

**АСИМПТОТИЧНИЙ АНАЛІЗ ПРОТОКОЛУ ВИПАДКОВОГО
МНОЖИННОГО ДОСТУПУ «НЕНАПОЛЕГЛИВИЙ МДКН-ВК» ПРИ
РОЗВ'ЯЗАННІ ПАРНИХ КОНФЛІКТІВ НА ФІЗИЧНОМУ РІВНІ**

Полякова А.С., Сбоєв Р.Ю., Єрохін В.Ф.

Інститут спеціального зв'язку та захисту інформації

КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна

E-mails: polnastasya@gmail.com, roman.sboyev@gmail.com, stddssss@gmail.com

**Asymptotic analysis of the random multiple access protocol "Nonpersistent
CSMA-CD" with pairwise conflicts resolving at the physical layer**

There is described analysis of random multiple access protocol with carrier sense and collision detection (CSMA-CD) with pairwise conflicts resolving at the physical layer.

Наводиться аналіз протоколу випадкового множинного доступу з контролем несівної та виявленням конфліктів (МДКН-ВК) при розв'язанні парних конфліктів на фізичному рівні.

У сучасному суспільстві поширене застосування знайшли телекомунікаційні мережі з можливістю використання спільного каналу (каналів) зв'язку деякою множиною абонентів. При цьому вважається, що абоненти займають каналний ресурс епізодично, випадковим чином і взаємно незалежні, або ж ця залежність ґрунтується на спостереженні за станом каналу і є недетермінованою.

Зрозуміло, що якщо будь-яка система дозволяє використовувати спільні обмежені ресурси децентралізовано, то в ній неминуче виникають зіткнення і повторні передачі. В теорії обробки сигналів на теперішній час створена теорія багатокористувацького детектування [1]. В цій теорії стверджується, що за деяких додаткових умов можна успішно демодулювати корисний цифровий сигнал в умовах адитивного впливу подібних йому завад. Тобто, існує

можливість реалізації процедур успішного розв'язання конфліктів безпосередньо в демодуляторах приймальних пристроїв (згідно термінології семирівневої моделі взаємодії відкритих систем – на фізичному рівні).

В даній роботі пропонуються результати аналізу пропускної спроможності протоколу випадкового множинного доступу (ВМД) МДКН-ВК за додаткових умов - можливості розв'язання парних конфліктів на фізичному рівні та заборони обслуговування поодиноких заявок.

При цьому був застосований асимптотичний підхід у теорії масового обслуговування [2], який відіграє важливу роль при дослідженні різних математичних моделей, в тому числі таких, якими описується функціонування різних типів систем зв'язку з ВМД. Тут слід розуміти, що точні формули для рішень вдається отримати, як правило, лише у виняткових ситуаціях, що характеризуються накладенням обмежень на статистичну природу досліджуваних процесів. Однак часто, застосовуючи асимптотичні методи, можна отримати наближене рішення задачі при досить широких припущеннях щодо статистики потоку на вході та обслуговування навіть за відсутності «зручного» виду відповідних розподілів [2].

Було побудовано математичну модель відповідної системи масового обслуговування, у якій вимоги найпростішого потоку з параметром λ надходять в систему обслуговування з трьома обслуговуючими приладами на першому етапі з інтенсивностями μ_1 і трьома – на другому етапі з інтенсивностями μ_2 .

Одержана відповідна система різницевих рівнянь досліджуваного процесу. Тут i - кількість заявок в джерелі повторних викликів (ДПВ), v - стан процесу.

Позначаючи $P_v(i) \triangleq P(t, i, v) \triangleq P(i(t) = i, v(t) = v)$, маємо:

$$\left\{ \begin{array}{l} P(t + \Delta t, i, 0) = [1 - (\lambda + i\sigma)\Delta t]P(t, i, 0) + \mu_2\Delta tP(t, i, 4) + 3\mu_1\Delta tP(t, i - 3, 3); \\ P(t + \Delta t, i, 1) = [1 - (\lambda + i\sigma)\Delta t]P(t, i, 1) + \lambda\Delta tP(t, i, 0) + (i + 1)\sigma\Delta tP(t, i + 1, 0); \\ P(t + \Delta t, i, 2) = [1 - (\lambda + 2\mu_1 + i\sigma)\Delta t]P(t, i, 2) + \lambda\Delta tP(t, i, 1) + (i + 1)\sigma\Delta tP(t, i + 1, 1); \\ P(t + \Delta t, i, 3) = [1 - (\lambda + 3\mu_1)\Delta t]P(t, i, 3) + \lambda\Delta tP(t, i, 2) + (i + 1)\sigma\Delta tP(t, i + 1, 2) + \\ + \lambda\Delta tP(t, i - 1, 3); \\ P(t + \Delta t, i, 4) = [1 - (\lambda + \mu_2)\Delta t]P(t, i, 4) + 2\mu_2\Delta tP(t, i, 5) + \lambda\Delta tP(t, i - 1, 4); \\ P(t + \Delta t, i, 5) = [1 - (\lambda + 2\mu_2)\Delta t]P(t, i, 5) + 2\mu_1\Delta tP(t, i, 2) + \lambda\Delta tP(t, i - 1, 5). \end{array} \right.$$

Якщо на першому етапі надходить більше двох заявок, то наступні спрямовуються безпосередньо в ДПВ, де можуть зберігатися необмежений час, породжуючи потік повторних викликів з інтенсивністю $i\sigma = x$.

На основі даної моделі отримано співвідношення для обслуженого навантаження та пропускної спроможності протоколу МДКН-ВК при розв'язанні парних конфліктів та забороні обробки поодиноких заявок. В результаті аналізу одержано рівняння стаціонарності у вигляді:

$$z^2\xi - z(9k\xi - 12k^2 + 9k^2\xi + 2\xi^2) + \xi^3 + 9k\xi^2 + 9k^2\xi^2 = 0.$$

Тут використано позначення: $\xi \triangleq \frac{\lambda}{\mu_2}$, $z \triangleq \frac{x}{\mu_2}$, $k \triangleq \frac{\mu_1}{\mu_2}$.

В доповіді наводиться графік залежності обслуженого навантаження як функції відношення k інтенсивностей обслуговування на першому та другому етапах. Зокрема, виявлено, що пропускна спроможність даного протоколу підвищується не менш ніж в 1,25 рази в порівнянні з протоколом МДКН-ВК, що не нехтує обробкою поодиноких заявок на другому етапі.

Література

1. Verdu S. Multiuser Detection. Cambridge: Cambridge University Press, 1998, 474р.
2. Назаров А. А. Асимптотический анализ марковизированных систем. Томск: Издательство Томского университета, 1991.