

МЕТОД ПІДВИЩЕННЯ ШВИДКОСТІ ПЕРЕДАЧІ ІНФОРМАЦІЇ В МЕРЕЖІ, ЯКА ПРАЦЮЄ НА ОСНОВІ СТЕКУ ПРОТОКОЛІВ TCP/IP

к.т.н. К.О. Польщиков, к.т.н. О.О. Лаврут, В.І. Божко
(подав д.т.н., проф. Н.В. Галай)

У статті розглядається метод підвищення швидкості передачі інформації в комп'ютерних мережах, при якому пакети, що прийняті з помилками, повторно не передаються. Приводяться результати досліджень можливості застосування цього методу в мережах TCP/IP.

Вступ. Кількість користувачів комп'ютерних мереж у світі та в нашій країні постійно зростає. Відомо, що найпопулярнішою технологією мереж, що з'єднують мільйони комп'ютерів, зараз є технологія TCP/IP [1 – 3]. Для того щоб задовольнити потреби користувачів мереж, що працюють на основі цього стеку протоколів, необхідно забезпечити високий рівень якості їх обслуговування.

Аналіз спеціальної технічної літератури [1, 2] показує, що існує декілька груп методів, спрямованих на підвищення якості обслуговування користувачів мережі. Але реалізація більшості з них потребує переобладнання апаратури комп'ютерних мереж, переходу на нові високоякісні технології з високою вартістю, що супроводжується значними капіталовкладеннями.

Тому виникає **актуальна науково-технічна задача** – розробка методу підвищення якості обслуговування користувачів мережі, в якій використовується поширений в Україні стек протоколів TCP/IP.

Метою наукового дослідження, результати якого викладено в статті, є підвищення якості обслуговування користувачів комп'ютерних мереж.

При визначенні якості обслуговування користувачів комп'ютерних мереж розрізняють три основних групи параметрів: параметри пропускної спроможності (швидкості передачі даних), параметри затримок та параметри надійності передачі інформації [1].

Проведений аналіз показує, що трафік, яким обмінюються користувачі мереж, що працюють на основі стеку TCP/IP, є не дуже чутливим до затримки пакетів, допускає невеликі втрати та перекручення інформації. Тому основним параметром якості обслуговування користувачів мережі,

значення якого необхідно покращити, є швидкість передачі даних.

З урахуванням властивостей трафіку мережі TCP/IP, досить привабливим методом підвищення швидкості передачі інформації є метод, при якому пакети, що прийняті з виявленими помилками, повторно не передаються. Такий метод ґрунтується на тому, що повідомлення, які передаються в мережі мають значну інформаційну збитковість, та невеликі втрати пакетів суттєво не зменшать їх інформативну цінність. Цей метод на рівні протоколу TCP, не використовується, і взагалі є недостатньо вивченим. Тому виникає потреба в дослідженні можливостей цього методу та визначенні меж його застосування.

Для кількісної оцінки переваг запропонованого методу проведено дослідження процесу передачі інформації в мережі, що працює на транспортному рівні у відповідності з протоколом TCP. Розроблена математична модель процесу передачі інформаційних пакетів з використанням протоколу TCP з використанням апарату ймовірно-часових графів (ЙЧГ) [4]. З її використанням зроблені обчислення значень швидкості передачі даних при традиційному функціонуванні мережі на основі протоколу TCP та при роботі мережі у відповідності із запропонованим методом.

На рис. 1 приведені графіки залежності величини швидкості передачі даних від ймовірності перекручення символу для різних варіантів

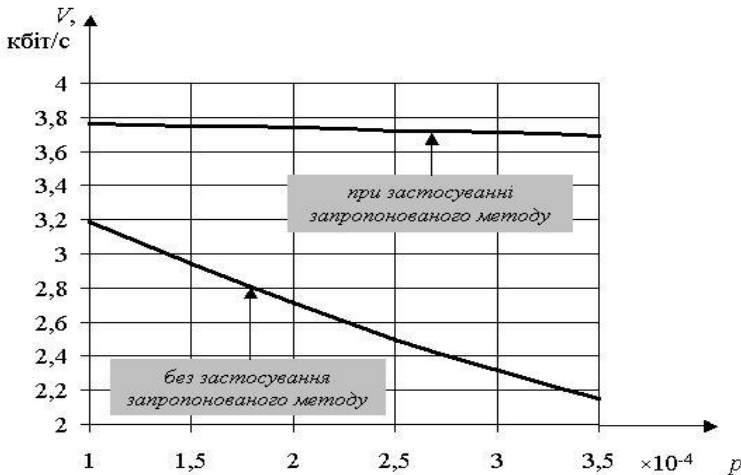


Рис. 1. Графік залежності величини швидкості передачі даних від ймовірності перекручення символу

функціонування мережі. Аналіз цих графіків показує, що застосування запропонованого методу дозволяє суттєво підвищити швидкість передачі даних. Так при $p = 1 \times 10^{-4} \dots 3,5 \times 10^{-4}$ швидкість передачі даних

зростає на величину від 17,2% до 72,6%.

Але поряд із встановленими перевагами треба враховувати, що застосування цього методу разом з суттєвим підвищенням швидкості передачі даних в мережі (на десятки відсотків) може привести до значних втрат цінності інформації, що передається. Тому треба оцінити величину цих втрат, визначити межі та умови ефективного функціонування мережі, яка працює у відповідності із методом, що пропонується.

Будемо вважати, що прийняте повідомлення втрачає свою інформативну цінність, якщо зміст інформації, що міститься в ньому стає недостатньо зрозумілим. Визначимо залежність ймовірності втрати інформаційної цінності повідомлення $P_{пов}$ від інших величин, які характеризують якість роботи мережі та трафік, що передається.

Припустимо, що повідомлення втрачає інформативну цінність, якщо на приймальному боці стерто підряд μ пакетів в наслідок наявності в них помилок. Якщо після стирання пакету на приймальний бік надходить η пакетів, в яких немає помилок (тобто вони не стираються), то останній стертий пакет вважається нестертим. Граф, який моделює цей процес при $\mu = 3$ та $\eta = 2$, зображено на рис. 2.

На цьому графі вершини «0»...«3» відповідають кількості стертих підряд пакетів, а вершини «1'» та «2'» – кількості нестертих пакетів між двома стертими. Ймовірність прийняття пакету з помилкою позначено P_n .

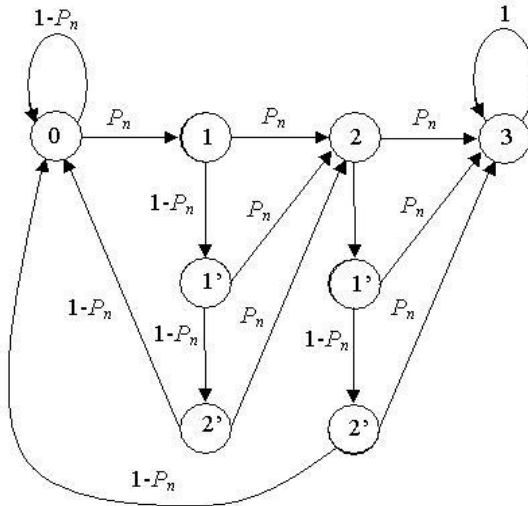


Рис. 2. Граф, що моделює процес передачі повідомлення та враховує можливу втрату його інформативної цінності ($\mu = 3$ та $\eta = 2$)

Якщо кількість нестертих пакетів перебільшує значення $\eta = 2$, то процес повертається в початковий стан (вершина «0»), при якому вважа-

ється, що стертих пакетів не було.

Вершина «3» відповідає кінцевому стану графу, в якому стирається μ -й пакет та вважається, що інформаційна цінність повідомлення втрачена.

Шляхом еквівалентних перетворень граф приводиться до вигляду, зображеному на рис. 3. В цьому графі величина P_ϕ відповідає значенню ймовірності того, що повідомлення втратить свою інформативну цінність при передачі одного фрагменту, який складається з 7 пакетів. Ця величина знаходиться з виразу

$$P_\phi = P_n^3 + 2P_n^3(1 - P_n) + 3P_n^3(1 - P_n)^2 + 2P_n^3(1 - P_n)^3 + P_n^3(1 - P_n)^4.$$

Ймовірність втрати інформаційної цінності повідомлення знаходиться за виразом

$$P_{\text{пов}} = N_\phi \cdot P_\phi,$$

де N_ϕ – кількість фрагментів у повідомленні.

На рис. 4 зображені графіки залежності ймовірності втрати інформаційної цінності повідомлення від величин p та μ .

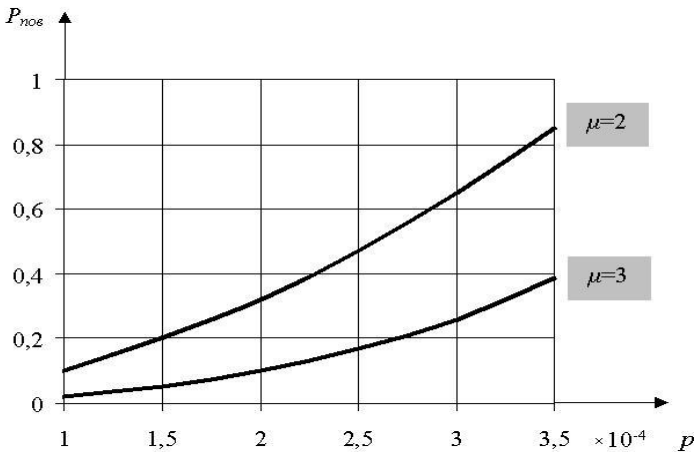


Рис. 4. Графіки залежності ймовірності втрати інформаційної цінності повідомлення від величин p та μ

Будемо вважати, що максимальне значення допустимої величини

ймовірності втрати інформаційної цінності повідомлення, при якій рекомендується використовувати запропонований метод, дорівнює 0,2. Тоді аналіз графіків (рис. 4) показує, що для повідомлень, які втрачають свою цінність при $\mu = 2$, запропонований метод доцільно використовувати, якщо величина ймовірності перекручення символу в каналі зв'язку не перевищує значення $1,5 \times 10^{-4}$. Якщо повідомлення є менш чутливим до втрат інформації ($\mu = 3$), то запропонований метод доцільно використовувати при $p < 2,7 \times 10^{-4}$, тобто в більш широких межах.

Висновки. Таким чином, дослідження показали, що в процесі прийняття рішення про застосування методу підвищення швидкості передачі даних в мережі ТСП/ІР шляхом відмови від повторної передачі пакету, прийнятого з помилкою, необхідно враховувати значення ймовірності перекручення символу (показник якості каналу зв'язку), а також величину μ (показник, що характеризує стійкість трафіку до втрат пакетів). Запропонований метод рекомендується використовувати, якщо значення показника якості каналів зв'язку мережі знаходиться в інтервалі $10^{-5} < p < 1,5 \times 10^{-4}$. Хоча є можливість застосовувати цей метод і в мережах з каналами гіршої якості, якщо обмінюватись стійкими до втрат пакетів повідомленнями. Цей висновок набуває особливого практичного значення, тому що більшість каналів зв'язку в нашій країні – це канали низької якості. Застосування запропонованого методу в мережах з якісними каналами зв'язку є недоцільним, тому що швидкість передачі даних в цьому випадку майже не підвищується.

ЛІТЕРАТУРА

1. Олифер В.Г., Олифер Н.А. *Компьютерные сети. Принципы, технологии протоколы: Учебник для вузов. 2-е изд.* – С.-Пб.: Питер, 2003 – 842 с..
2. Танненбаум Э. *Компьютерные сети.* – С.-Пб.: Питер, 2002. – 388 с.
3. Семенов Ю.А. *Сети Интернет. Архитектура и протоколы.* – М.: Блик плюс, 1998. – 438 с.
4. Невмержицкий И.М., Шаповалов С.В., Польщиков К.А. *Методика оценки эффективности протокола транспортного уровня ТСП/ІР // Радиотехника.* – Х.: ХНУРЭ. – 2001. – Вып. 121. – С. 37 – 42.

Поступила 29.11.2004

ПОЛЬЩИКОВ Костянтин Олександрович, канд. техн. наук, доцент Полтавського військового інституту зв'язку. У 1997 році закінчив Харківський військовий університет. Область наукових інтересів – системи та мережі зв'язку.

ЛАВРУТ Олександр Олександрович, канд. техн. наук, викладач Полтавського військового інституту зв'язку. У 1998 році закінчив Харківський військовий університет. Область наукових інтересів – системи та мережі зв'язку.

БОЖКО Віктор Іванович науковий співробітник науково-дослідної лабораторії Полтавського військового інституту зв'язку. У 1994 році закінчив Київський військовий

інститут зв'язку. Область наукових інтересів – системи та мережі зв'язку.