

УДК 658.512

М. М. Биков, к. т. н, доц.;

Мафута Тедді;

А. І. Кривенко, студ.

МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ РЕЖИМУ МОНОРОЗДІЛЕННЯ ЧАСУ КОРПОРАТИВНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Розглянуто принципи побудови моделей оптимальних процесів управління доступом в комп'ютерних мережах корпоративних інформаційних систем і наведено результати оцінки адекватності цих моделей.

Вступ

Сучасна корпоративна організація з територіально розосередженими підрозділами для координації своїх дій в реальному масштабі часу повинна мати одну загальну інформаційну систему. Для скорочення витрат на побудову такої системи в даний час можна використовувати можливості глобальної мережі загального користування (наприклад, «Internet»). Побудована на її основі автономна широкомасштабна система передачі даних у вигляді віртуального кільця називатиметься в даній роботі ланкою зв'язку (ЛЗ) корпоративної інформаційної системи (КІС).

Для корпорації з інфраструктурою, що розвивається, актуальним є питання підвищення продуктивності інформаційної системи таким чином, щоб на кожному етапі розвитку технічні можливості КІС ув'язувалися з реальними потребами організації. На сьогодні перешкода цьому обумовлена двома чинниками: неефективністю наявних структур організації корпоративної інформаційної взаємодії і неадекватністю наявних математичних моделей систем передавання даних. У роботах [1, 2] авторами розроблено ефективну стратегію поетапного підвищення продуктивності КІС, яка використовує як цільову функцію робочого навантаження ланку зв'язку. У статті, використовуючи вказану цільову функцію, розроблено моделі оптимальних параметрів управління доступом до ЛЗ КІС в режимі монорозділення часу. Виконано оцінювання адекватності цих моделей.

Постановка задачі

Під режимом розділення часу можна розуміти циклічний процес послідовного використання загального ресурсу декількома споживачами. У випадку, якщо черговий споживач не може отримати доступ до загального ресурсу до поки не завершиться обслуговування попереднього споживача, то має місце режим монорозділення часу (**РМОРЧ**), інакше – режим мультирозділення часу (**РМУРЧ**). Яскравими прикладами систем, які функціонують в режимах **РМОРЧ** і **РМУРЧ**, можуть бути відомі комп'ютерні мережі кільцевої структури «Token Ring» і «FDDI» [3]. Наявні математичні моделі аналізу і синтезу мережі «Token Ring» [3, 4, 5] мають низку недоліків, які знижують їх адекватність реальним об'єктам, і, отже, не дозволяють використовувати для прийняття науково обгрунтованих рішень у дослідженні самих мереж і інших об'єктів, що використовують режими розділення часу. Тому метою цієї роботи є удосконалення математичної моделі **РМОРЧ** і оцінка її адекватності. Для цього як об'єкт дослідження розглядається процес управління доступом до ланки зв'язку корпоративної інформаційної системи (**ЛЗ КІС**), де споживачем є сервер певного підрозділу корпорації, а загальним ресурсом – віртуальне кільце на базі мережевої інфраструктури Інтернету [2].

Математична модель режиму монорозділення часу

Найбільш значущою характеристикою **РМОРЧ** є вірогідність успішної активізації сервера, що визначає частку випадків використання наданого йому права доступу до **ЛЗ КІС**. Основна мета аналізу цієї характеристики полягає в тому, щоб встановити об'єктивну залежність шуканої вірогідності присутності принаймні одного готового електронного документа у момент активізації сервера в мережі. Для цього враховуватимемо кількість N серверів в **ЛЗ КІС** і параметри вхідних потоків, тобто інтенсивність λ надходження електронних документів, довжину L пакету в бітах і

число n пакетів, що утворюють електронний документ. Крім того, враховуватимемо також параметри і характеристики, які тісно пов'язані множиною механізмів управління повторністю, що входять в узагальнений вираз робочого навантаження [1]. До них відносяться: середнє число J можливих повторних відправок документа, час T_c передачі активізуючої команди і тривалість Z окупації ЛЗ КІС. Для аналізу процесу управління доступом до ЛЗ КІС доцільно визначити як інтенсивність λ_a активізації сервера, так і інтенсивність λ_o відправлення документів.

Якщо електронний документ вдасться відправити без спотворення по віртуальному кільцю, то очевидно, що $J = 0$. В цьому випадку λ_o відповідає інтенсивності потоку λ . Якщо ж $J \neq 0$, то інтенсивність λ_o включає інтенсивність надходження первинних документів на сервер і інтенсивність їх повторних відправок, тому

$$\lambda_o = \lambda (1 + J). \tag{1}$$

Інтенсивність λ_o залежить також від інтенсивності надходження первинних документів на сервер, але побічно. Річ у тому, що вплив цього параметра само собою усувається тим фактом, що віртуальне кільце є замкнутим маршрутом, тому навіть з нульовою інтенсивністю надходження документів спроба активізації відповідного сервера все одно здійснюється. Це дає можливість визначити λ_a незалежно від λ_o . Згідно з РМОРЧ з відкладеним ефектом повторності, кожен сервер ЛЗ КІС активізується в середньому один раз на таких інтервалах часу: на інтервалі окупації Z , протягом якого активізований сервер передає власний електронний документ, і інтервалі T_a завершення активізації решти $N - 1$ серверів. Останній проміжок часу, як було зазначено раніше, є випадковою величиною, при цьому є можливість знайти його середнє арифметичне значення $T_a^{(ap)}$, не зважаючи на його залежність від інтенсивності λ . Це обумовлено тим, що для відомих значень числа N серверів в ЛЗ КІС, математичного очікування тривалості Z окупації ланки зв'язку і часу T_c передачі команди активізації можна визначити всі можливі значення, які може приймати період T_a . Проілюструємо це для прикладу, коли кількість серверів $N = 3$. Можливі три випадки формування періоду активізації одного сервера.

1) Кожний з двох інших серверів займає ланку зв'язку, звідки

$$\bar{T}_a^{(2)} = 3\bar{T}_c + 2\bar{Z}$$

2) Тільки один з двох інших серверів займає віртуальне кільце, що записується як

$$\bar{T}_a^{(1)} = 3\bar{T}_c + \bar{Z}$$

3) У жодного з двох інших серверів немає готового документа

$$\bar{T}_a^{(0)} = 3\bar{T}_c.$$

Отже, їх середнє арифметичне

$$\bar{T}_a^{(ap)} = \frac{\bar{T}_a^{(0)} + \bar{T}_a^{(1)} + \bar{T}_a^{(2)}}{3} = 3\bar{T}_c + \bar{Z} \tag{2}$$

З (2) випливає, що в загальному випадку середнє арифметичне значення періоду активізації одного сервера можна визначити за формулою

$$\bar{T}_a^{(cp)} = N\bar{T}_c + \frac{1}{2}(N - 1)\bar{Z}. \tag{3}$$

Таким чином, середня інтенсивність активізації одного сервера

$$\lambda_a = \frac{1}{\bar{Z} + \bar{T}_a^{(ap)}}. \tag{4}$$

Далі визначення вірогідності успішної активізації сервера уточнимо з урахуванням відношення між λ_o і λ_a . Спроба активізації завжди вважатиметься успішною, якщо задовольняється рівність $\lambda_{об} = \lambda_a$.

Якщо число передач за одиницю часу перевищує число активізацій за ту ж одиницю часу, то, з одного боку, активізація буде теж завжди успішною, а з іншого боку це приведе до збільшення числа електронних документів в буферній пам'яті сервера. Тому для забезпечення стійкого режиму

роботи ланки зв'язку необхідно, щоб виконувалася умова

$$\lambda_o \leq \lambda_a. \tag{5}$$

Відношення λ_o до λ_a є часткою спроб активізації, які є успішними. Ця частка і характеризує вірогідність успішної активізації сервера. Відповідно до умови (5), можна вважати справедливим співвідношення, яке отримується за допомогою (1) і (4):

$$\theta = \frac{\lambda_o}{\lambda_a} = \lambda (1 + J) (\bar{Z} + \bar{T}_a^{(ap)}). \tag{6}$$

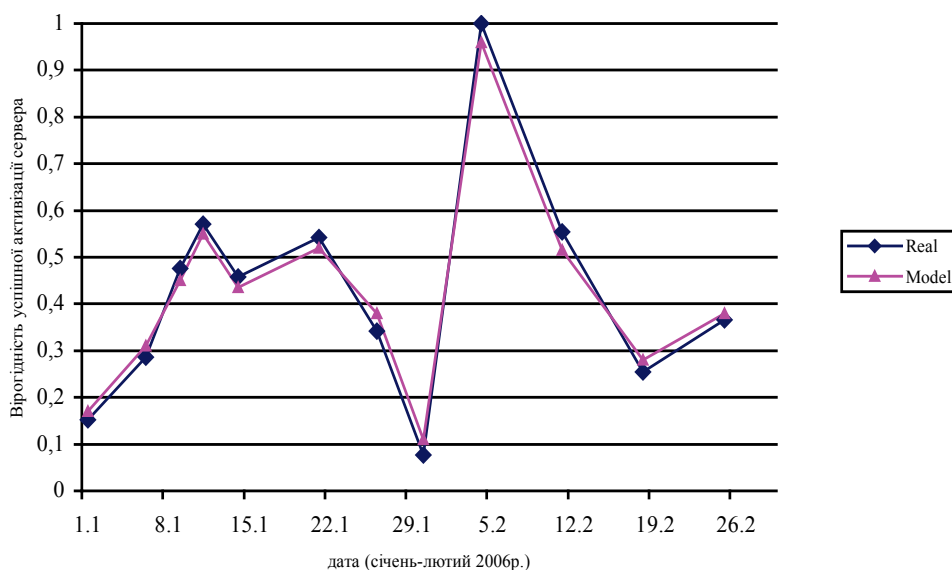
Результати оцінки адекватності моделі

Найефективнішим підходом визначення адекватності математичних моделей є порівняльний аналіз модельних значень з результатами натурального експерименту. Але проведенню натурального експерименту на базі мережевої інфраструктури Internet перешкоджає складність контролювання ходу виконання експерименту і потрібні великі витрати як часові, так і матеріальні, тому дослідження адекватності моделі (6) базувалося на експериментальних даних з літературного джерела [6]. Йдеться про експлуатаційні дані трафіку конкретної локальної мережі Token Ring за період з січня по лютий місяць 2006 р. Дослідження проводилося таким чином:

1. На основі експериментальних даних, а також стандартних даних вказаної технології були визначені відповідні експериментальні значення для величин: λ – інтенсивності надходження повідомлень на станцію, Z – часу кругової передачі повідомлення, J – кількості повторних передач повідомлення, θ – вірогідності успішного опитування станції.

2. Розраховані вище середні арифметичні значення величин Z і J були вхідними даними для розробленої програми в математичному пакеті MATHCAD 2001 Pro для обчислення за формулою (6) модельних значень величини θ .

3. На основі одержаних в п. 1 і п. 2 значень величини θ побудовані їх графіки, показані на рисунку.



Експериментальні (Real) і розраховані (Model) значення вірогідності успішної активізації сервера залежно від періоду часу

Графіки — це не закони розподілу, а залежності між значеннями, що не мають характеру строгого функціонального зв'язку між ними. Тому на основі цих графіків було розраховано коефіцієнт кореляції між експериментальними і модельними даними за формулою [7]

$$r(\xi, \eta) = \frac{\sum_{i=1}^T (\xi_i - \xi^{(cp)}) (\eta_i - \eta^{(cp)})}{\sqrt{\sum_{i=1}^T (\xi_i - \xi^{(cp)})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^T (\eta_i - \eta^{(cp)})^2}}, \quad (7)$$

де ξ_i і η_i — експериментальне і модельне значення вірогідності успішної активізації під час i -го досліду; $\xi^{(cp)}$ і $\eta^{(cp)}$ — середні арифметичні відповідно ξ_i і η_i ; T — кількість дослідів (згідно з використаними статистичними даними, $T = 12$).

Висновки

В результаті проведеного аналізу вдосконалена математична модель **РМОРЧ**, яка відрізняється тим, що враховує ефект повторної передачі спотвореної інформації і ґрунтується на умові (5) забезпечення стійкого функціонування відповідних систем.

Розраховане значення коефіцієнта кореляції склало $r(\xi, \eta) = 0,85$, що дозволяє зробити висновок про відповідність аналітичного виразу (6) реальному процесу управління доступом в **РМОРЧ**.

Використання розробленої математичної моделі **РМОРЧ** дозволяє прогнозувати і виключати можливі явища недовантаження або перевантаження в каналах передачі інформаційних систем.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Быков Н. М., Мафута Т., Раими А. Параметрический синтез связывающего звена единой информационной системы корпоративной организации // Оптико-электронні інформаційно-енергетичні технології. — 2003. — № 1—2 (5—6). — С. 167—173.
2. Быков Н., Мафута Т. Разработка эффективных стратегий поэтапного повышения производительности корпоративной телекоммуникационной системы // Пр. Першої міжнар. науково-технічної конф. «Сучасні проблеми радіоелектроніки, телекомунікацій та приладобудування (СПРТП-2005)». — Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця. — 2005. — С. 107.
3. Олифер В. Г., Олифер Н. А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. — С-Пб.: Питер, 1999. — 672 с.
4. Шварц М. Сети связи: протоколы, моделирование и анализ, ч. 2 / Пер. с англ. — М.: Наука, 1992. — 272 с.
5. Watson K. S. Performance evaluation of cyclic service strategies: A survey // Performance'94 / Ed. E. Gelenbe. N. Y.: Elsevier, 1994. P. 521—533.
6. Ferguson M. Selection statistique Token Ring // Collections Laboratoire PriSM — UVSQ: 2006. No 3. P. 109—115.
7. Ивахненко А. Г., Юрачковский Ю. П. Самоорганизация моделей сложных систем по экспериментальным данным. — М.: Радио и связь, 1986. — 117 с.

Матеріали статті рекомендовані до опублікування оргкомітетом III Міжнародної науково-технічної конференції «Сучасні проблеми радіоелектроніки, телекомунікацій та приладобудування (СПРТП-2007)» (31.05—2.06.2007 р.)

Надійшла до редакції 30.09.07
Рекомендована до друку 04.10.07

Биков Микола Максимович — професор, **Мафута Тедді Фортюне Армьє** — здобувач.

Кафедра комп'ютерних систем управління;

Кривенко Анатолій Іванович — студент Інституту автоматики, електроніки та комп'ютерних систем управління.

Вінницький національний технічний університет