

## ОЦІНЮВАННЯ ХАРАКТЕРИСТИК САМОПОДІБНОГО МУЛЬТИСЕРВІСНОГО ТРАФІКУ

**В.В. Воротніков, О.С. Бойченко, І.В. Гуменюк**

*Житомирський військовий інститут імені С.П. Корольова, Україна*

*E-mail: ig\_gum@ukr.net*

### **Performance evaluation self-similar multi traffic**

This paper presents an improved method of finding the basic characteristics of the multiservice network and the study of multiservice traffic self-similarity. Shown the ability to carry out forecasting of the main characteristics of multi-service traffic based on the self-similar properties that will allow to increase the reliability and efficiency of the network.

### **Постановка проблеми**

Швидкий розвиток інформаційно-телекомунікаційних мереж (ІТС) та широке застосування систем зв'язку спричинило зростання уваги до питань оцінювання якості та надійності роботи таких систем. Задачі аналізу трафіку ІТС набули значного поширення в вирішенні проблем забезпечення якості проводового та безпроводового зв'язку, безвідмовної роботи інформаційних ресурсів, інформаційного пошуку. Ефективність функціонування даних мереж, значною мірою, визначається тимчасовими затримками при передачі даних між вузлами мережі. Мінімізація затримок в мережах з різномірним мультисервісним трафіком забезпечується на етапі проектування з використанням математичних моделей масового обслуговування з різномірним потоком заявок. Прогнозування завантаження мережі дозволяє забезпечити надійність роботи, раціональне використання ресурсів мережі, ефективно використання обладнання. Інформаційні системи аналізу та прогнозування трафіку показують на практиці свою ефективність, але модернізація комп'ютерних мереж вимагає нових підходів до моделювання, аналізу та прогнозування трафіку ІТС [1].

Саме тому **метою** даної роботи є вдосконалення процесу аналізу та прогнозування трафіку ІТС для підвищення ефективності та якості обслуговування мережі.

### **Виклад основного матеріалу**

Численні дослідження процесів в мультисервісних мережах показали, що статистичні характеристики трафіку мають властивість тимчасової фрактальності (самоподібності). Оцінювання ймовірно-часових характеристик та властивостей самоподібності мультисервісного трафіку мережі необхідно провести в декілька етапів.

**Етап 1.** На етапі проектування топології безпроводової мережі пропонується провести визначення структури мережі, що проектуємо та скласти матрицю переходу станів. Неоднорідність трафіку даної мережі полягає

в передачі пакетів декількох типів: аудіо- і відеопотоку, службової інформації (телеметрії), тощо, до яких пред'являються різні вимоги. Ці вимоги формуються у вигляді обмежень на час доставки пакетів різних типів [2].

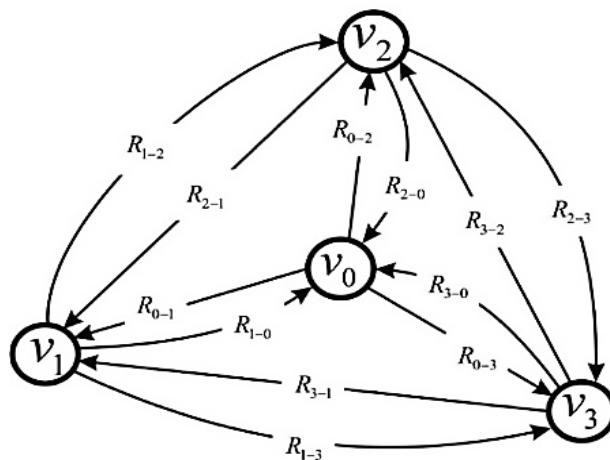


Рис. 1. Граф переходів безпроводової повітряної мережі.

Будь-яку мережу можна представити у вигляді графу переходів. Під станами в даному випадку вважатимемо окремих вузол з відповідною кількістю каналів для передачі та прийому інформації. Орієнтовні дуги (рис. 1б) показують перехід обслугованого пакету з одного вузла в інший для продовження обслуговування.

**Етап 2.** На етапі визначення інформаційного обміну між вузлами безпроводової повітряної мережі визначаються характеристики інформаційного обміну для кожного вузла. Результатом виконання цього етапу є формування векторів, які характеризують процес обміну інформації (обслуговування пакетів):

$g[V]$  - вектор інтенсивності надходження пакетів до вузлів мережі;

$n[V]$  - вектор числа каналів для обслуговування пакетів у вузлах мережі;

$\mu[V]$  - вектор інтенсивності обслуговування пакетів у вузлах мережі.

**Етап 3.** На етапі рішення системи диференціальних рівнянь стану безпроводової повітряної мережі складається квадратна матриця, яка визначає переходи між станами мережі. Для складання системи диференціальних рівнянь та знаходження відповідних ймовірнісних характеристик необхідно знайти інтенсивності потоків пакетів у вузлах мережі.

**Етап 4.** Розрахунок ймовірнісно-часових характеристик мультисервісного трафіку мережі. Виходячи із теорії масового обслуговування та теорії черг, пропонується визначити наступні характеристики мережі:

1. Вектор завантаженості каналів обслуговування у вузлах –  $p_i = \frac{\lambda_i}{n_i \mu_i}$ , де

$\lambda_i$  - вектор інтенсивності потоків пакетів у вузлах мережі,  $n_i$  - вектор числа каналів для обслуговування пакетів у вузлах мережі,  $\mu_i$  - вектор інтенсивності обслуговування пакетів у вузлах мережі.

2. Вектор ймовірностей (канали у вузлах мережі вільні) –

$$P_{(0)_i} = \left( \sum_{k=1}^{n_i} \frac{(n_i p_i)^k}{k!} + \frac{(n_i p_i)^{n_i}}{n_i! (1 - p_i)} \right)^{-1}.$$

3. Середня кількість пакетів в черзі в  $i$ -му вузлі –  $\bar{K}_i = P_{(0)_i} \frac{(p_i n_i)^{n_i+1}}{n_i n_i! (1 - p_i)^2}$ .

4. Середній час очікування в черзі в  $i$ -му вузлі –  $\bar{T}_i = P_{(0)_i} \frac{(p_i n_i)^{n_i+1}}{n_i \mu_i n_i! (1 - p_i)^2}$ .

5. Середнє число зайнятих каналів в  $i$ -му вузлі –  $\bar{K}_{(зк)_i} = \frac{\lambda_i}{\mu_i}$ .

6. Середнє число пакетів в  $i$ -му вузлі –  $\bar{N}_{(нак)_i} = \bar{K}_{(зк)_i} + \bar{K}_i$ .

7. Середній час обслуговування пакету мережею –  $\bar{T}_{мереж} = \sum_{i=1}^N \frac{\lambda_i}{\sum_{i=1}^N g_i} \bar{T}_i$  [3].

**Етап 5.** Оцінювання фрактальних властивостей мережевого трафіку.

При дослідженні таких процесів, як поведінка телекомунікаційного трафіку може бути використано показник Херста, що дозволяє визначити хаотичність або стохастичність аналізованого процесу. У класичному виді показник розраховується із співвідношення  $\frac{R}{S} = (\alpha \cdot T)^H$ , де  $R$  – максимальний розмах сукупності;  $S$  – середньоквадратичне відхилення;  $T$  – час спостережень (чи об'єм вибірки),  $\alpha$  – деяка постійна;  $H$  – показник Херста.

*Висновки.* Для даної топології моделі мережі притаманні всі характерні особливості телекомунікаційного трафіку інтегрованої мережі з комутацією пакетів, в тому числі його неоднорідність, самоподібність і масштабна інваріантність.

Враховуючи, що трафік є самоподібним, то для даної мережі можливо прогнозувати його поведінку на основі розрахованих характеристик. Це дозволить збалансувати навантаження на маршрутизатори і канали зв'язку та, таким чином, підвищити надійність і ефективність роботи мережі.

### Література

1. Дронюк І.М. Аналіз трафіку комп'ютерної мережі на основі / І. М. Дронюк, О. Ю. Федевич // Науковий вісник НЛТУ України. – 2015. – № 25.5. – С. 301–307.
2. Можаяев О.О. Методи керування трафіком в мультисервісних мережах / О. О. Можаяев, В. В. Казімірова, М. О. Можаяев // Технология приборостроения. – Х. : ХУПС, 2013. – № 1. – С. 21–24.
3. Бойченко О.С. Методика знаходження основних характеристик перспективних АСУ підрозділів на базі бездротових інформаційно-комунікаційних мереж із динамічно змінюваною топологією / О. С. Бойченко, В. В. Воротніков, М. І. Сичевський // Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України: зб. наук.-техн. праць. – Львів: редакційно-видавничий відділ Національного лісотехнічного університету України, 2012. – Вип. 22.1. – С. 366–373.