

## **КООПЕРАТИВНА РЕТРАНСЛЯЦІЯ НА ОСНОВІ АДАПТИВНОГО ДЕКОДУВАННЯ**

**Урніш В. С., Кравчук С. О.**

*Інститут телекомунікаційних систем КПІ ім. І. Сікорського, Україна*

*E-mail: tmverauro@gmail.com*

### **COOPERATIVE RELAY BASED ON ADAPTIVE DECODING**

This paper will consider the adaptive decode-and-forward protocol. Options for constructing a simple and complex decode-and-forward protocol are considered. The purpose of this protocol is to minimize the reception of messages with errors.

Метою даної роботи є представлення адаптивного протоколу декодування та передачі. Розглядаються варіанти побудови простого та складного протоколу передачі. Які дозволяють мінімізувати отримання помилкових повідомлень.

На даний час спостерігається неспинне зростання трафіку передачі даних і вагома його частина, особливо в системах абонентського доступу, припадає на безпроводові системи. Усе більше користувацької інформації передається за допомогою безпроводових каналів, які знаходяться в одному частотному діапазоні. Збільшення навантаження на канали передачі підвищує рівень завад, що, у свою чергу, призводить до збільшення втрат поширення сигналу на радіотрасі. Підвищення завадостійкості каналу передачі зменшує вірогідність бітової помилки, що забезпечує безпосереднє підвищення якості прийнятого сигналу. Для цього доцільним рішенням є використання спеціальних протоколів та алгоритмів щодо забезпечення завадостійкої передачі даних [1-6], зокрема, протоколу простого адаптивного декодування та передачі.

Метою даної роботи є представлення адаптивного протоколу декодування та передачі. Розглядаються варіанти побудови простого та складного протоколу передачі. Які дозволяють мінімізувати отримання помилкових повідомлень.

В останній час з'явилася концепція так званої кооперативної ретрансляції. Вона дозволяє поєднати сигнали передачі від усіх ретрансляторів на цільовому приймачі, що підвищує просторове різноманіття радіорелейних систем. Принцип дії такої схеми можна представити таким чином: робоча радіолінія між двома бездротовими терміналами (джерело і цільової приймач), в якийсь момент часу погіршується настільки, що коефіцієнт бітових помилок переданих даних досягає свого гранично допустимого значення. При традиційній ретрансляційній системі для якісної передачі інформації від джерела до приймача формується обхідна радіолінія через допоміжний термінал-ретранслятор. Але більшість схем кооперації страждають від таких недоліків,

як потреба у каналі зворотного зв'язку, доступність інформації про стан каналу на передавачах, у порівнянні зі звичайною ретрансляцією збільшення загальної кількості передавальних вузлів або погіршення коефіцієнта бітових помилок та ін.

Мають місце два варіанти побудови адаптивного протоколу декодування-та-передачі: простий та складний.

Простий адаптивний протокол декодування-та-передачі (AdDF): джерело  $S$  надсилає інформацію безпосередньо і одночасно через ретранслятор  $R$  до цільового приймача  $D$  (рис. 1, а). Встановлення зв'язку відбувається у дві фази, що обумовлено нездатністю ретранслятора одночасно передавати та приймати на одній частоті.

В першій фазі джерело  $S$  передає свою інформацію. При цьому і ретранслятор, і цільовий приймач отримують однакові версії цього сигналу з шумом. Виходячи з аналізу якості прийнятого сигналу, ретранслятор приймає рішення чи проводити декодування-та-передачу, чи ні. Для сигналу достатньої енергетики він декодує і передає, у іншому випадку утримується від цього. Рішення може бути реалізоване, наприклад, шляхом циклічної перевірки на надмірність CRC (cyclic redundancy check) або за допомогою простого порогу відношення сигнал/шум SNR.

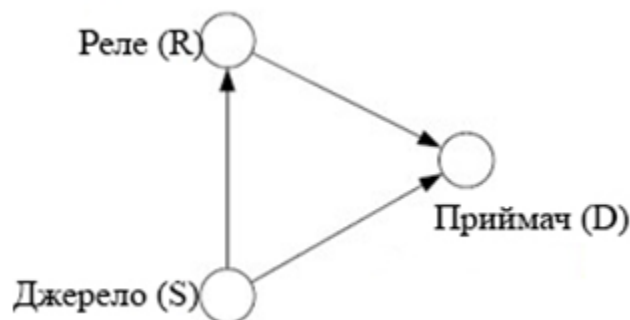


Рис. 1. Симетрична конфігурації безпроводової мережі із кооперативною ретрансляцією.

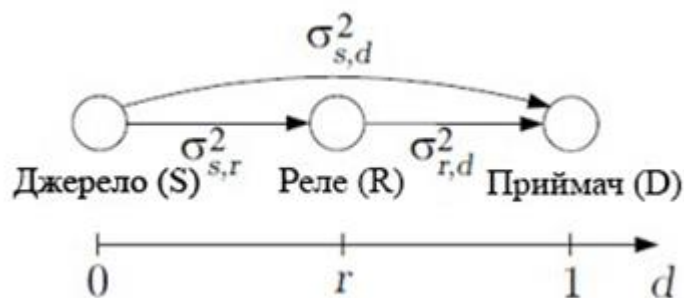


Рис. 2. Асиметрична конфігурація безпроводової мережі із кооперативною ретрансляцією.

На другій фазі, якщо ретранслятор вирішив передавати, він знову відправляє, прийнятий від джерела, сигнал до цільового приймача. Останній обробляє разом цю отриману версію сигналу із збереженими зразками посилянь, які він раніше отримав від джерела. В іншому випадку, тобто якщо ретранслятор вирішив не декодувати сигнал від джерела, то він не виконує передачі. Цільовий приймач виявляє цей випадок на основі відсутності достатньої потужності сигналу, і для демодуляції йому потрібно покладатися на зразки, збережені у фазі 1.

Такий протокол забезпечує досягнення просторового розмаїття, оскільки при хороших умовах каналу ретранслятор часто декодує та передає копії вихідної інформації по некорельованому каналу до цільового приймача. Одночасно отримується вигода від зменшення втрат на шляху: ретрансляційна станція, розташована між джерелом і цільовим приймачем, буде приймати повідомлення, що передаються джерелом, набагато надійніше, ніж цільовий приймач, і, в свою чергу, їй потрібно використовувати значно меншу потужність передачі, щоб "дістати" до цільового приймача.

Складний адаптивний протокол декодування-та-передачі (AdDF): такий протокол відрізняється від простого протоколу AdDF для того випадку, коли ретранслятор прийняв рішення не передавати повідомлення. Складний протокол запобігає виникненню "тиші", змушуючи джерело повторити своє повідомлення. Очевидно, що виграш від стандартного повторного кодування відбувається за рахунок підвищеної складності, оскільки джерело повинно мати інформацію про стан декодування ретранслятору.

### Література

1. J. N. Laneman, D. N. C. Tse, and G. W. Wornell, Cooperative Diversity in Wireless Networks: Efficient Protocols and Outage Behavior, IEEE Trans. Inform. Theory, Apr. 2003, (accepted for publication).
2. M. Dohler, A. Gkelias, and H. Aghvami, 2-Hop Distributed MIMO Communication System, IEEE Electronics Letters, June 2003.
3. E. Zimmermann, P. Herhold, and G. Fettweis, On the Performance of Cooperative Diversity Protocols in Practical Wireless Systems, in Proc. 58th IEEE Vehic. Technol. Conf., Orlando, FL, Oct. 2003.
4. P. Herhold, A Simple Cooperative Extension to Wireless Relaying- Appendix, Feb. 2004.
5. S. M. Alamouti, A Simple Transmit Diversity Technique for Wireless Communications, IEEE J. Select. Areas Comm., vol. 16, no. 8, pp. 1451-1458, Oct. 1998.
6. John G. Proakis, Digital Communications, McGraw-Hill International Editions, 4th edition, 2002.