УДК 681.3.06

В.І. Гура, Г.А. Гундерич, В.І. Захаров, О.О. Скопа

МОДЕЛЬ СИСТЕМНОЇ ПОВЕДІНКИ БЕЗДРОТОВОЇ ЛОКАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ У ВИГЛЯДІ ЛАНЦЮГА МАРКОВА З ДИСКРЕТНИМ ЦІЛОЧИСЕЛЬНИМ ЧАСОМ

Предметом дослідження і моделювання є бездротова локальна мережа, що складається з N станцій, в чергу кожній з яких поступає пуасонівський потік пакетів з однаковою інтенсивністю λ і однаковим розподілом $D(l_j)$ довжин пакетів l_j. Принцип роботи станцій мережі – розподілений режим управління DCF. Допущення: передбачається, що черга пакетів станції може містити не більше B пакетів, межі L і N_s дорівнюють m і однакові для всіх станцій, а час розповсюдження сигналу нехтовно малий.

Основна мета моделювання – знайти системний показник, який дозволить визначити середнє значення часу обслуговування пакету T, відлічуваного від моменту надходження пакету в порожню чергу даної станції, або від моменту закінчення обслуговування попереднього пакету з цієї черги, і до моменту отримання підтвердження АСК, або закінчення інтервалу EIFS після останньої невдалої спроби передачі, тобто у разі втрати пакету.

Пакети, передача яких починається у момент надходження, назвемо переданими асинхронно, а всі інші – переданими синхронно. Асинхронна передача має місце, якщо у момент приходу пакету станція була в стані простою, а канал був вільний протягом часу, як мінімум, DIFS або EIFS. Таким чином, асинхронна передача відбувається тільки за відсутності синхронних передач інших станцій, а оскільки $\lambda N\sigma \ll 1$, то можна вважати, що за час одного слота затримки в мережі може відбутися не більше однієї асинхронної передачі. Отже, асинхронна передача завжди успішна.

Для оцінки часу T будуємо модель системної поведінки станції у вигляді ланцюга Маркова з дискретним цілочисельним часом, одиницею якого є віртуальний слот – проміжок часу між послідовною зміною лічильника затримки у кожної станції, що не знаходиться в стані простою.

У досліджуваній моделі використовуємо: $b(t)$ – стохастичний процес зміни лічильника затримки для даної станції, часи t і t+1 відповідають початку двох послідовних віртуальних слотів, причому вважаємо, що станція передає, коли $b(t)$=0. У той же час враховуємо, що $s(t)$ – стохастичний процес зміни стадії затримки 0, ..., m, розширений значенням –1 для ситуації, коли в черзі немає пакету.

Виходячи з прийнятої моделі, вище зазначені періоди часу не мають прямої відповідності реальному часу, і віртуальні слоти неоднорідні.

У досліджуваній моделі лічильник затримки «заморожується», якщо станція помічає передачу іншої станції. Тому реальний час, що пройшов між t та t+1, більше слота затримки σ за наявності передачі іншої станції. Таким чином, маємо і досліджуємо 3 види віртуальних слотів:

а) «порожній» слот – під час нього жодна станція не вела передачу;

б) «успішний» слот – коли одна і лише одна станція вела передачу;

в) «колізійний» слот – під час нього відбулася колізія.

У моделі двовимірний процес {*s(t)*, *b(t)*} описаний ланцюгом Маркова. Стану простою станції відповідає стан (–1, 0). Стани, коли станція не має пакету для передачі, але виконує процедуру затримки після вдалої передачі або відмови – це (–1, l, ... W_0–l). Нарешті, стани, коли станція має пакет і виконує процедуру затримки – це вся решта (i, k), де k=0, ... W_i–l) характеризує значення лічильника затримки, а i=0, ..., m – стадію затримки.

Як результат, в доповіді показується, що задача вирішується, коли зміна черги синхронного обслуговування описується процесом її породження/розсмокутування, стаціонарна ймовірність стану i якого дорівнює $\pi_i = \pi_0 \lambda_0 T_S^l \lambda^{l-1}$, де i = 1, ..., B, а $\lambda_0 = (1 - p_a)\lambda$. Інші змінні – класичні для теорії ймовірностей та теорії інформаційно-комунікаційних мереж. Таким чином, ймовірність спустошення черги після завершення синхронного обслуговування дорівнює $P_0 = \dfrac{\pi_1}{1-\pi_0}$, а так як $\pi_0 = \dfrac{1}{1 + (1-p_a)\sum_{i=1}^{B} (\lambda T_S)^i}$, то

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{i=1}^{B} (\lambda T_S)^{i-1}} = \frac{1 - \lambda T_S}{1 - (\lambda T)^B}.$$

Література

1. Баранов А.В. Разработка аналитических методов оценки производительности беспроводных локальных сетей на базе протокола IEEE 802.11 // [Электронный ресурс]: Дис. ... канд. техн. наук: 05.13.13. – М.: РГБ, 2005 (Из фондов Российской Государственной Библиотеки).