

УДК 621.317

КВЕТНИЙ Р. Н., КОЦЮБІНСЬКИЙ В. Ю., МЕЛЬНИК Л. М.

Вінницький національний технічний університет, Вінниця

**МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕННЯ ЩОДО РОЗПОДІЛЕННЯ
ЗАВАНТАЖЕНОСТІ МЕРЕЖІ В УМОВАХ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОСТІ**

Анотація. В статті вирішується ряд задач таких як, розробка підходу для побудови загального критерію оцінки альтернативних рішень по результатам моделювання та прогнозування часових рядів з довгою та подвійною довгою пам'яттю в умовах багатокритеріальності, а також описується моделювання процесу прийняття рішення щодо розподілення навантаження мережі в умовах багатокритеріальності, використовуючи розроблений підхід. Для цього була розроблена структура системи підтримки прийняття рішень на основі відповідних математичних моделей, описано принцип її роботи. В результаті автори показали її застосування на реальному прикладі та оцінили ефективність розробленого підходу щодо поставленої практичної задачі.

Ключові слова: часові ряди, прогнозування, довга пам'ять, мережа, трафік.

Аннотация. В статье рассматривается ряд задач таких, как разработка критерия оценки альтернативных решений по результатам моделирования та прогнозирования временных рядов с длинной или двойной длинной памятью в условиях многокритериальности, также показан подход моделирования процесса принятия решения о распределении нагрузки сети в условиях многокритериальности, используя разработанный подход. Для этого была разработана структура системы поддержки принятия решений на основе соответствующих математических моделей, описано принцип ее работы. В результате авторы показали ее использование на реальном примере и оценили эффективность разработанного подхода для поставленной практической задачи.

Ключевые слова: временные ряды, прогнозирование, длинная память, сеть, трафик.

Abstract. In the article authors resolve some tasks like developing of approach to build general criteria estimating alternative decisions with usage results of long or double long memory time series modeling and prognostication in multi criteria conditions. Also the article is devoted to the approach to model the decision-making process about the partition of network load in the multi criteria conditions, using developed approach. For this purpose decision making system is developed on the basis of appropriate mathematical models, its working mechanism is described. In addition authors showed its application on the real example and estimated efficiency of the developed approach for given practical task.

Key words: time series, prognostication, long memory, network, traffic.

Вступ

Задачу найкращого вибору вивчає теорія прийняття рішень (ПР). З її допомогою можна здійснити вибір більш обґрунтовано, ефективно використовуючи апріорну інформацію про вимоги та очікувані результати. Наміри особи, що приймає рішення, досягти певної мети іноді вдається в математичних термінах виразити у вигляді максимізації (або мінімізації) деякої числової функції, заданої на деякій множині [1].

Проте в складніших ситуаціях доводиться мати справу не з однією, а відразу декількома такими функціями. Якщо явище розглядається в динаміці, поетапно, то для оцінки кожного етапу теж доводиться вводити окрему функцію (в цьому випадку також доводиться враховувати декілька функціональних показників).

Надзвичайно широкий і важливий з практичної точки зору клас задач вибору складають багатокритеріальні задачі, в яких якість рішення, що приймається, оцінюється по декількох критеріях одночасно.

Актуальність

Більшість методів багатокритеріального вибору досить складні й не забезпечують повноту порівнянь, не враховують всю сукупність критеріїв або ж оцінка альтернативних варіантів ведеться лише по числових або нечислових критеріях. При виборі кращого рішення в таких задачах недостатньо уваги надається врахуванню вимог ОПР, інформації про важливість експертів для ОПР при одночасному збереженні множинності критеріїв, що також мають різну значущість [1 - 3].

У класифікаційних методах ПР важливою проблемою є пошук еталонних представників класів, наявність яких прискорює розпізнавання ситуації, що склалася, а значить і вибір кращого рішення. Особливо актуальними представляються задачі розкладання складних ситуацій на класи і знаходження еталонних представників класів, коли ситуації описані нечіткою множиною іншого рівня.

У зв'язку з цим виникає потреба в створенні зручніших і досить надійних методів багатокритеріального вибору рішень на основі обробки експертних знань і нечіткого розпізнавання ситуацій. В даний час серед методів вирішення задач багатокритеріального вибору, що мають, з одного боку, визнану теоретичну обґрунтованість, а з іншого боку, що задовольняють вимозі універсальності, найбільшого поширення набули методи теорії корисності, методи теорії нечітких множин, методи векторної стратифікації і метод аналізу ієрархій Сааті [1, 2].

Мета и постановка задачі

Метою дослідження є підвищення ефективності багатокритеріального прийняття рішень на основі результатів прогнозування часових рядів з подвійною довгою пам'яттю. При цьому планується вирішити таку задачу як, розробка підходу для побудови загального критерію оцінки альтернативних

рішень по результатам моделювання та прогнозування часових рядів з довгою та подвійною довгою пам'яттю в умовах багатокритеріальності.

Моделювання процесу прийняття рішення для розподілення завантаженості мережі

Нехай розглядається система, яка обслуговує потоки даних декількох класів, наприклад, систему доступу в мережу АТМ. На вході системи є декілька віртуальних каналів, частина з яких передає трафік з найвищим пріоритетом (класи CBR і VBR), а частина - низько пріоритетний трафік (класи ABR і UBR). Якщо пропускна здатність вихідного каналу системи менше суми вхідних, то відбувається конкуренція за ресурс – передача більш пріоритетного трафіку за рахунок менш пріоритетного. Прогнозування в часовій області зміни значення потоків, що проходять через цю систему, може дозволити:

1) Динамічно перерозподіляти розміри буферів, компенсуючи недолік пропускної здатності, виділений для низько пріоритетних даних.

2) Забезпечувати оптимальні часові характеристики, наприклад затримку при буферизації, для VBR потоків.

3) Дати можливість джерелам, які передають дані за допомогою транспортного протоколу із зворотним зв'язком (TCP), отримувати прогнози доступної пропускної здатності мережі і відповідно модифікувати стратегії запобігання перевантаженням.

Схема роботи системи управління інформаційними потоками (СУІП) з вбудованою системою підтримки прийняття рішень (СППР) зображена на рис. 1 і працює наступним чином. З періодичністю, що задається адміністратором, а за замовчуванням 1 раз в хвилину, збираються дані з мережних пристроїв, аналізується стан завантаженості і працездатності окремих каналів зв'язку і мережі в цілому. При цьому визначається, які потоки інформації проходять через кожен інтерфейс вузлів мережі і яку смугу пропускання при цьому займають.

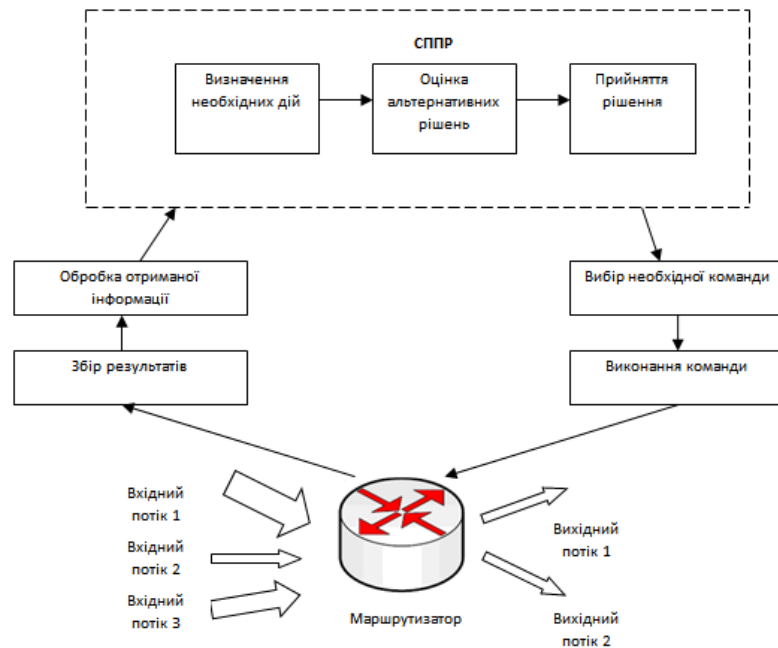


Рисунок 1 – Схема роботи СУІП

Якщо канал завантажений більш ніж на 80%, операторові виводиться попередження про можливе перевантаження мережі або окремих трактів. Коли завантаження окремого каналу перевищує 90% (значення порогів 80% і 90% – значення, що встановлюються за умовчанням, але в процесі роботи адміністратор може їх коректувати), СУІП автоматично робить дії з обмеженням вхідного навантаження і зниження завантаженості каналу. Для цього на мережному рівні здійснюється перегляд списку потоків інформації, що проходять через інтерфейс, і генерується дія, що управляє, на мережний вузол для абсолютної заборони проходження або обмеження смуги пропускання деяких з потоків. Причому потоки, що попали в таблицю пріоритетності, будуть обмежені по смузі пропускання до вимог, вказаних в таблиці. Потоки, що не значаться в таблиці пріоритетів, будуть автоматично послідовно заборонятися для проходження по каналу зв'язку, близькому до перевантаженого стану. Дана процедура виконуватиметься до тих пір, поки завантаження каналу не опуститься нижче заданого критичного значення. При подальшому зниженні завантаженості каналів, заборонені потоки поступово будуть дозволятися.

Формування альтернативних рішень. Були визначені наступні альтернативні рішення щодо дій адміністратора для СППР, розроблені в даній дисертаційній роботі:

1. Попередження оператора від відключення від мережі через можливе перевантаження каналу (якщо прогнозоване значення завантаженості каналу більше ніж 80%).

2. Відключення оператора від мережі, щоб зменшити завантаженість каналу (якщо прогнозоване значення завантаженості каналу більше ніж 90%).

3. Дозвіл оператору користуватись мережею (якщо прогнозоване значення завантаженості каналу менше ніж 80%).

Визначення спеціальних критеріїв для прийняття рішень. Далі були вибрані спеціальні часткові критерії, які описують дану задачу прийняття рішення для роботи з мережею.

1. Показники мережі:

- $S_{сер}$ – середня швидкість обміну в мережі, кб/с. (поточна швидкість для кожного інформаційного потоку в певний момент часу);

- $S_{макс}$ – максимальна швидкість обміну в мережі, кб/с. (максимальна швидкість для кожного інформаційного потоку за певний період часу);

- Вхідна $Q_{инф}$ – кількість інформації, що приймається потоком, Мб/день;

- Вихідна $Q_{инф}$ – кількість інформації, що передається потоком, Мб/день.

2. Показники потоку:

- пріоритет: коефіцієнт, який показує перевагу на обслуговування даного інформаційного потоку у порівнянні з іншими;

- максимальна затримка, мс: час затримки передачі пакету в мережі, який визначає швидкість обміну даними в потоці;

- необхідна полоса пропускання, кб/с: трафік, який забезпечуватись для обслуговування інформаційного потоку.

Розглянемо приклад застосування СППР для перерозподілу інформаційних потоків на протязі одного робочого дня. Аналізувались наступні потоки, які представлені в Таблиці 1 разом з необхідними показниками обслуговування.

Таблиця 1 –Пріоритети потоків і вимоги до якості передачі

Інформаційний потік	Пріоритет	Необхідна полоса пропускання, кб/с	Максимальна затримка, мс
HTTP	1	1024	1024
FTP	2	128	512
POP3	3	64	256
ICQ	4	512	256
SSH	5	256	128

Потік протоколу HTTP використовується для надання доступу оператору до мережі Інтернет, потік FTP – це потік, що обслуговує внутрішню мережу (обмін файлами у локальній мережі), потік SSH забезпечує віддалений доступ до інших вузлів мережі з метою адміністрування, потік POP3 відповідає за обслуговування електронної пошти, а потік протоколу миттєвих повідомлень ICQ забезпечує спілкування оператора за допомогою клієнтів QIP, Trilian, Skype тощо.

Показники мережі, яка забезпечується фірмою, наступні: $S_{сер} = 80$ кб/с, $S_{макс} = 231$ кб/с, вхідна $Q_{инф} = 1711$ Мб/день, вихідна $Q_{инф} = 85$ Мб/день.

Далі був проведений аналіз даних поведінки визначених інформаційних потоків за допомогою розробленої системи.

На основі проведених тестів для ідентифікації типу часового ряду, який описує поведінку завантаженості для кожного визначеного інформаційного потоку, та їх моделювання були отримані наступні моделі, наведені у Таблиці 2.

Таблиця 2 – Результати ідентифікації та моделювання завантаженості потоків

Назва потоку	HTTP	FTP	SSH	POP3	ICQ
Тип часового ряду	Нестационарний гетероскедастичний	З довгою пам'яттю гомоскедастичний	З довгою пам'яттю гетероскедастичний	З довгою пам'яттю гетероскедастичний	Нестационарний гомоскедастичний
Модель	АРІКС-АРУГ	АРЧІКС	АРЧІКС-ГУГ	АРЧІКС-ФУАРУГ	АРІКС

Після проведення етапу аналізу даних виконується розрахунок оцінок альтернативних рішень для кожного визначеного потоку протоколу. В результаті його проведення були отримані наступні результати, наведені у Таблиці 3. По стовпчиках відображені інформаційні потоки, по рядках – визначені альтернативи, а значення, розміщене у комірці, відображає оцінку даної альтернативи для вибраного інформаційного потоку.

Таблиця 3 – Оцінки альтернативних рішень для завантаженості потоків

Альтернативи	HTTP	FTP	SSH	POP3	ICQ
Попереджати	0.47	0.55	0.22	0.39	0.2
Відключати	0.66	0.28	0.39	0.14	0.29
Обслуговувати	0.23	0.26	0.45	0.61	0.36

Аналізуючи отримані результати, можна зробити висновок, що необхідно згенерувати попередження про можливе завантаження мережі для інформаційного потоку «FTP» та «POP3», необхідно на деякий час не обслуговувати інформаційний потік «HTTP» і не приймати ніяких попереджувальних дій стосовно потоку «ICQ» та «SSH».

В якості показника ефективності використання розробленого ПЗ для прийняття рішень під час процесу розподілу завантаженості в мережі була використана величина, яка показує залежність завантаженості каналу зв'язку від часу реакції програми – утилізація каналу [4]. Якщо мережа складається з N вузлів, то загальний коефіцієнт утилізації можна обрахувати за такою формулою:

$$U = \sum_{i=1}^N \alpha_i U_i, \quad (1.1)$$

де $\alpha_i = \frac{\text{Трафік}_i \text{ використаний}}{\text{Трафік}_i \text{ допустимий}}$ – вагові коефіцієнти для i-го вузла мережі;

$U_i = \frac{\text{Трафік}_i \text{ використаний}}{\sum_{i=1}^N \text{Трафік}_i \text{ використаний}}$ – показник утилізації окремого вузла мережі.

Для порівняння ефективності використання різного ПЗ для моніторингу мережі оцінювалась середня утилізація каналу.

Задовільний базовий показник середньої утилізації в мережі Ethernet на швидкостях 100 Мбіт/с складає 30% за одиницю часу – 15 хвилин [2]. Якщо це значення більше, то це ознака підвищеної завантаженості мережі, що свідчить про те, що використовувана СППР не ефективно здійснює перерозподіл навантаженості в каналі.

У Таблиці 4 наведено показники середньої утилізації мережі при використанні різних систем управління, відібраних для порівняння з розробленою СППР.

Таблиця 4 – Порівняльна характеристика показника середньої утилізації для різних прикладних програм

Прикладні програми	Lan2net Traffic	UserGate	NetLimiter	Розроблена СППР
Середня утилізація каналу, %	45.6	33.7	43.09	31.5

Висновки

Аналізуючи дані, отримані у попередній частині статті, можна зробити висновок, що розроблена СППР показала одні з найкращих результатів при розподілі навантаженості мережі, таким чином наблизивши показник середньої утилізації до базового.

Тобто можна зробити висновок, що функціонування мережі суттєво залежить від алгоритмів роботи програмного забезпечення, яке використовується для моніторингу. Саме якість прикладного програмного забезпечення в мережі є одним із найбільш важливих факторів, що визначають задовільну працездатність мережі.

Список літератури

1. Мельник Л.М. Прогнозирование временных рядов с двойной длиной памяти/ Кветний Р.Н., Л.М. Мельник, В.Ю.Коцюбинський. – Palmarium Academic Publishing, 2013. – 140 с.

2. Кислиця Л.М. Інформаційна технологія прийняття рішень на основі прогнозування часових рядів з довгою пам’яттю [монографія] / Кветний Р.Н., Л.М. Кислиця, В.Ю.Коцюбинський, В.В. Усов // Вінниця: УНІВЕРСУМ, 2012. – 139 с.

3. Кветний Р.Н. Using of adaptive approach to make decision in difficult systems/ Р.Н.Кветний, В.Ю. Коцюбинський, Л.М. Кислиця, Н.В.Казимірова, Г. В. Кириленко // Wspolczesne problem informatyki. – Legnica, 2011. – №1. – С. 205-219.

4. Кислиця Л.М. Математична модель системи підтримки прийняття рішень з адаптацією до користувача / Кветний Р.Н., Л.М. Кислиця, В.Ю.Коцюбинський, І.В.Богач, Н.В. Казимірова // Вісник Вінницького Політехнічного інституту. – 2011. – №4. – С.122-126.

Відомості про авторів

Кветний Роман Наумович – д.т.н., зав. каф. АІВТ Вінницького національного технічного університету, 21021 Україна, Вінниця, Хмельницьке ш., 95.

Мельник Людмила Миколаївна – к.т.н., доц. каф. АІВТ Вінницького національного технічного університету, 21021 Україна, Вінниця, Хмельницьке ш., 95.

Коцюбинський Володимир Юрійович – к.т.н., доц. каф. АІВТ Вінницького національного технічного університету, 21021 Україна, Вінниця, Хмельницьке ш., 95.