

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТУ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ІНСТИТУТ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ

МАТЕРІАЛИ ДЕВ'ЯТОЇ  
МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ  
СТУДЕНТІВ ТА МОЛОДИХ ВЧЕНІХ



ПРИСВЯЧЕНА 55-РІЧЧЮ  
ІНСТИТУТУ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ

“Сучасні інформаційні технології 2019”

“Modern Information Technology 2019”



**NetCracker®**



23-24 травня

Одеса  
«Екологія»  
2019

УДК 004:681.322;003.26

**ПРОГНОЗУВАННЯ НАВАНТАЖЕННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ НА ОСНОВІ  
МОДЕЛІ ARMA**

Сулаков В.Б., Донцов О.Ю., Богатова О.О.

д.т.н., проф. Ситников В.С.

Одеський Національний Політехнічний Університет, УКРАЇНА

**АНОТАЦІЯ.** Більшість локальних комп'ютерних мереж не застраховані від раптових навантажень, які можуть спричинити за собою втрати даних, порушення їх цілісності та безпеки мережі. Запропоновано застосувати модель *ARMA* для прогнозування у реальному часі пікового навантаження, що допоможе системним адміністраторам вжити необхідні заходи.

Через локальну мережу постійно проходить трафік. У деякий момент кількість трафіку може стати значно більше ніж деякий вузол може витримати, тоді він може вийти з ладу.

Для прогнозу навантаження комп'ютерних мереж потрібно проаналізувати топологію мережі та обрати вузли для збору та аналізу переданого між ними трафіку [1]. Після чого зібрати статистичні дані щодо навантаження за певний проміжок часу та, опираючись на них, побудувати прогноз на наступний обраний проміжок часу.

Навантаження мережі характеризується кількістю трафіку, що приймається та передається на вузлах мережі. Чим більше трафіку оброблюється мережею за час, тим більше ймовірність втрати даних.

Попередні дослідження показали, що використання часу прийому-передачі сигналу між вузлами у локальній мережі можна використовувати у якості значення навантаження мережі, оскільки навантаження мережі прямо пропорційне величині часу прийому-передачі сигналу. Отже при збільшенні часу прийому-передачу можна стверджувати, що навантаження мережі теж зростає.

Наразі, відома велика кількість методів, що дозволяють прогнозувати навантаження, проте вони засновані на довгостроковому прогнозуванні навантаження, засновуючись на інформації про навантаження у певний аналогічний проміжок часу, використовуючи поняття сезонності прогнозування, наприклад, якщо у понеділок минулого та позаминулого тижня було певне значення навантаження, то є ймовірність, що у поточний понеділок навантаження буде таким самим або близьким по значенню. Ці методи є робочими, але точність їх прогнозів дуже мала, та використання цих методів передбачає зберігання та обробку великої кількості статистичних даних. Для адміністрування комп'ютерних мереж актуальне питання моніторингу та передбачення стану мережі у реальному часі. Тому постає необхідність розробки методу прогнозування навантаження локальних мереж на малий проміжок часу, що дозволить виконувати короткостроковий прогноз у реальному часі.

Метод короткострокового прогнозування навантаження комп'ютерної мережі полягає у потоковому зборі даних про час прийому-передачі сигналу між вузлами, обробкою та аналізом даних за останні  $N$  годин, де  $N$  рекомендується обирати від 1 до 6 годин, та прогнозуванні навантаження. Поточний збір даних передбачає вимірювання часу прийому-передачі сигналу кожні 5 секунд, оскільки приріст трафіку – це процес, який відбувається поступово і цього інтервалу збору вимірювань буде достатньо для точного прогнозування.

В роботі розглянуто ряд моделей прогнозування навантаження комп'ютерної мережі, показані їх переваги та недоліки, та запропоновано використати модель *ARMA*. Оскільки модель *ARMA* об'єднує в собі авторегресійну модель та модель ковзкого середнього [2].

Після збору даних виміру часу прийому-передачі сигналів виконано їх аналіз. Виявлено, що зібрані дані є часовим рядом. Часовий ряд – це послідовність упорядкованих у часі числових показників, що характеризують рівень стану і зміни досліджуваного явища.

Оскільки часові ряди бувають зовсім різних видів та характеристик, то для кожного з них існує певний спосіб обробки, аналізу та прогнозування. Перше, що було перевірено це чи є

досліджуваний ряд стаціонарним. Кажуть, що ряд є стаціонарним, якщо у ньому тренд або виключений або зовсім відсутній, а також, якщо ряд має постійне середнє значення та коливається навколо нього з постійною дисперсією. Тобто якщо є деякий ряд, то усі значення при будь-якому часі мають однакову функцію розподілу. Виконання цих умов обумовлює те, що механізм, що генерує ряд, може мати ймовірний характер, але у часі залишається не змінним.

Для перевірки ряду на стаціонарність перевіряється критерій Дікі-Фуллера.

Було досліджено, що ряд, отриманий при знятті значень на проміжку часу 2 години, у більшості випадків є стаціонарним, але можуть існувати випадки, коли навантаження на мережу зростає або спадає поступово протягом часу, що дорівнює або більше досліджуваного періоду, тоді ряд буде не стаціонарним і його необхідно зводити до стаціонарного.

Модель *ARMA* записується у формі  $ARMA(p, q)$  та має наступний вигляд (формула 1):

$$y_t = \alpha_1 y_{t-1} + \alpha_2 y_{t-2} + \dots + \alpha_p y_{t-p} + \varepsilon_t - \beta_1 \varepsilon_{t-1} - \beta_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \beta_q \varepsilon_{t-q} \quad (1)$$

де,  $\varepsilon_t$  – білий шум;  $p$  – порядок авторегресійної складової;  $q$  – порядок ковзких середніх.

Така модель визначається, як лінійна модель множинної регресії, в якій у якості пояснюючих змінних виступають минулі значення залежної змінної, а у якості регресійного залишку – ковзке середнє з елементів білого шуму. Правильно налаштована модель  $ARMA(p, q)$  дає більш точний прогноз на більший інтервал прогнозування, ніж авторегресійна модель та модель ковзного середнього, тому для вирішення задачі було обрано саме її.

Для дослідженого методу прогнозування навантаження комп'ютерних мереж було складено алгоритм дій та процесів, що обумовлюють коректну роботу методу.

Для підтвердження роботи дослідженого методу проведено експеримент. Обрано локальну мережу ієрархічної топології з трьома комутаторами, та шістьнадцятьма робочими станціями. У якості робочих станцій, що збирають дані про час прийому передачі сигналу, та станції, до якої надсилається сигнал, обрані такі, лінія зв'язку між якими проходить через усі три комутатори. Під час експерименту зібрано статистичні дані за останні дві години та спрогнозовано навантаження на 10, 20 та 30 хвилин, та розрахована точність отриманих результатів. Результати експерименту наведені у таблиці 1.

Таблиця 1 – Результати експерименту

№ експерименту	Аналізований проміжок часу	Частота збору даних	Інтервал прогнозу	Точність прогнозу
1	2 години	5 секунд	10 хвилин	82%
2	2 години	5 секунд	20 хвилин	76%
3	2 години	5 секунд	30 хвилин	54%

За результатами експерименту визначено, що зі збільшенням інтервалу прогнозу його точність зменшується. Також виявлено, що на інтервалі до 20 хвилин прогноз у межах допустимої точності, а при 30 хвилинах точність виходить за ці межі. Допустима точність прогнозування становить 70%. Такий рівень дозволить зменшити ймовірність хибного спрацювання елемента системи, де використано даний метод. Отже, застосування моделі *ARMA* дає змогу у реальному часі на інтервалі до 20 хвилин вперед прогнозувати навантаження мережі, що також обумовлене досить не стабільною сутністю мережевого трафіку.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Олифер В. Компьютерные сети: принципы, технологии, протоколы / В. Олифер, Н. Олифер – Москва: Питер, 2016. – 992 с. – (изд. 5).
2. Умняшкин С. В. Основы теории цифровой обработки сигналов / Умняшкин С. В. – Москва: Техносфера, 2018. – 528 с. – (Мир цифровой обработки; изд. 4).