

Одним із рішень задачі збільшення пропускнуої здатності БСМ є використання мережного кодування. Основний принцип мережного кодування полягає в тому, що проміжний вузол об'єднує декілька прийнятих пакетів і передає їх наступним вузлам мережі[3]. Розглянемо принцип мережного кодування на прикладі обміну пакетами в безпроводній мережі з трьома вузлами. Нехай вузли А, В обмінюються повідомленнями X_1 X_2 через вузол (ретранслятор) С (Рис. 2). Для безпроводної мережі без кодування протокол передачі має алгоритм, представлений на рис. 3 та вигляд, представлений на рис. 4.

- t1 $X_1 : A \rightarrow C$;
- t2 $X_2 : B \rightarrow C$;
- t3 $X_3 : C \rightarrow A$;
- t4 $X_4 : C \rightarrow B$.

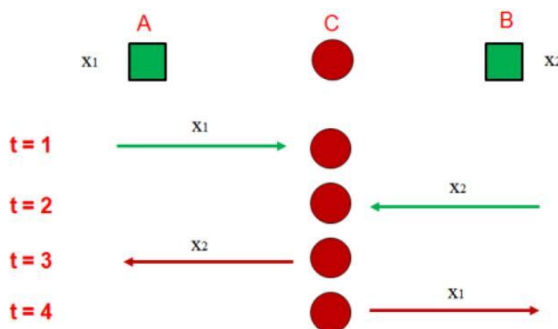


Рис. 3. Алгоритм передачі без кодування.

Рис. 4. Модель передачі без кодування.

Отже, для обміну повідомленнями в мережі без кодування між вузлами А і В необхідно чотири кадри.

При використанні мережного кодування ретранслятор зберігає пакети і утворює їх лінійні комбінації. В даному випадку протокол передачі буде мати алгоритм, як показано на рис. 5 і модель передачі, як показано на рис. 6.

- t1 $X_1 : A \rightarrow C$;
- t2 $X_2 : B \rightarrow C$;
- t3: $X_1 \oplus X_2$ $C \rightarrow A$; $C \rightarrow B$.
- $X_2 = (X_1 \oplus X_2) \oplus X_1$;
- $X_1 = (X_1 \oplus X_2) \oplus X_2$.

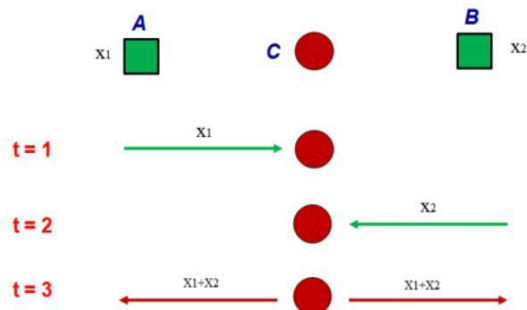


Рис. 5. Алгоритм мережного кодування.

Рис. 6. Модель передачі з мережним кодуванням.

В кадрі 3 вузол С формує суму прийнятих пакетів за модулем 2 і передає пакет $X_1 \oplus X_2$ (рис. 6). Вузли А і В приймають цей пакет і обчислюють необхідні пакети, як показано на рис. 5.

При мережному кодуванні кожний вихідний пакет, що передається по мережі, є лінійною комбінацією отриманих пакетів, де операція додавання виконується над полем $GF(2^S)$ [4]:

$$X = \sum_{i=1}^n g_i * H^i$$

де H^i – вихідні пакети одного або декількох джерел інформації; g_i – коефіцієнти поля $\mathbf{GF}(2^S)$, g_i символ складається із s бітів.

Для того, щоб відновити закодовані пакети $(g_1, H^1), \dots, (g_m, H^m)$, необхідно розв'язати систему m рівнянь:

$$\langle X_j = \sum_{i=1}^n g_i^j * H^i \rangle, j = \{1, \dots, m\}$$

в якій H^i є невідомими. Для розв'язання системи m рівнянь з n невідомими необхідно, щоб $m \geq n$. Однією з важливих задач при використанні мережного кодування є вибір кожним вузлом мережі лінійних комбінацій. Найпростіший алгоритм – кожний вузол довільно, незалежно і децентралізовано, з рівною ймовірністю вибирає елементи поля $\mathbf{GF}(2^S)$ [5].

Отже, враховуючи вище сказане, при використанні мережного кодування для обміну повідомленнями між вузлами **A** і **B** необхідно 3 кадри. Використання мережного кодування дозволяє збільшити пропускну здатність та підвищити надійність мережі [6].

Література

1. Міночкін А.І., Романюк В.А., Жук О.В. Перспективи розвитку сенсорних мереж // Зв'язок. – 2008. – № 1. – С. 16 – 21.
2. Akyildiz I. F., Vuran M. C. Wireless Sensor Networks, New York: John Wiley & Sons, 2010. – 571 p.
3. Shengli Z., Liew S. C., Lam, P. P. Physical layer network coding. arXiv preprint arXiv:0704.2475, 2007.
4. Николайчук Я.Н., Коды поля Галуа: теория і використання /Монографія/ – Тернопіль: ТЗОО «Тернограф», - 2012. – 576 с.
5. Fragouli C., Le Boudec J. Y., Widmer J. Network coding: an instant primer //ACM SIGCOMM Computer Communication Review. – 2006. – Т. 36. – №. 1. – pp. 63-68.
6. Fragouli C., Soljanin E. Information flow decomposition for network coding. Information Theory, IEEE Transactions on 52 (3), 2006. – pp. 829-848.