

МОНІТОРИНГ ТА АНАЛІЗ РЕАЛЬНОГО ТА МОДЕЛЬНОГО ТРАФІКУ КОМП'ЮТЕРНОЇ МЕРЕЖІ

Abstract. For the method of behavior of traffic flow forecasting, computer networks in terms of efficient use of nodal equipment were studied. Testing results for computer networks with star topology type were implemented. Method for estimating of the effective use of network equipment based on saving indicator of bandwidth of ports of node equipment criteria was chosen.

Актуальність

На сьогоднішній день людина половину свого часу проводить за комп'ютером, користуючись різними соціальними мережами, електронною поштою та іншими послугами глобальної мережі Інтернет. У свою чергу, використання комп'ютерів, які між собою не пов'язані, породжує багато різноманітних проблем: як передавати та зберігати інформацію, яка використовується, як зробити її доступною для широкого кола користувачів, як обмінюватися нею з іншими користувачами, як спільно використовувати інформацію, як розподіляти ресурси комп'ютерної мережі між декількома користувачами. Вирішенням цих проблем є створення різних видів комп'ютерних мереж, які об'єднують комп'ютери в комунікаційні системи. На сьогодні комп'ютерні мережі вже проникли практично у всі галузі людської діяльності. Згідно статистичних дослідження компанії Cisco [9], з 2014 по 2019 рік світовий IP трафік досягне 2 зетабайт. Завантаження комп'ютерних мереж тільки зростатиме, отже дослідження методів оптимізації роботи обладнання комп'ютерної мережі є актуальним завданням.

Постановка задачі

Метою роботи є виробити критерії ефективного використання вузлового обладнання для оптимізації роботи комп'ютерної мережі на основі розробленого раніше [5] методу прогнозування. У роботі обрано метод, який дозволить обчислити показник економії ширини смуг портів вузлового обладнання. У даному методі буде враховуватись кількість точок прогнозу, також вказуватиметься кількість портів у мережі, та пропускні здатності портів. У роботі обчислюється показник помилки прогнозу, що показує процент помилок, які виникають при використанні даного методу прогнозування.

Вирішення задачі

Здійснено вибір методу прогнозування у роботі авторів [5], прийнятний для використання системою адаптивного управління вузловим обладнанням. У процесі вибору сформульовано критерії - показники, що оцінюють ступінь впливу засобу прогнозування на якість адаптивного управління.

Показник економії ширини смуг портів вузлового обладнання поданий у роботі [4]:

$$Ec = \frac{K \cdot \sum_{i=1}^N W_i - \sum_{j=1}^K \sum_{i=1}^N W_{p_{j,i}}}{K \cdot \sum_{i=1}^N W_i} \cdot 100\%, K \geq 1, \quad (1)$$

де K – врахована кількість точок прогнозу, N – загальна кількість портів, W_i – встановлена ширина i -го порту, $W_{p_{j,i}}$ – ширина i -го порту у j -й точці прогнозу. Якщо прогнозування є у середньому вдалим, то $0 < Ec < 1$. У протилежному випадку $Ec < 0$.

Використовуємо показник помилки прогнозу відповідно до [1]:

$$Er = \frac{k_{error}}{K} \cdot 100\% \quad (2)$$

де K – загальна кількість врахованих точок прогнозу, k_{error} – кількість точок, в яких прогнозована ширина смуги порту була недостатньою. Er відображає частку помилок, що виникають під час застосування алгоритму прогнозування.

Розрахунок за формулами (1), (2) проводився для двох випадків.

Перший випадок - тестова мережа зі 100 комп'ютерів з 10 комутаторами, до кожного з яких під'єднано 10 комп'ютерів. Топологія зеднання вибрана за так званим типом «зірка» [3]. Кількість точок прогнозу змінювалось від 1 до 10. Топологія цього випадку зображена на рис.1.

Другий випадок - реальна комп'ютерна мережа кафедри автоматизованих систем управління (АСУ) Національного Університету «Львівська політехніка», топологія якої представлена на рис. 2.

Топологія комп'ютерної мережі - це фізичне розташування комп'ютерів мережі, що з'єднуються між собою лініями зв'язку. Поняття топологія мережі вживається для локальних мереж, у яких структуру зв'язків можна простежити. У всесвітній мережі структура зв'язків схована, тому що кожний сеанс зв'язку може виконуватися іншим шляхом. Топологія мережі визначає можливість розширення мережі, надійність роботи, зручні методи керування, вимоги до устаткування. Для апробації розробленого методу прогнозування використано тестову мережу та комп'ютерну мережу кафедри АСУ.

На рис 3 зображено дані пропускну здатності, кількості комп'ютерів та точок прогнозування відповідно до топології мережі (див. рис.2), за якими обчислюється на основі формули (1) показник економії ширини смуг портів вузлового обладнання. У табл.1 представлені результати розрахунків.

Блок-схема обчислення залежності показника економії ширини смуг портів вузлового обладнання від кількості точок прогнозу представлена на рис.4. Під час проведення обчислень значення K точок прогнозу

збільшувалось на 1, і відповідно до приведеної топології збільшувалась також і кількість комп'ютерів.

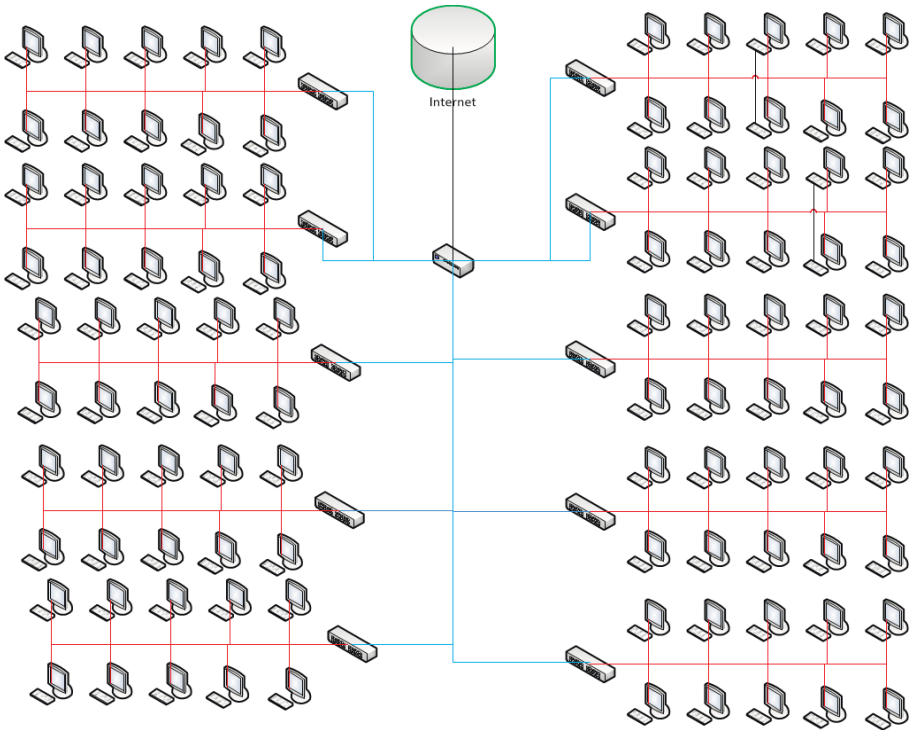


Рис. 1. Топологія тестової мережі зі 100 комп'ютерів з 10 комутаторами

Перший випадок- тестова мережа зі 100 комп'ютерів з 10 комутаторами, до кожного з яких під'єднано 10 комп'ютерів. Кількість точок прогнозу змінювалось від 1 до 10. Топологія цього випадку зображена на рис. 1. Обчислено залежність показника економії ширини смуг портів вузлового обладнання E_s , що обчислюється за формулою (1), від кількості точок прогнозу. Показник економії E_s відображає ступінь підвищення (у відсотках) коефіцієнта використання вузлового обладнання завдяки використанню перерозподілу пропускної здатності обладнання, що базується на запропонованому нами [7] методі прогнозування. Також обраховано показник помилки прогнозу за формулою (2). Блок-схема алгоритму обчислень показана на рис.4.

Розглянемо другий випадок – комп'ютерну мережу кафедри АСУ.

Графік показника економії ширини смуг портів вузлового обладнання для цього випадку показаний на рис.5.

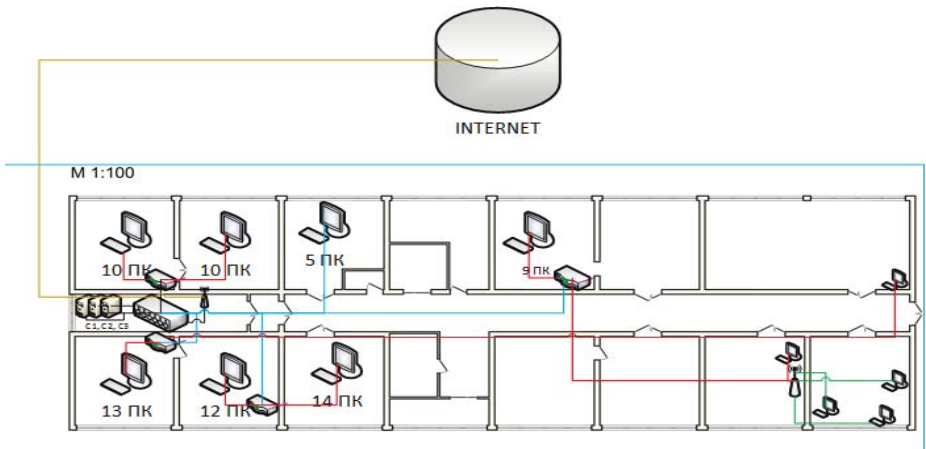


Рис. 2. Топологія мережі кафедри АСУ

Таблиця 1. Результати обчислень для мережі кафедри АСУ, які вираховуються за формулою (1)

W	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Показник	94,87	87,82	86,75	85,89	86,15	86,32	88,94	88,88	89,87

Таблиця 2. Результати обчислень для мережі кафедри АСУ, які вираховуються за формулою (2)

W	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Показник	0,051	0,179	0,154	0,167	0,128	0,128	0,064	0,115	0,013

На рис.5 показана залежність показника економії ширини смуг портів вузлового обладнання від кількості точок прогнозу. Крім того обчислені значення є дискретними, тому на рис.5 приведено криву поліноміальної апроксимації 3-го ступеня для візуалізації тенденції. Обчислений апроксимаційний поліном Y має формулу виду:

$$Y = -0,0924x^3 + 1,7685x^2 - 9,8653x - 102,5 \quad (3)$$

У табл.2 приведено дані розрахунку показника помилки прогнозу від загальної кількості точок прогнозу. Для проведення обчислень значення помилки прогнозу даного методу вибрано рівним 0,01 на основі аналізу спостережень між даними трафіку потоку та прогнозованими даними [7]. На рис.6 показаний графік розрахунку показника помилки прогнозу від загальної кількості точок прогнозу, також врахована загальна кількість комп'ютерів у мережі. Обчислені значення є дискретними, тому на рис.6 також приведено

криву поліноміальної апроксимації 3-го ступеня для візуалізації тенденції зміни показника помилок прогнозу. Обчислений апроксимаційний поліном Y має формулу у вигляді:

$$Y = 0,0012x^3 - 0,0239x^2 + 0,1254x - 0,0239 \quad (4)$$

K	W _j	W _(p₁,j)	W _(p₂,j)	W _(p₃,j)	W _(p₄,j)	W _(p₅,j)	W _(p₆,j)	W _(p₇,j)	W _(p₈,j)	W _(p₉,j)	W _(p₁₀,j)
10	78	400	1400	1200	1300	1000	1000	1000	500	900	100
	4	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
	14	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
	12	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
	13	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
	10		100	100	100	100	100	100	100	100	
	10		100	100	100	100	100			100	
	5		100	100	100	100	100			100	
	9		100	100	100	100	100			100	
	1		100	100	100	100	100			100	
			100	100	100	100	100				
			100	100	100						
			100	100	100						
			100		100						
			100								

Рис. 3. Вихідні дані для обчислень критеріїв за топологією комп'ютерної мережі кафедри АСУ

Комутатори, які використовуються у мережі кафедри АСУ, позначені на рис.2 відповідно C1,C2,C3 та C4:

1. C1.D-Link DES – 1024 R

Пристрій DES- 1024R - це некерований стічний 10 / 100Mbps комутатор [3], спроектований для збільшення продуктивності робочої групи , що забезпечує вищий рівень гнучкості. Потужний і простий у використанні, цей комутатор дозволяє користувачам підключатися до мережі на швидкостях 10Mbps або 100Mbps з різною смугою пропускання, зменшує час затримки і задовольняє найвищим вимогам для швидкості передачі даних.

2. C2. 3Com Switch 3300 xM

Комутатор забезпечує 24 перемикається з автовизначенням 10 / 100BASE - TX Ethernet / Fast Ethernet портів для мереж більшої щільності . Дозволяється комбінування будь-яких SUPERSTACK II Switch 1100 або SuperStack 3 Switch 3300S в одному стеку, або можна скласти їх разом , використовуючи матрицю кабель для двох одиниць. Для трьох або чотирьох одиниць, можна використати модуль матриці (встановлений в SuperStack II Switch 1100 або SuperStack 3 Switch 3300) або SuperStack 3 Switch 3300 MM.

3. C3. 3Com Switch 4226 T

3Com 3C17300 SuperStack 3 Switch 4226T дає доступне з фіксованою конфігурацією 10/100 перемикавання для не дуже великих дротових Ethernet мереж, які потребують продуктивності перемикавання класу преміум. Без складності і високої ціни, комутатор 3Com SuperStack 4226T 3 є інноваційним , але найвищою мірою практичним вирішенням.

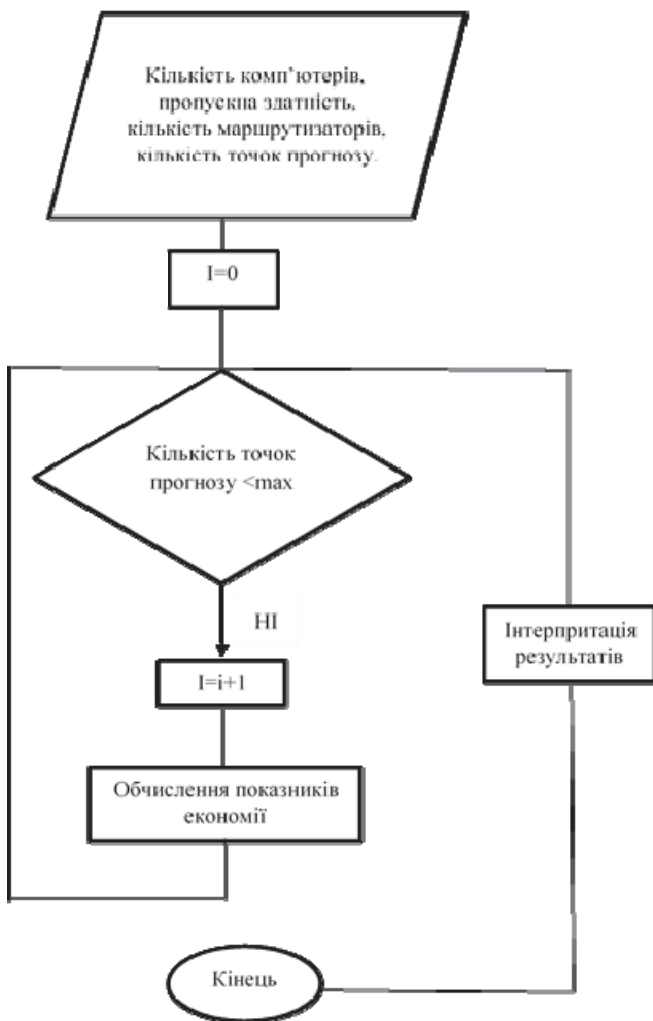


Рис. 4. Блок-схема обчислення показників економії ширини смуг портів вузлового обладнання

4. С4. Allied Telesyn AT8026T

Керований комутатор Fast Ethernet з 24 портами 10/100 TX і двома фіксованими портами 1000T Gigabit Ethernet для магістральних підключень. Модель 8026T є вибором для збільшення числа портів в граничному сегменті мережі. Цей керований комутатор Fast Ethernet з двома магістральними інтерфейсами Gigabit Ethernet задовольняє базові потреби граничного сегмента будь-яких мереж. Широкий набір функцій управління забезпечують гнучкість використання пристрою в мережі.

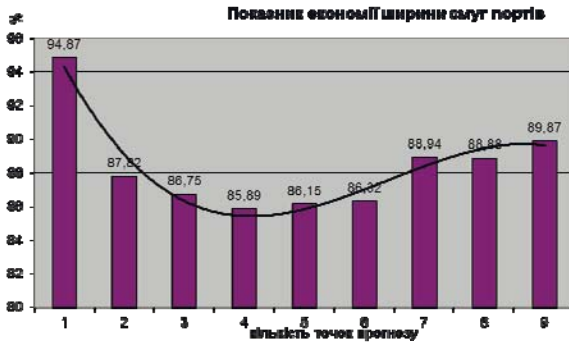


Рис. 5. Показник економії ширини смуг портів вузлового обладнання

Порівняння графіків для першого та другого випадків дозволяє зробити висновок, що прогнозування поведінки трафіку потоку комп'ютерної мережі є стабільнішим у випадку найбільш рівномірного розподілу комп'ютерів у вузловому обладнанні.



Рис. 6. Показник помилки прогнозу

Висновки

У даній роботі було розглянуто оптимізацію роботи комп'ютерної мережі за критерієм ефективного використання обладнання. Відповідно до запропонованого раніше авторами методу прогнозування поведінки трафіку потоку було розглянуто та досліджено комп'ютерні мережі з точки зору ефективного використання вузлового обладнання. Для апробації було взято тестову мережу з 100 комп'ютерів з топологією типу «зірка» та реальну комп'ютерну мережу, що містить 78 комп'ютерів і також з'єднання за типом «зірка». Було досліджено топологію реальної мережі та реалізовано моніторинг трафіку. Вибрано метод оцінки ефективного використання мережевого обладнання на основі критерію показника економії ширини смуг портів вузлового обладнання. Щоб вирахувати показник економії ширини смуг портів вузлового обладнання вводились такі дані: кількість кімнат на

кафедри у яких є комп'ютери, загальна кількість комп'ютерів, загальна пропускна здатність усіх комп'ютерів. Приведено результати обчислень показника економії ширини смуг портів вузлового обладнання для тестової мережі з топологією типу зірка 100 комп'ютерів та реальної топології мережі АСУ.

Вдосконалено використання методу знаходження показника економії ширини смуг портів і показника помилки прогнозування трафіку для виведення критерію ефективного використання вузлового обладнання; застосовано метод знаходження показника економії ширини смуг портів і показника помилки прогнозування трафіку для розрахунку для топології кафедри АСУ НУ «ЛП». Розроблені рекомендації на основі здійснених обчислень для оптимізації роботи комп'ютерної мережі кафедри АСУ.

Також було обчислено показник помилок прогнозу, що дозволяє зробити висновок, що прогнозування поведінки трафіку потоку комп'ютерної мережі є стабільнішим у випадку найбільш рівномірного розподілу комп'ютерів у вузловому обладнанні.

1. *Баскаков, С. И.* Радиотехнические цепи и сигналы: Учеб. для вызов по спец. Радиотехника. 2-е изд. Перераб. и доп. – М. : Высш. шк., 1998. 448 с.
2. *Будкова Л. В., Корнієнко В.І.* Моделирование самоподобного трафика в информационных телекоммуникационных сетях / Л. В. Будкова, В. І. Корнієнко // Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського, 2013 р. - Вип. 4. - С. 46-52.
3. *Олифер Н.А., В.Г. Олифер* © Комп'ютерные сети, Центр Информационных Технологий, 1998.
4. *Муранов О.С.* Дослідження впливу механізму прогнозування трафіку на якість системи адаптивного керування комутатором / О.С. Муранов, Ю.А. Кочергін, В.М. Чуприн // Проблеми інформатизації та управління : Зб. наук. праць НАУ. – К. : НАУ, 2009. – Випуск 1 (25). – С.137-143.
5. *Ivanna Dronjuk, Maria Nazarkevych., Olga Fedevych.* Asymptotic method of traffic simulation (Distributed Computer and Communication Networks) // Communications in Computer and Information Science. Springer 2014, Vol. 279, pp.136-144.
6. *Дронюк І.М., Федевич О.Ю.* Прогнозування трафіку КМ для підвищення ефективності використання мережевого обладнання// Наук.вісн.НЛТУ України.- 2015.-Вип.25.5.-С.301-307
7. *Дронюк І. М., Федевич О. Ю.* Аналіз трафіку комп'ютерної мережі на основі експериментальних даних середовища Wireshark / І. М. Дронюк, О.Ю. Федевич // Вісник Нац. ун-ту "Львівська політехніка". – 2015. – № 814 : Інформаційні системи та мережі. – С. 55–62.
8. *Мендкович Н.А.* Анализ трафика некоммерческих сетей / Н.А. Мендкович // Прикладная информатика. – 2006. – №2. – С. 27-33.
9. *Мхамед Ібрагім Ахмад Альмар.* Збільшення корисного завантаження вузлового обладнання комп'ютерних мереж /Альмар Мхамед // Вісник КНУБА. Управління розвитком складних систем: збірник наукових праць.– К., 2015. – Вип. 21.–С.112 -116.

Поступила 5.10.2015р.