейного зв'язку, мереж Інтернету речей. Їх розвиток супроводжується підвищенням вимог до швидкості передавання даних, мінімізації затримок, зниження рівня помилок та енергоспоживання. Традиційні підходи до проектування і експлуатації цифрових систем не завжди забезпечують необхідні показники якості в умовах змінних параметрів каналу та нестабільного трафіку [3]. У зв'язку з цим актуальною є задача розробки та застосування ефективних методів оптимізації цифрових систем зв'язку.

Метою роботи є аналіз і удосконалення методів оптимізації цифрових систем зв'язку з урахуванням сучасних вимог до якості та ефективності передавання інформації.

Для досягнення поставленої мети сформульовано такі завдання:

- проаналізувати основні підходи до оптимізації цифрових систем зв'язку;
- дослідити можливості детермінованих і стохастичних методів оптимізації;
- розглянути адаптивні алгоритми як основу підвищення ефективності систем зв'язку;
- оцінити переваги комбінованих методів оптимізації.

Детерміновані методи оптимізації базуються на відомих або заздалегідь оцінених параметрах каналу зв'язку, сигнально-завадової обстановки та характеристиках передаваних сигналів. Вони характеризуються відносною простотою реалізації та стабільністю

результатів за незмінних умов, однак їх ефективність знижується при динамічних змінах параметрів середовища [4].

Стохастичні методи враховують випадковий характер завад, шумів і флуктуацій параметрів каналу. Такі підходи дозволяють більш адекватно описувати реальні умови функціонування цифрових систем зв'язку, проте потребують значних обчислювальних ресурсів і складних математичних моделей.

Адаптивні методи оптимізації забезпечують динамічну зміну параметрів системи зв'язку залежно від поточного стану каналу, рівня завад і вимог до якості обслуговування. До таких методів належать адаптивна модуляція і кодування, керування потужністю передавання, адаптивна фільтрація та алгоритми оцінювання параметрів каналу.

Аналіз показує, що найбільшу ефективність у сучасних цифрових системах зв'язку забезпечують комбіновані методи оптимізації, які поєднують детерміновані та адаптивні підходи. Такі методи дозволяють досягти компромісу між складністю реалізації, енергоефективністю та якістю передавання інформації. Використання адаптивних алгоритмів сприяє зниженню ймовірності помилок, підвищенню пропускну здатності та стабільності роботи систем зв'язку в умовах змінного каналу.

Запропоновані підходи до оптимізації цифрових систем зв'язку можуть бути використані:

- при проєктуванні та модернізації телекомунікаційних систем;
- у мобільних і бездротових мережах нового покоління;
- у системах передачі даних з обмеженими енергетичними ресурсами;
- для підвищення завадостійкості та надійності цифрових каналів зв'язку.

Оптимізація цифрових систем зв'язку є ключовим напрямом підвищення їх ефективності та надійності. Адаптивні та комбіновані методи оптимізації дозволяють забезпечити високі показники якості передавання інформації в умовах динамічної сигнально-завадової обстановки та обмежених ресурсів. Подальші дослідження доцільно спрямувати на розвиток інтелектуальних методів оптимізації із застосуванням машинного навчання.

ЛІТЕРАТУРА:

1. *Стеклов В. К., Беркман Л. Н. Телекомунікаційні мережі: підручник.* – Київ: Техніка, 2018. – 432 с.
2. *Прокіс Дж. Цифровий зв'язок.* – Київ: Видавництво НТУУ «КПІ», 2016. – 620 с.
3. *Sklar B. Digital Communications: Fundamentals and Applications.* – 2nd ed. – Upper Saddle River: Prentice Hall, 2001. – 1079 p.

4. *Goldsmith A. Wireless Communications. – Cambridge: Cambridge University Press, 2005. – 644 p.*

ADAPTIVE–STOCHASTIC APPROACHES TO THE OPTIMIZATION OF DIGITAL COMMUNICATION SYSTEMS

O. Shefer, Doctor of Science, professor,

Ya.V. Sheptun, postgraduate

National University “Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic”