

ПОБУДОВА ЧЕРГИ ПРИ САМОПОДІБНОМУ ТРАФІКУ

к.т.н. Г.А. Кучук

(подав д.т.н., проф. А.В. Корольов)

Розглянуто підходи до моделювання черг АТМ-чарунок трафіку, який має властивості самоподібності.

Вступ. Швидкі темпи розвитку нових інформаційних і телекомунікаційних технологій, використання середовищ з високими швидкостями передачі і малими ймовірностями помилки, різке збільшення немовного трафіку призвели до створення інформаційно-управляючих систем, телекомунікаційне середовище яких припускає широкосмужну пакетну комутацію. При цьому необхідне проведення попередньої оцінки рівня вимог до основних параметрів мережі, у першу чергу до продуктивності центрів комутації і необхідної швидкості передачі цифрових трактів зв'язку, що дозволить установити відповідність між попитом, ємністю і пропускнуою здатністю та дасть відповідь на питання про можливість надання того або іншого виду послуг. А це можливо при створенні моделі процесу, найбільш адекватної до реальних умов. При моделюванні обов'язкове проведення повного аналізу черг, що виникають у вузлах комутації, які визначаються поточним мережним трафіком. **Аналіз літератури** [1 – 2], показав, що при моделюванні застосовується класичний підхід, що базується на марковості процесу. Однак характер трафіку в сучасних мережах, наприклад при використанні АТМ-технологій, найчастіше є фрактальним із властивостями самоподібності [3]. Тому **метою даної статті** є моделювання черги при мережному трафіку, що має властивості самоподібності.

Основна частина. Для аналізу черги, що утворюється при самоподібному трафіку, скористаємося ФБД-моделлю, яка описана в [4], з показником Херста $\lambda \in [0,5; 1)$ і трафіком $N(t)$ на інтервалі часу $(0, t)$. Тоді з [5]:

$$N(t) = \mu_n \cdot t + \sqrt{\mu_n \cdot \beta} \cdot Z_t,$$

де μ_n – середня інтенсивність надходжень; β – коефіцієнт зміни; Z_t – випадкова величина, яка будується згідно з [4].

У типовому центрі комутації, що має вхідний буфер B розміром n_B АТМ-чарунок, з інтенсивністю обслуговування μ розподіл довжини черги Q можна апроксимувати за допомогою розподілу Вейбулла [3]:

$$P(Q > x) = \exp\left(-\left(\frac{\mu - \mu_{\text{п}}}{2k^2 \cdot \beta \cdot \mu_{\text{п}}}\right) \cdot x^{2-2\alpha}\right) + O(\mu), \quad (1)$$

де $k = \alpha^\alpha (1 - \alpha)^{1-\alpha}$.

Використовуючи теорему Бахадура-Рао [6], з (1) одержимо розподіл довжини черги для фіксованого джерела трафіку з індексом і:

$$P(Q^{(i)} > x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\xi_i\eta_i}} \exp\left(-\frac{(\mu - \mu_{\text{п}})^{2\alpha}}{2k^2 \cdot \beta \cdot \mu_{\text{п}}} \cdot x^{2-2\alpha}\right), \quad (2)$$

де $\xi_i = (n_{\text{в}} + t(\mu - \mu_{\text{п}})) / (\beta \cdot \mu_{\text{п}} \cdot t^{2\alpha})$; $\eta_i = \beta \cdot \mu_{\text{п}} \cdot t^{2\alpha}$.

Для прикладу розглянемо канал із пропускною здатністю 160 Мб/с з фіксованим середньоквадратичним відхиленням в одnoseкундному інтервалі, що дорівнює 5 Мб/с, при 80%-му завантаженні ($\mu_{\text{п}} = 128$ Мб/с). Застосування відповідної моделі [4] дозволило визначити характер залежності ймовірності втрат АТМ-чарунок від довжини черги при різних фіксованих показниках Херста (рис. 1).

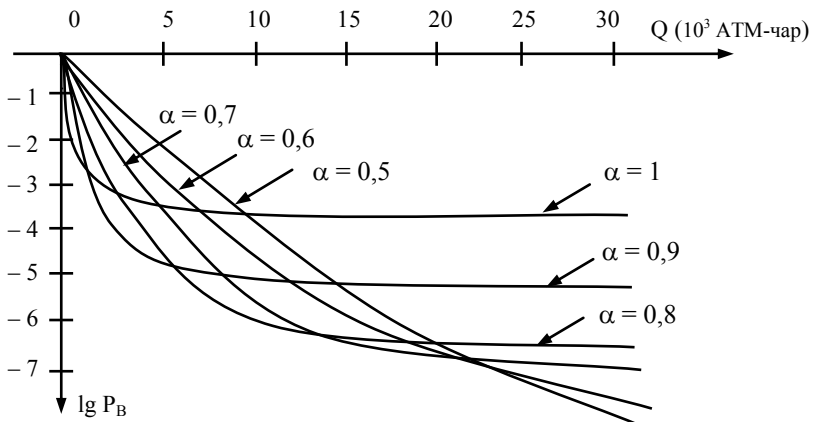


Рис. 1. Залежність ймовірності втрат АТМ-чарунок від довжини черги

У розглянутій моделі також визначаються розміри буфера, при якому самоподібний трафік несе менші втрати, для різних значень показника Херста і коефіцієнта використання.

Аналіз (2) і результатів моделювання самоподібного і марківського трафіків показує, що при невеликих буферах самоподібний трафік більш стійкий щодо можливих втрат АТМ-чарунок, ніж марківський трафік. Незавжди підрахувати розмір буфера, при якому втрати самоподібного і марківського трафіків однакові:

$$n_{\text{в}} = (\mu - \mu_{\text{п}}) \cdot (2k)^{2/(2-\alpha)}, \quad (3)$$

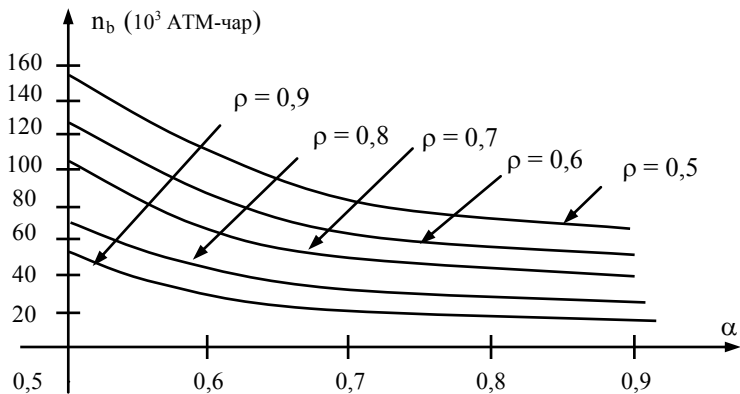


Рис. 2. Характер зміни розміру буфера в залежності від α

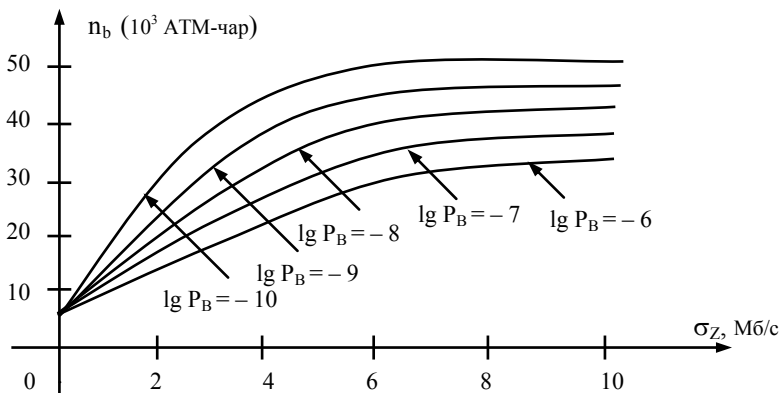


Рис. 3. Характер зміни розміру буфера в залежності від σ_z

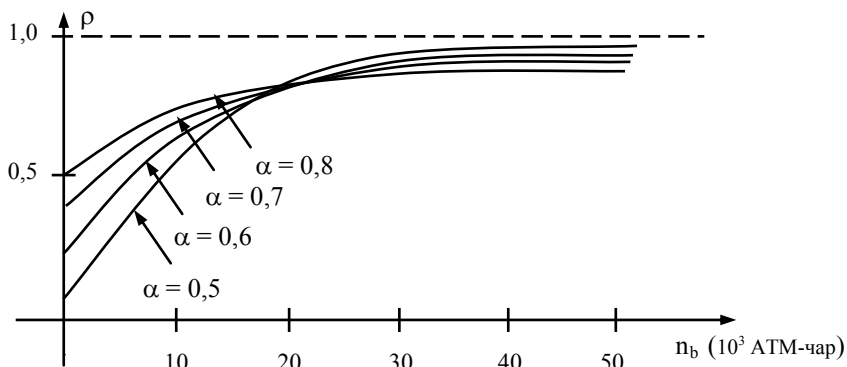


Рис. 4. Залежність коефіцієнта використання від ємності буфера при фіксованому значенні ймовірності втрат

тобто при $\alpha \rightarrow 1$ або при великому коефіцієнті використання ρ самоподібність трафіку не дозволяє, використовуючи запропонований підхід, побудувати моделі, більш близькі до реальних, ніж при марківському моделюванні. Результати аналізу даного критичного значення розміру буфера при різних коефіцієнтах використання ρ і можливих значеннях показника Херста наведені на рис. 2. Значення критичної точки ємності буфера в залежності від середньоквадратичного відхилення трафіку σ_z для різних граничних імовірностей втрати АТМ-чарунок показані на рис. 3.

При фіксації розміру буфера n_B , постійній інтенсивності обслуговування μ і заданому граничному значенні імовірності P_B можна розрахувати максимально можливе значення коефіцієнта використання ρ , при якому перевага моделювання самоподібного трафіку зберігається [3]:

$$\rho = \left(1 + \left(2 \ln 10 k^2 \sigma_z^2 / \left(\mu^{2\alpha} n_B^{2-2\alpha} \right) \right)^{1/2\alpha} \right)^{-1}, \quad (4)$$

яке використовувалося при аналізі коефіцієнта використання в чергах АТМ-чарунок для різних значень показника Херста (фіксований розмір буфера варіювався в припустимих межах, $\sigma_z = 5$ Мб/с, рис. 4).

Висновки. Врахування властивості самоподібності трафіку при моделюванні черг АТМ-чарунок не завжди дає результати, кращі ніж при гаусівській апроксимації. Для знаходження критичних точок розподілу між способами моделювання черги АТМ-чарунок необхідно здійснювати попередній аналіз базових характеристик процесу згідно з виразами (1) – (4), виходячи з вимог до реального мережного трафіку.

ЛІТЕРАТУРА

1. Cheng C.S., Thomas J.A. *Effective bandwidth in high-speed digital networks // IEEE journal on selected Areas in Communications.* – 1995. – V. 13. – P. 1091 – 1100.
2. Королёв А.В., Кучук Г.А., Пашинев А.А. *Управление сетевыми ресурсами.* – Х.: ХВУ, 2004. – 272 с.
3. Кучук Г.А. *Оцінка втрат у системах з обмеженим очікуванням // Системи обробки інформації.* – Х.: ХВУ. – 2004. – Вип. 4. – С. 133 – 137.
4. Кучук Г.А. *Моделирование обобщенного фрактального броуновского движения // Зб. наук. праць ИПМЕ.* – К.: ИПМЕ. – 2003. – Вип. 22. – С. 105 – 111.
5. Кучук Г.А. *Мінімізація середньої затримки пакетів при використанні АТМ-технології // Інформатика.* – К.: Наук. думка. – 1999. – Вип. 7. – С. 166 – 169.
6. Fan Z., Mars P. *Accurate approximation of cell loss probability for self-similar traffic in ATM-networks // Electronic letters.* – 1996. – 32 (19). – P. 87 – 96.

Надійшла 11.05.2004

КУЧУК Георгій Анатолійович, канд. техн. наук, ст. наук. співр., нач. НДВ ІОЦ ХВУ. У 1977 році закінчив механіко-математичний факультет Московського державно-

го університету. Область наукових інтересів – оптимізація інформаційних систем.