

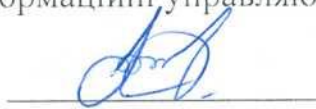
МІНІСТЕРСТВО ФІНАНСІВ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ПОДАТКОВИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ ФІНАНСІВ ТА ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНИХ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ І
СИСТЕМ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: Розробка методу дослідження трафіку мультисервісних мереж на основі аналізу розподілу кількості заявок

Здобувача вищої освіти другого (магістерського) рівня,
II курсу, групи КМІз-21-1, спеціальності 122 «Комп'ютерні науки»,
освітня програма «Інформаційні управляючі системи і технології в економіці»



(підпис)

Рогового Дмитра
Сергійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

Науковий керівник



(підпис)

Грищенко Світлана
Миколаївна, к.пед.н.,ст.
досл.

(прізвище, ім'я, по батькові,
науковий ступінь, вчене звання)

Керівник освітньо-
професійної програми



(підпис)

Горбовий Артур Юліанович,
д.т.н, професор

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий
ступінь, вчене звання)

Допущено до захисту за рішенням кафедри
протокол від «12» січня 2023 № 6

Завідувач кафедри



(підпис)

Філоненко Михайло
Миколайович, к.ф.-м.н.,
доцент

(прізвище, ім'я, по батькові,
науковий ступінь, вчене звання)

Ірпінь – 2023

Реєстрація № 4

12.01.2023

(дата)


(підпис відповідальної особи)

Результати перевірки

до захисту
(до захисту, на доопрацювання)

12.01.2023

(дата)


(підпис)

Результат захисту

4 (добре)
(оцінка)

13.02.2023

(дата)


(підпис)

Голова комісії:


(підпис)

В.М. Франчук

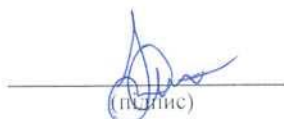
Члени комісії:


(підпис)

М.М. Філоненко


(підпис)

О.В. Редич


(підпис)

Є.В. Котух

БЛАНК ОЦІНЮВАННЯ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ

Об'єкти контролю	Діапазон оцінки в балах	Фактична кількість балів	Примітки	Дата, П.І.Б.: керівника, голови комісії членів комісії, секретаря, (підписи)
ОЦІНЮВАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ КОМІСІЄЮ ПО ЗАХИСТУ				
1. Зміст випускної роботи (якість теоретичного матеріалу, його зв'язок з практичним, вміння представляти матеріал в логічній послідовності, наявність висновків та пропозицій)	від 0 до 30	25		13.02.2023 Франчук В.М.  Філоненко М.М.  Редич О.В.  Котух С.В.  Суховерхівка Л.П. 
2. Дотримання вимог щодо оформлення	від 0 до 10	6		
3. Вчасне виконання роботи на всіх етапах у встановлені кафедрою терміни	від 0 до 5	3		
4. Рецензент	від 0 до 5	4		
РАЗОМ БАЛІВ	від 0 до 50	38		

Оцінювання кваліфікаційної роботи науковим керівником - 40 балів.

ПЕРЕВЕДЕННЯ ОЦІНКИ ЗА 100-БАЛЬНОЮ ШКАЛОЮ ДО НАЦІОНАЛЬНОЇ ШКАЛИ ТА ШКАЛИ ЄКТС

Оцінка за 100-бальною шкалою	Оцінка за шкалою ЄКТС	Оцінка за національною шкалою	Дата	П.І.Б.: голови, членів комісії, секретаря, (підпис)
78	C	4 (добре)	13.02.2023	Франчук В.М.  Філоненко М.М.  Редич О.В.  Котух С.В.  Суховерхівка Л.П. 

ПРАВИЛА ПЕРЕВЕДЕННЯ ОЦІНОК ДО НАЦІОНАЛЬНОЇ ШКАЛИ ТА ШКАЛИ ЄКТС

Оцінка за 100-бальною шкалою	Оцінка за шкалою ЄКТС	Оцінка за національною шкалою
90-100	A	5 (відмінно)
80-89	B	4 (добре)
70-79	C	
60-69	D	
50-59	E	3 (задовільно)
35-49	FX	2 (незадовільно)

Факультет фінансів та цифрових технологій

Кафедра комп'ютерних та інформаційних технологій і систем

Галузь знань: 12 «Інформаційні технології»

Спеціальність: 122 «Комп'ютерні науки»

Освітня програма: «Інформаційні управляючі системи і технології в економіці»

Затверджую

В.о. завідувача кафедри

 Федотова-Півень І.М.

«10» 01 2022

**Завдання на кваліфікаційну роботу
здобувачу вищої освіти
Роговому Дмитру Сергійовичу**

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема випускної кваліфікаційної роботи: Розробка методу дослідження трафіку мультисервісних мереж на основі аналізу розподілу кількості заявок.

Затверджена наказом ректора від «05» січня 2022 № 4

2. Строк здачі закінченої роботи «11» січня 2023

3. Цільова установка _____

Мета роботи: дослідження трафіку та якості забезпечення для користувачів
Об'єкт дослідження трафік мультисервісних мереж.

Об'єкт дослідження: трафік мультисервісних мереж.

Предмет дослідження: мультисервісних мереж на основі аналізу розподілу кількості заявок.

База дослідження: Національний телеком-оператор Vega Telecom.

4. Вихідні дані до роботи: технологічні рішення дослідження трафіку мультисервісних мереж.

5. Перелік графічного матеріалу: 18 знімків екранних вікон.

6. Зміст випускної кваліфікаційної роботи (перелік питань за кожним розділом)

Розділ 1. Опис та аналіз мультисервісних мереж. 1.1. Мультисервісні мережі та їх переваги. 1.2. Трафік та параметри якості обслуговування. Розділ 2. Впровадження методу дослідження трафіку мультисервісних мереж на підприємстві. 2.1. Дослідження трафіку на підприємстві за допомогою методу та аналізу розподілу кількості заявок. 2.2. Дослідження трафіку на підприємстві за допомогою методу та аналізу розподілу кількості заявок. Розділ 3. Усунення несправностей в мультисервісних мережах.

7. Календарний план виконання роботи

№ п/п	Назва етапів випускної кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	
		За планом	Фактично
1	2	3	4
1	Вибір теми, підбір літературних джерел, формування структури кваліфікаційної роботи	До 27.12.2021	27.12.2021
2	I розділ (розкрити сутність і стан дослідження наукової проблематики роботи, після чого навести її загальну характеристику; огляд літератури за темою і вибір конкретних напрямів досліджень)	26. 05. 2022	26. 05. 2022
3	II розділ (аналіз експериментальної частини про методики досліджень)	20. 11.2022	20. 11.2022
4	III розділ (проведені теоретичні і (або) експериментальні дослідження та проектні рішення)	30. 11.2022	30. 11.2022
5	Висновки	15. 12.2022	15. 12.2022
6	Доопрацювання роботи з урахуванням зауважень наукового керівника	10.01.2023	10.01.2023
7	Отримання відгуку керівника	15.01.2023	23.01.2023
8	Отримання зовнішньої рецензії	25.01.2023	03.02.2023

8. Дата видачі завдання «11» січня 2022

9. Керівник випускної кваліфікаційної роботи


(підпис)

Грищенко С.М.
(прізвище, ініціали)

10. Керівник освітньо-професійної програми


(підпис)

Горбовий А.Ю.
(прізвище, ініціали)

11. Завдання до виконання отримав здобувач вищої освіти


(підпис)

Роговой Д.С.
(прізвище, ініціали)

АНОТАЦІЯ

Розробка методу дослідження трафіку мультисервісних мереж на основі аналізу розподілу кількості заявок

Мета роботи полягає в дослідженні трафіку та якості забезпечення для користувачів.

Завданнями роботи є розробити та впровадити метод дослідження трафіку мультисервісних мереж на підприємство.

Предметом дослідження є дослідження мультисервісних мереж на основі аналізу розподілу кількості заявок.

Об'єктом дослідження виступає трафік мультисервісних мереж.

Базою дослідження виступає Національний телеком-оператор Vega Telecom

За результатами дослідження сформульовані **завдання**:

- проаналізовано та систематизовано інформацію відносно технології обслуговування та аналізу трафіку мультисервісних мереж, її розвитку, принципів роботи та переваги; досліджено трафік та параметри якості обслуговування загалом; досліджено трафік на підприємстві за допомогою методу та аналізу розподілу кількості заявок; здійснено перевірку запропонованого методу та алгоритму; пройдено процес удосконалення трафіку мультисервісних мереж на підприємстві, застосування саме до управління трафіком дозволить підвищити якість обслуговування в корпоративних мережах;
- запропоновано метод управління усунення несправностей в мультисервісних мережах.

Одержані результати можуть бути використані на базі практики та на будь-якому підприємстві, на меті є якого є забезпечення якості для користувачів за допомогою трафіку мультисервісних мереж.

Кваліфікаційна робота містить 57 сторінок, 18 рисунків, список використаних джерел з 40 найменувань.

Ключові слова: трафік, мультисервісні мережі, якість, метод, дослідження, налаштування.

Рік виконання кваліфікаційної роботи 2022р.

Рік захисту роботи 2023 р.

ABSTRACT

Development of a method for studying the traffic of multiservice networks based on the analysis of the distribution of the number of applications

The purpose of the study is to investigate the traffic and quality of service for users.

The tasks of the work are to develop and implement a method for studying the traffic of multiservice networks to an enterprise.

The subject of research is the study of multiservice networks based on the analysis of the distribution of the number of applications.

The object of research is the traffic of multiservice networks.

The research base is the national telecom operator Vega Telecom.

Based on the results of the study, the following tasks were formulated:

- to analyze and systematize information on the technology of servicing and analyzing the traffic of multiservice networks, its development, principles of operation and advantages; to study the traffic and parameters of service quality in general; to study the traffic at the enterprise using the method and analysis of the distribution of the number of applications; to verify the proposed method and algorithm; to improve the traffic of multiservice networks at the enterprise, applying it to traffic management will improve the quality of service in the corporation;
- a method for managing troubleshooting in multiservice networks is proposed.

The obtained results can be used on the basis of practice and at any enterprise whose goal is to ensure quality for users through the traffic of multiservice networks.

The qualification work contains 57 pages, 18 figures, a list of 40 references.

Keywords: traffic, multiservice networks, quality, method, research, tuning.

The year of the qualification work is 2022.

Year of thesis defense: 2023.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	11
РОЗДІЛ 1. ОПИС ТА АНАЛІЗ МУЛЬТИСЕРВІСНИХ МЕРЕЖ	
1.1 Мультисервісні мережі та їх переваги.....	13
1.2 Трафік та параметри якості обслуговування.....	15
РОЗДІЛ 2. ВПРОВАДЖЕННЯ МЕТОДУ ДОСЛІДЖЕННЯ ТРАФІКУ МУЛЬТИСЕРВІСНИХ МЕРЕЖ НА ПІДПРИЄМСТВІ	
2.1 Дослідження трафіку на підприємстві за допомогою методу та аналізу розподілу кількості заявок.....	25
2.2. Аналіз експериментальних даних.....	39
РОЗДІЛ 3. УСУНЕННЯ НЕСПРАВНОСТЕЙ В МУЛЬТИСЕРВІСНИХ МЕРЕЖАХ.....	46
ВИСНОВКИ.....	52
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	54

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ

СМО - система масового обслуговування

МСМ- мультисервісні мережі

СП- стохастичні процеси

МСА - модифікованої стохастичної апроксимації

ПГП - псевдоградієнтних процедур

ПЗ - програмне забезпечення

ВСТУП

Сучасний рівень розвитку інформаційного суспільства та інтелектуальних сфер діяльності людини базується на використанні цифрових та телекомунікаційних технологій. Постійне зростання обсягу інформації, збільшення швидкості передачі інформаційних потоків у цифрових мережах зв'язку, як і раніше, залишається актуальним завдання оцінки якості обслуговування потоків трафіку. Задачею сучасних телекомунікаційних систем є забезпечення заданого рівня якості обслуговування.

Постійне вдосконалення галузі телекомунікацій змінило як політику ціни, так і в цілому зниження навантаження на передачу даних. Для розв'язання проблем аналізу телекомунікаційних систем необхідно мати у своєму розпорядженні відповідні моделі та інженерні методи, що дозволяють на основі даних вимірювань оцінювати якість надання послуг та прогнозувати характеристики їх роботи.

У цих умовах розробка нових методів аналізу трафіку мультисервісних мереж, що забезпечують простоту розрахунків та їхню прийнятну точність, стає особливо актуальною.

Різноманітні підходи побудови мультисервісних мереж і аналізу трафіку відображено у працях зарубіжних авторів W.E. Leland, M.S. Taqqu W. Willinger, D.V. Wilson A. S. Tanenbaum, D. J. Wetherall та інші.

Простим рішенням для забезпечення високої якості обслуговування є побудова мережі достатньої потужності для будь-якого трафіку, який буде кинутий на нього. Назва цього рішення – надмірне надання. Отримана мережа буде переносити трафік дод атків без значних втрат і, за умови гідної схеми маршрутизації, доставлятиме пакети з низькою затримкою. Продуктивність не стає кращою, ніж це.

Метою роботи дослідженні трафіку та якості забезпечення для користувачів в Національному телеком-операторі Vega Telecom.

Для досягнення мети необхідно вирішити такі **завдання**:

- дослідити та проаналізувати теоретичну базу досліджуваного питання;
- вивчити предметну область і провести аналіз досліджуваної області;

– застосувати у Національному телеком-операторі Vega Telecom метод на основі аналізу розподілу кількості заявок до управління трафіком, що дозволить підвищити якість обслуговування в мережах;

– проаналізувати проведені дослідження та його практичне виконання і зробити висновки;

– запропонувати пропозиції за результатами дослідження.

Об’єкт дослідження – є трафік мультисервісних мереж.

База досліджень – Національний телеком-оператор Vega Telecom.

Предмет дослідження – мультисервісні мережі на основі аналізу розподілу кількості заявок. Для досягнення поставленої мети було використано наступні методи дослідження:

– аналіз різних поглядів науковців на проблему, що досліджується,

– для вивчення стану її розробленості; структурно-функціональний – для виділення та характеристики моделей та інженерних методів; порівняння – для виявлення якісних характеристик забезпечення якості обслуговування, узагальнення – для визначення стану дослідження трафіку та забезпечення якості для користувачів.

Наукова-практична важливість отриманих результатів. Розробка методу до задач управління трафіком та застосування його на основі аналізу розподілу кількості заявок до управління трафіком, що дозволяє підвищити якість обслуговування в мультисервісних мережах.

Практичне значення одержаних результатів. Запропоновано використовувати розробку методу до задач управління трафіком на підприємстві Національний телеком-оператор Vega Telecom на основі аналізу розподілу кількості заявок.

Апробація результатів роботи. Основні результати дослідження висвітлено в матеріалах збірника тез Міжнародного конгресу (м. Ірпінь, 27 квітня 2022 р.).

РОЗДІЛ 1. ОПИС ТА АНАЛІЗ МУЛЬТИСЕРВІСНИХ МЕРЕЖ

1.1. Мультисервісні мережі та їх переваги.

У телекомунікаційній спільноті існує чимало різних визначень мультисервісних мереж (далі МСМ).

Розглянемо деякі з них, наголошуючи на недоліках: це мережі, в яких надається більше однієї послуги – по суті, дослівне тлумачення (від простого перекладу «мульті» – багато, «сервіс» – послуга, тобто мережі, що забезпечують «багато послуг» або, точніше, багато їх видів), але при цьому досить широке, що не дозволяє точно сформулювати визначення:

- сучасні мережі передачі – неконкретне визначення (незрозуміло, що у цьому контексті означає «сучасні»);
- мережі широкосмугової передачі – інтуїтивно відбиває суть питання, але має низку недоліків системного плану;
- мережі зв'язку наступного покоління (NGN – Next Generation Networks);
- мережі, готові надати будь-які телекомунікаційні та інформаційні послуги;

Інтегральна телекомунікаційна інфраструктура, яка має достатньо ресурсів для того, щоб забезпечити всі форми інформаційного обміну, що виконується на користь постачальника чи споживача різноманітних послуг.

Різнманітні визначення, наведені вище, містять у собі ряд недоліків – немає жодного, яке могло б вважатися повним і відбиватиме суть питання. Тому як визначення поняття «мультисервісна мережа» пропонується таке формулювання: мультисервісна мережа зв'язку – це єдина телекомунікаційна інфраструктура для перенесення, комутації трафіку довільного типу, що породжується взаємодією споживачів та постачальників послуг зв'язку з контрольованими та гарантованими параметрами трафіку. Дана мережа повинна гарантувати обумовлену якість з'єднань та послуг, що надаються.

Мультисервісна мережа інтегральна телекомунікаційна інфраструктура, що має достатньо ресурсів у тому, щоб забезпечити всі форми інформаційного

обміну, виконуваного у сфері постачальника чи споживача різноманітних послуг [24].

Сучасні мультисервісні мережі можуть надавати такі послуги [13, 26, 40]:

1. Передача мови, що реалізується на базі IP-телефонії з використанням IP-телефонів та персональних комп'ютерів, пов'язаних із телефонною мережею загального користування.
2. Відеотелефонія між двома і більше користувачами на базі Ethernet-мережі, що дозволяє одночасно передавати аудіо та відеоінформацію за допомогою персональних комп'ютерів, оснащених спеціальним апаратним та програмним забезпеченням.
3. Доступ до баз даних, що функціонують у рамках МСМ.
4. Доступ до ресурсів файлових серверів, які зазвичай мають великий обсяг дискового простору, які можуть зберігати різноманітну інформацію і призначені для виконання файлових операцій введення-виводу. Доступ до файлових серверів регламентується адміністратором МСМ та може бути обмежений для зовнішніх користувачів.
5. Web-сервер, за допомогою якого користувачі МСМ можуть розміщувати власні ресурси, доступні зовнішнім користувачам.
6. Доступ до мережі Інтернет.
7. Поштовий сервер, який пов'язаний з мережею Інтернет та дозволяє користувачам МСМ за допомогою програм-клієнтів електронної пошти взаємодіяти з ним та передавати інформацію як усередині МСМ, так і за її межі.

Вимоги сучасних мультисервісних мереж сьогодні постійно зростають, це обумовлено тим, що життя сучасної людини все більше «зростається» з глобальною мережею Інтернет.

Мультисервісні мережі – дозволяють нам отримувати велику кількість сервісів та послуг (IPTV, VoIP, відео на вимогу, соціальні мережі, корпоративні мережі, та багато ін.) використовуючи спільну інфраструктуру.

Розвиток сучасних мультисервісних комп'ютерних мереж – є важливим питанням сучасного суспільства: по-перше, мультисервісні комп'ютерні мережі є необхідним фактором для доступу людини до сучасних технологій, які значно

полегшують життя, по-друге, розвиток мультисервісних мереж є важливою складовою розвитку економіки як на рівні окремого підприємства, так і державному рівні.

Мультисервісні мережі мають перевагу перед клієнтами реалізувати такі важливі функції, а саме:

- надавати якісну передачу даних;
- ефективне використання смуги пропускання наявних магістральних каналів зв'язку;
- побудова безпечної схеми передачі даних;
- впровадження єдиної системи управління діяльністю всіх відділів і філій;
- організація системи резервування каналів передачі даних і доступу до Інтернет;
- управління інформаційними ресурсами та централізований моніторинг;
- створення єдиної телефонної мережі з єдиним адресним простором
- введення нових корпоративних сервісів і додатків;
- здійснення єдиної адміністративно-технічної політики в області інформаційного обміну;
- виключення дублювання функцій та підвищення продуктивності праці співробітників та скорочення витрат на всі канали зв'язку;
- збільшення конкурентоспроможності організації;
- підвищення продуктивності праці співробітників.

При переході до мультисервісної мережі потрібно забезпечити необхідну пропускну здатність для потокового голосового та відео трафіку.

1.2 Трафік та параметри якості обслуговування.

Під трафіком розуміється цифровий потік даних, що містить різні види повідомлень, які приймають органи почуттів людини (зазвичай звукова

та/або відеоінформація). Потоки даних передаються телекомунікаційними мережами з метою надання віддалених інтерактивних послуг. Найбільш поширеними на сьогодні мультимедійними послугами, що надаються користувачам мережі, є: відеотелефонія, високошвидкісна передача мультимедійних даних, IP-телефонія, цифрове телевізійне мовлення, мобільний відеозв'язок та цифрове відео на запит.

Залежно від типу сервісу, що надається, виділяються дві основні категорії трафіку.

1. Трафік реального часу, що надає мультимедійні послуги передачі інформації між користувачами в реальному масштабі часу.

2. Трафік звичайних даних, що утворюється традиційними розподіленими послугами сучасної телекомунікаційної мережі, таких як електронна пошта, передача файлів, віртуальний термінал, віддалений доступ до баз даних та ін.

Як приклади послуг, що генерують трафік реального часу, можна навести такі: IP-телефонія, високоякісний звук, відеотелефонія, відеоконференцзв'язок, дистанційне (віддалене) медичне обслуговування (діагностика, моніторинг, консультація), відеомоніторинг, широкомовне відео, цифрове телебачення, мовлення радіо- та телевізійних програм.

IP-телефонія. Даний сервіс здійснює передачу голосового трафіку (мовлення) між двома абонентами мережі, в якій, як мережний, використовується протокол IP (Internet Protocol). Для організації сервісу IP-телефонія можуть бути використані локальні, корпоративні, глобальні мережі, а також мережа Інтернет. За допомогою спеціальних шлюзів, що використовуються в телефонній мережі загального користування, забезпечується IP-телефонний зв'язок між абонентами телефонних мереж та абонентами мереж передачі даних.

Високоякісний звук. Під «високоякісним звуком» розуміється такий сервіс, який здійснює передачу та мовлення високоякісного звуку, наприклад музики, концертних виступів тощо.

Відеотелефонія. Даний сервіс здійснює передачу людської мови разом із зображенням невисокої якості між двома абонентами. Клієнти даного сервісу через відповідну комутаційну апаратуру можуть слухати та бачити один одного в режимі реального часу.

Відеоконференція. Даний сервіс здійснює передачу голосового та відеотрафіку між групою абонентів, причому звукові та відеосигнали передаються мережею незалежно один від одного (за різними транспортними з'єднаннями), їх синхронізація на прийомі забезпечується відповідним протоколом транспортного рівня.

Дистанційне медичне обслуговування. Цей сервіс забезпечує проведення дистанційного медичного обстеження, діагностики та консультації хворих. Трафік даного сервісу включає голосові та відео, результати обстеження, передані в реальному масштабі часу, та ін.

Відеомоніторинг. Даний сервіс здійснює відеоспостереження приміщень, застосовується для охорони територій різного призначення, оперативної сигналізації про різні нештатні ситуації, постійного (в режимі реального часу) моніторингу в місцях скупчення людей.

Мовлення радіо та телевізійних програм. Даний сервіс здійснює мовлення звичайних радіо- та телевізійних каналів цифрової телекомунікаційної мережі.

Цифрове телебачення. Даний сервіс здійснює мовлення високоякісного цифрового телебачення (художніх фільмів, музичних відеокліпів, спортивних трансляцій) на запит клієнтів даного сервісу.

Основною тенденцією у розвитку сучасних телекомунікаційних мереж є підтримка різних видів сервісу, зокрема мультимедійного. Вимоги різних типів мультимедійного трафіку до мережевих ресурсів можуть відрізнятися дуже суттєво. Наприклад, звичайний трафік, як правило, не накладає особливих обмежень на час доставлення до одержувача. Все, що потрібно такому трафіку, - це виділення йому мінімальної пропускної спроможності.

Іншим прикладом може бути трафік для відеоконференцій в реальному масштабі часу. Він вимагає не лише значної пропускної спроможності, а й

мінімізації часу доставлення відеокадрів до одержувача. Крім того, якість проведення сеансу відеоконференції не буде задовільною, якщо затримки пакетів інформації мають надто нерегулярний характер. У цьому випадку до ресурсів мережі пред'являються жорсткі вимоги щодо багатьох параметрів. Ці параметри докладно будуть розглянуті нижче.

Опис та аналіз мультимедійного трафіку в сучасних телекомунікаційних мережах є складним та важким завданням. Основними причинами цих труднощів є:

- широкий діапазон швидкостей передачі - від кількох Кбіт/с, як у разі передачі телефонного трафіку, до сотень Мбіт/с, під час передачі відеопотоків;
- різноманітні статистичні властивості мультимедійних інформаційних потоків, що передаються (трафік реального часу накладає жорсткі вимоги до ресурсів мережі);
- велика різноманітність мережевих конфігурацій, безліч технологій та протоколів передачі (Gigabit Ethernet, ATM, MPLS та ін.);
- багаторівнева обробка повідомлень, що передаються, внаслідок чого якість обслуговування виявляється залежним від декількох рівнів обробки.

Є безліч моделей опису трафіку в різних телекомунікаційних мережах.

У випадку мультимедійний трафік деякої послуги представляється як випадкового процесу. Нехай миттєве значення трафіку - кількість блоків інформації, які генерує відповідний сервіс в одиницю часу. Тоді в загальному випадку випадковий процес $B(t)$ описується сімейством функції розподілу $F_{B(t)}(x)$ у формулі (1.1)

$$F_{B(t)}(x) = \text{Вер} \{B(t) \leq x\} \quad (1.1)$$

Практичне використання такого методу опису важко, не існує математичного апарату, що забезпечує оцінку параметрів якості такого нестационарного навантаження загального виду, складність в адекватному оцінюванні сімейства функції розподілу $F_{B(t)}(x)$].

Для параметризації мультимедійного трафіку зазвичай використовується ряд характеристик, які визначені рекомендаціями ІТУ-Т. Ці показники описують інтегральні параметри випадкового процесу $B(t)$, приклад реалізації якого наведено на рис. 1.1.

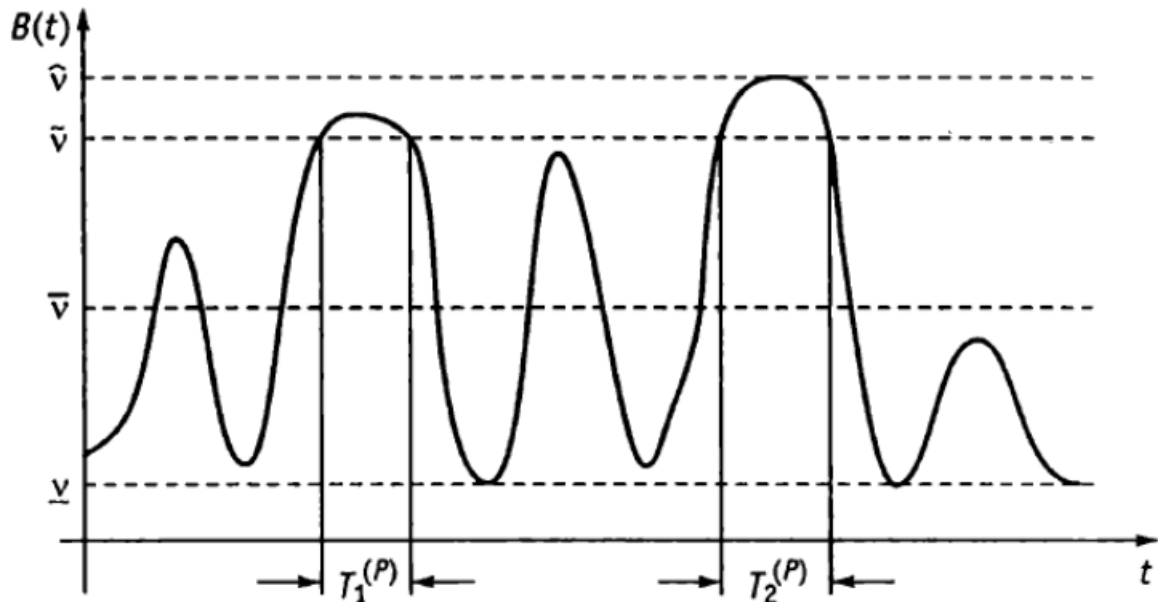


Рис. 1.1. Основні параметри мультимедійного трафіку

До характеристик трафіку, що генерується різними мультимедійними послугами, належать такі:

- значення трафіку (миттєве, максимальне, пікове, середнє та мінімальне), біт/с;
- коефіцієнт пачечності трафіку (пульсація);
- середня тривалість пікового трафіку;
- середня тривалість сеансу зв'язку;
- формати елементів трафіку;
- максимальний, середній, мінімальний розмір пакета;
- інтенсивність трафіку запитів.

Максимальне значення трафіку $\hat{v}$. Максимальна кількість блоків інформації, що відповідний сервіс генерує в одиницю часу, визначається як:

$$\hat{v} = \max B(t) \quad (1.2)$$

Пікове значення трафіку. Трафік відповідного сервісу, який перевищує встановлений йому піковий поріг $\hat{v}$.

Середнє значення трафіку $\bar{v}$. Середня кількість блоків інформації, що відповідний сервіс генерує в одиницю часу, визначається як

$$\hat{v} = \frac{1}{T(s)} \int_0^{T(s)} B(t) dt \quad (1.3)$$

Мінімальне значення трафіку $\underline{v}$. Мінімальна кількість блоків інформації, що відповідний сервіс генерує в одиницю часу, визначається як

$$\underline{v} = \min B(t) \quad (1.4)$$

Коефіцієнт пачечності трафіку K . Визначається як відношення між максимальним та середнім трафіком відповідного сервісу. Коефіцієнт пачечності обчислюється за такою формулою:

$$K = \frac{\hat{v}}{\bar{v}} \quad (1.6)$$

Середня тривалість піку $\bar{T}^{(p)}$ Середня тривалість інтервалу часу, протягом якого відповідний сервіс генерує піковий трафік, обчислюється за такою формулою (1.7):

$$\bar{T}^{(p)} = \frac{1}{N^{(p)}} \sum_{i=1}^{N^{(p)}} T_i^{(p)} \quad (1.7)$$

Наведені вище параметри використовуються для опису трафіку відповідного сервісу протягом одного сеансу зв'язку з абонентом сервісу.

Інтенсивність запитів λ на отримання обслуговування абонентами мережі у відповідного сервісу визначається як середня кількість запитів, що надійшли на обслуговування в одиницю часу.

Середня тривалість сеансу зв'язку $\bar{T}^S$ – середня тривалість інтервалу часу, протягом якого відповідний сервіс обслуговує запит.

Максимальний розмір пакета $\hat{s}$ – максимальний розмір елемента трафіку у бітах (елемент трафіку передається адресату як єдине ціле).

Таблиця 1.1

Параметри трафіку мультимедійних послуг (типові значення)

Тип мультимедійного сервісу	Параметри мультимедійних трафіків					
	$\hat{v}$ Мбіт/с	$\bar{v}$ Мбіт/с	К	$T_i^{(p)}$ с	$T_i^{(s)}$ с	Λ , Место для уравнения. сеанс/доб
ІР-телефонія	0,064	0,064	1	100	100	5
Високоякісний звук	1	1	1	53	53	3
Відеотелефонія	10	2	5	1	100	6
Відеоконференція	10	2	5	1	1000	6
Дистанційне медичне обслуговування	10	2	5	1	1000	3
Відеомоніторинг	10	2	5	-	-	6
Мовлення радіо та телевізійних програм	34	34	1	-	-	6
Цифрове телебачення	34	34	1	-	5400	6

Джерело: [19].

Середній розмір пакета $\bar{s}$ – середній розмір елемента трафіку у бітах.

Мінімальний розмір пакета s – мінімальний розмір елемента трафіку в бітах.

Деякі типові параметри трафіку, що генерується відповідними джерелами, наведені у табл. 1.1

При передачі різного виду трафіку, кожному користувачеві має бути представлено телекомунікаційне (транспортне) з'єднання, яке забезпечує відповідне цьому трафіку якість обслуговування відповідно до міжнародних рекомендацій та стандартів.

Виділяються такі основні параметри якості з'єднання: час встановлення з'єднання; 2) можливість встановлення з'єднання; 3) ймовірність розриву з'єднання; 4) затримка; 5) ймовірність втрати; 6) джиттер.

Час встановлення з'єднання $t^{(cn)}$ – визначається як інтервал часу від моменту видачі абонентом запиту на надання відповідного мультимедійного сервісу до початку надання цього сервісу.

Ймовірність встановлення з'єднання $P^{(cn)}$ – відношення числа запитів, яким вже надано відповідний сервіс, до кількості запитів на надання цього сервісу.

Ймовірність розриву з'єднання $P^{(rj)}$ – визначається як відношення числа запитів, яким відповідний сервіс не було надано повністю, до загального числа обслуговуваних запитів.

Затримки t_i – визначається як інтервал часу між моментом початку передачі відправникам i -блоку даних трафіку відповідного сервісу та моментом закінчення прийому цього блоку його одержувачем. Затримка t_i складається з часів пакетизації, передачі та розповсюдження переданих блоків даних по каналах зв'язку між вузлами телекомунікаційної мережі, а також з часу очікування цих блоків у чергах проміжних комутаторів та маршрутизаторів мережі.

В асинхронній телекомунікаційній мережі затримка блоків даних може бути різною для кожного блоку i є випадковою величиною, яка виражається наступним чином:

$$\tau_i = \tau_i^p + \sum_{k=1}^M \tau_{ij}^{pr} + \sum_{i=1}^N (\tau_{ij}^{sr} + \tau_{ij}^{wt}) \quad (1.8)$$

де τ^p - Випадкова величина часу пакетизації і-блоку даних трафіку; М – загальна кількість каналів зв'язку між двома абонентами сервісу; N – загальна кількість комутаційних пристроїв, розташованих між двома абонентами сервісу.

Середня затримка $\bar{\tau}$ визначається як середнє значення всіх затримок блоків даних, що передаються,

$$\bar{\tau} = \frac{1}{N^{(b)}} \sum_i^{N^{(b)}} \tau_i \quad (1.9)$$

Вплив параметрів транспортного з'єднання на якість сервісу, що надається абонентам, представлено в табл. 1.2.

Значення часу доставки та джиттера доставки є важливими мережевими характеристиками послуг, що здійснюються в реальному масштабі часу.

Допустимі значення затримки, джиттера, ймовірності втрати пакета, ймовірності встановлення з'єднання, часу встановлення з'єднання та ймовірності розриву з'єднання, визначені для основних типів мультимедійних послуг, отримані в результаті досліджень Європейського дослідницького центру телекомунікацій (RACE - Research on Advanced Communication in Europe), наводяться в табл. 1.3

Таблиця 1.2.

Вплив параметрів транспортного сполучення
на якість надання сервісу

Параметри якості	Тип сервісу			
	телефонія	відеоконференції	відео по запити	передача даних
Затримка	Значна	Значна	Помірне	Незначне
Час встановлення з'єднання	Значна	Значна	Помірне	Помірне
Джиттер	Значна	Значна	Значна	Незначне
Ймовірність	Помірне	Помірне	Помірне	Значне

втрати				
Ймовірність встановлення з'єднання	Значне	Значне	Значне	Значне
Ймовірність розриву з'єднання	Значна	Значна	Значна	Незначне

Джерело: [20].

Примітка. Терміни значне, помірне, незначне означають: значний вплив впливу параметра телекомунікаційного з'єднання на якість надання сервісу. Велике значення цього параметра є неприйнятним; помірне - середній вплив параметра телекомунікаційного з'єднання на якість надання сервісу. Невелике значення цього параметра допустиме; незначне - слабе вплив параметра телекомунікаційного з'єднання на якість надання сервісу. Велике значення цього параметра припустимо.

Таблиця 1.3.

Допустимі значення параметрів якості обслуговування при передачі мультимедійного трафіку

Тип сервісу	Параметри якості обслуговування				
	$t^{(cn)}$, с	$P^{(rj)}$	τ ,мс	$P^{(rs)}$	σ , с
ІР-телефонія	0,5...1	10^{-3}	25...500	10^{-3}	100...150
Відеоконференція	0,5...1	10^{-3}	30	10^{-3}	30...100
Цифрове відео по запиту	0,5...1	10^{-3}	30	10^{-3}	30...100
Передача звичайних даних	0,5...1	10^{-6}	50...1000	10^{-6}	-
Телевізійне мовлення	0,5...1	10^{-8}	1000	10^{-8}	-

Джерело: [20].

РОЗДІЛ 2. ВПРОВАДЖЕННЯ МЕТОДУ ДОСЛІДЖЕННЯ ТРАФІКУ МУЛЬТИСЕРВІСНИХ МЕРЕЖ НА ПІДПРИЄМСТВІ

2.1. Дослідження трафіку на підприємстві за допомогою методу та аналізу розподілу кількості заявок.

Сьогодні спостерігається ріст об'єму світового ринку управління трафіком і з кожним роком мультисервісні мережі складнішають і модернізуються. Даному процесу зростання сприяють державні та приватні підприємства. Поява нових нововведень з високими вимогами до пропускну здатності мережі, зміна структури призводить до здатності обробляти трафік та забезпечувати якість сервісу клієнтам за допомогою Інтернету. Використовують різні засоби управління трафіком: балансування навантаження, гарантована організація та управління чергами, доставлення тощо.

Аудиторія споживачів широка та постійно зростає. Сьогодні впровадження методу дослідження трафіком можна використовувати й на об'єктах де надаються сервіси IP-телефонії, онлайн-відео тощо. Об'єктами можуть бути не тільки заклади освіти, а й готелі, маленькі та масштабні офіси тощо. В Україні існують фірми, які сприяють потенційним споживачам надаючи дані послуги.

Одним з аналогів є Національний телеком-оператор Vega Telecom, інтерфейс якого представлено на рис. 2.1. [34].

Базові можливості:

- IP лінії для офісу. Підключення 1 телефонної лінії через Інтернет із 1 номером;
- SIP телефонія. Багатоканальне підключення, гнучке налаштування і масштабування кількості номерів і ліній;
- Віртуальна АТС. Хмарний сервіс із набором цінних функцій для управління офісною телефонією і бізнес-аналітикою.

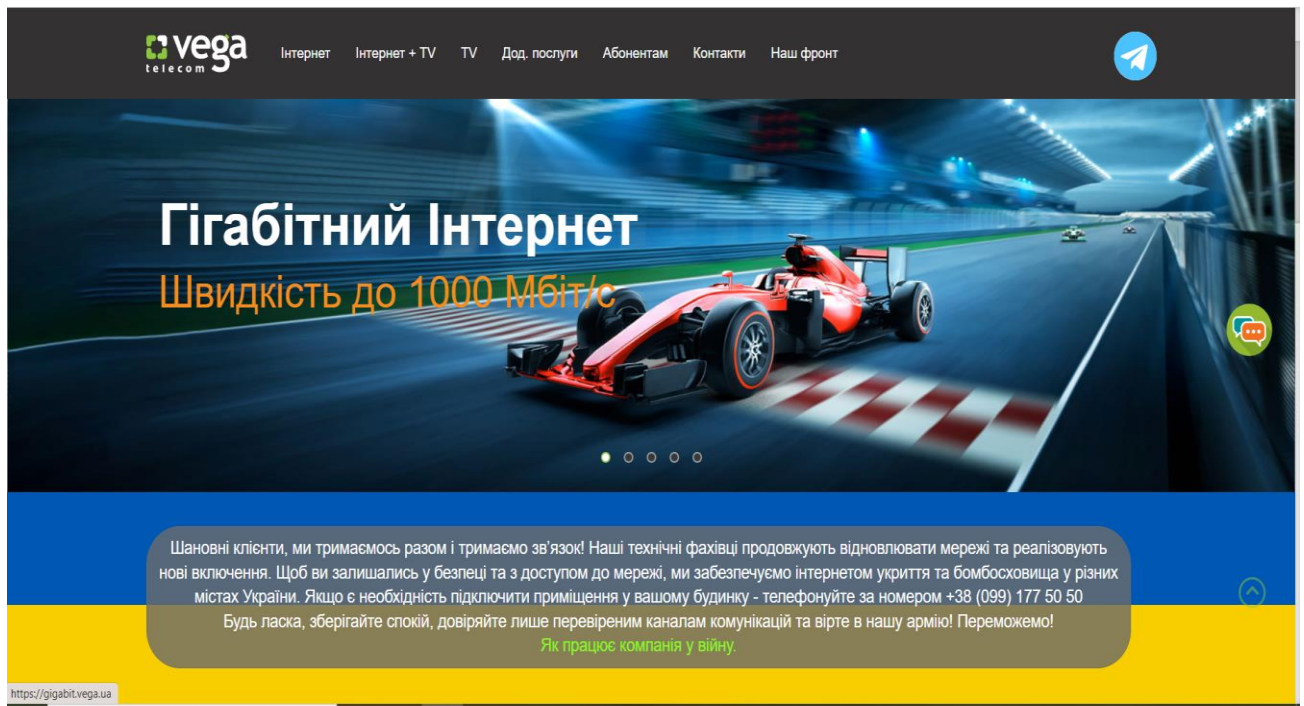


Рис. 2.1. Інтерфейс Національного телеком-оператора Vega

Компанія пропонує своїм клієнтам комплексні рішення в області широкопasmового доступу до мережі Інтернет, телефонного зв'язку, Інтернет-телефонії, передачі і зберігання даних на віддалених серверах, як в Україні, так і за кордоном, представлені на рис. 2.2. [15].

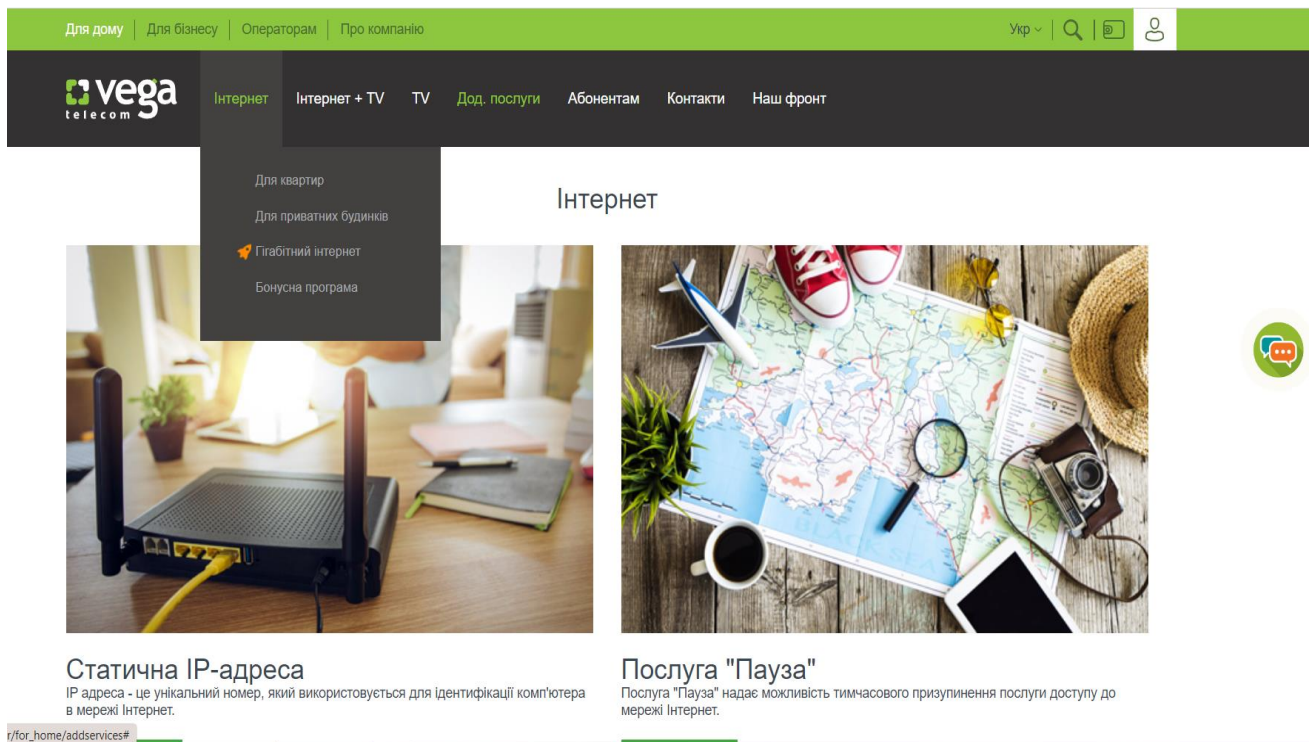


Рис. 2.2. Комплексні рішення в області широкопasmового доступу

Vega Telecom постійно розширює перелік своїх послуг. У першу чергу, завдяки інноваційним рішенням, що дозволяють отримати максимальні переваги від використання мережі Інтернет – комплекс послуг IP телефонії: SIP транк і віртуальна АТС, інтерактивне телебачення тощо, представлені на рис. 2.3., 2.4. та рис. 2.5. [15].

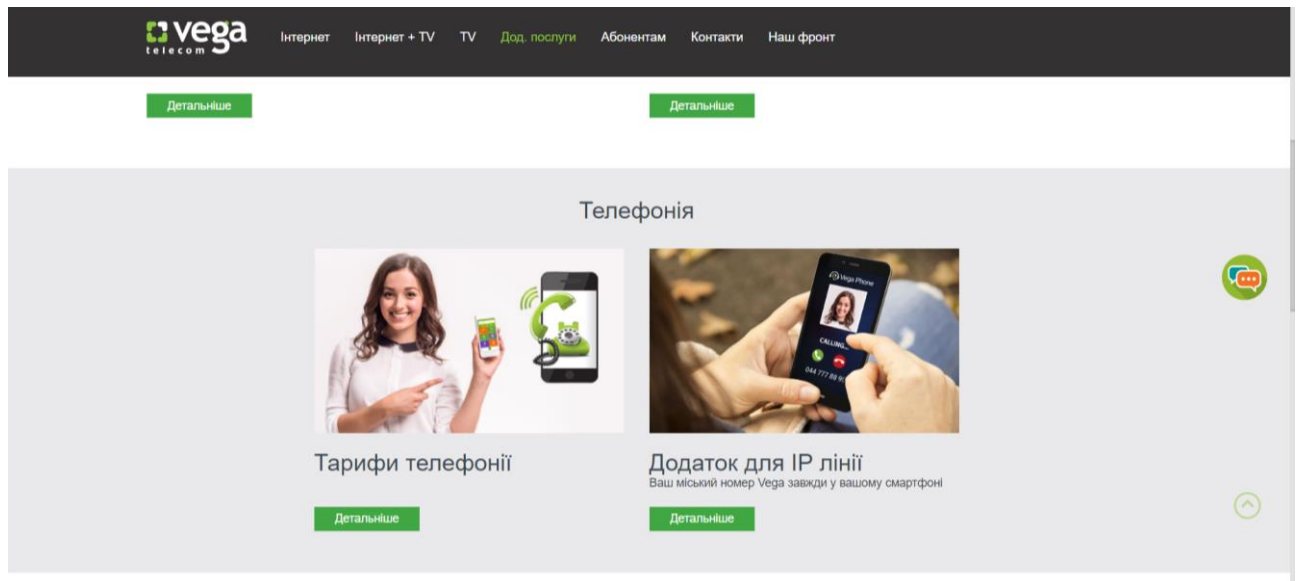


Рис.2.3. Представлення послуг телефонії

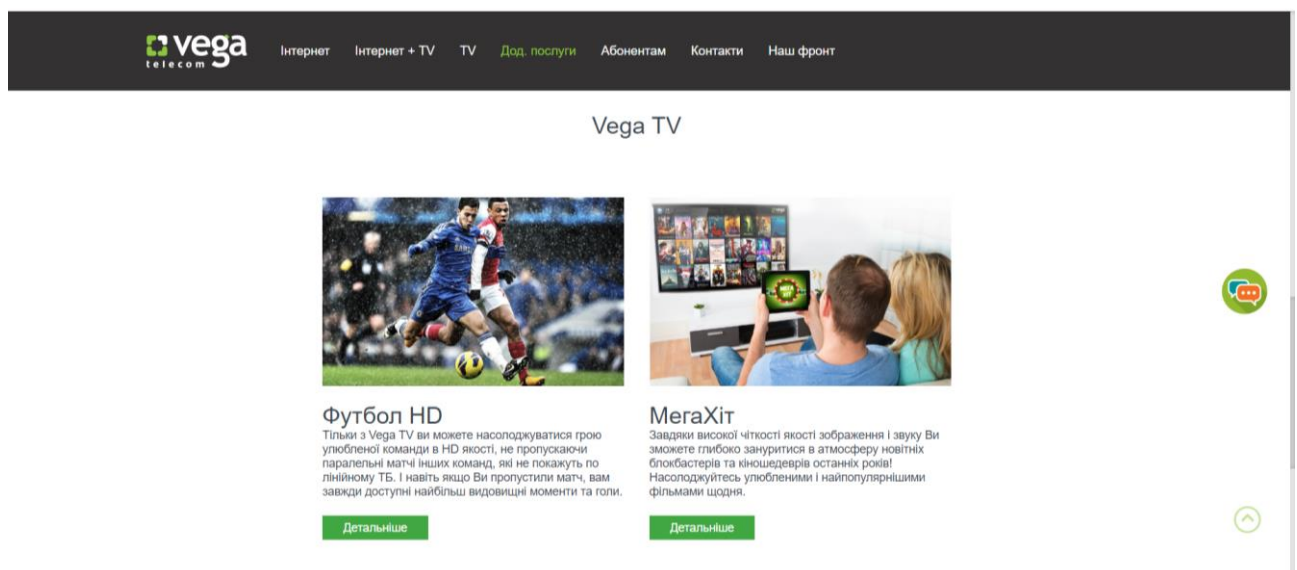


Рис.2.4. Представлення послуг Vega TV

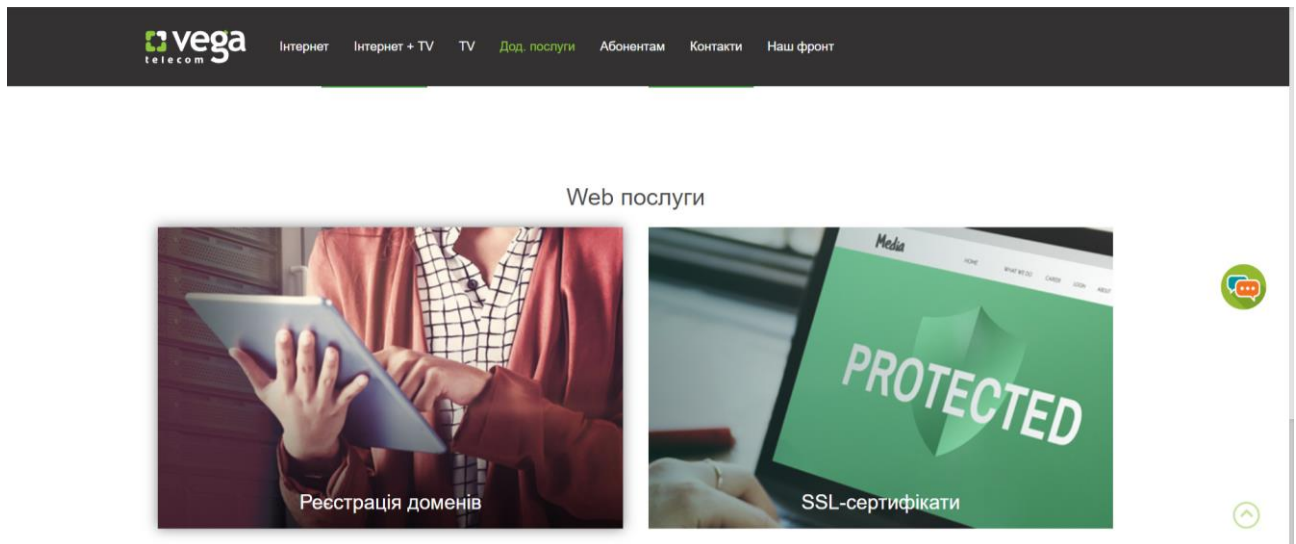


Рис.2.5. Представлення Web послуги

Завдяки розвитку і модернізації власної мережі, компанія пропонує своїм клієнтам високу якість зв'язку, а також підключення до мережі Інтернет на швидкості до 1 Гбіт/сек.

Компанія надає вигідні умови співпраці фізичним особам і бізнес-сегменту (від малого бізнесу до найбільших українських корпорацій), а також українським та міжнародним телеком-операторам, представлені на рис.2.6. [35].

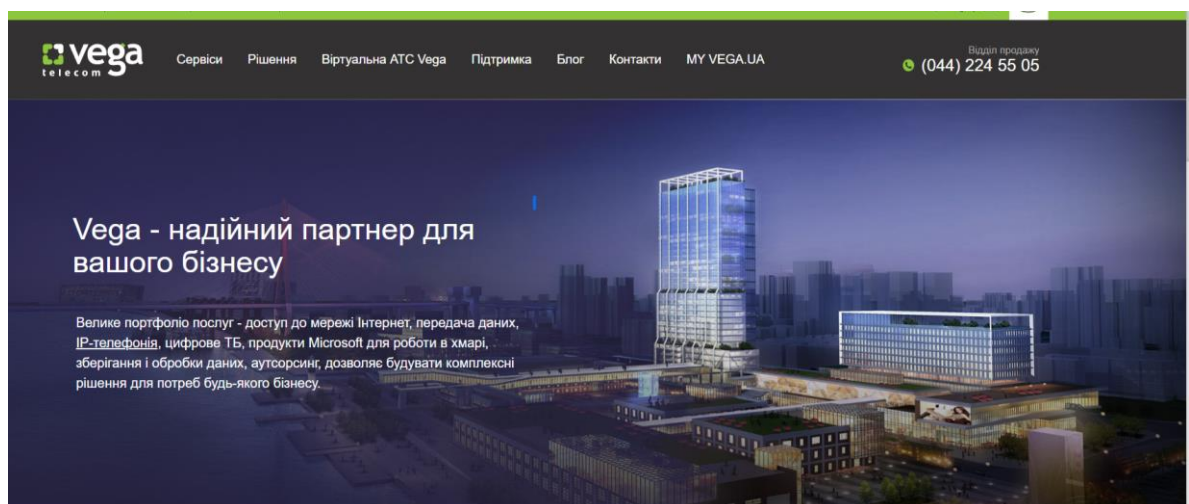


Рис. 2.6. Представлення умов для бізнесу

Національний телеком-оператор Vega пропонує комплексні сучасні рішення в галузі фіксованого телефонного зв'язку, широкосмугового доступу до мережі Інтернет та передачі даних. Входить до групи Vodafone Україна. На

сьогодні Vega присутня у 22 областях України. Оперативне управління телекомунікаційною групою Vega здійснює ПрАТ «Фарлеп-Інвест» [34].

Послуги IP телефонії Vega:

- надання номерів і підключення телефонних ліній різного типу;
- підключення IP телефонії до АТС користувача і налаштування обладнання користувача;
- комплексне рішення – віртуальна АТС Vega.

Поява великої кількості додаткових сервісів у МСМ на підприємстві телеком-оператор Vega робить досить гостру проблему забезпечення її інформаційної безпеки. Серйозність цієї проблеми зростає з наступних причин:

- 1) через реалізації процедур динамічної зміни топології МСМ;
- 2) через можливе додавання або виключення з мережі різного, апріорі невизначеного числа абонентів;
- 3) у зв'язку з динамічною зміною просторового розташування абонентів;
- 4) через взаємодію та сполучення МСМ один з одним тощо.

Оперативність реагування системи управління МСМ на зовнішні та внутрішні деструктивні впливи набуває особливого значення для безпеки мережі. Тому відсутність аномалій у трафіку мережі є одним із критеріїв безпечного функціонування МСМ. При цьому вважається, що нормальний трафік відповідає політиці безпеки в мережі.

Трафік у МСМ є досить різноманітним [27]. Він складається в тому числі, з наступних компонентів: 1) мультимедійного трафіку, який дуже чутливий до затримок; 2) трафіка передачі даних; 3) трафіка передачі сигнальної інформації; 4) трафіку електронної пошти. При цьому задані вимоги до якості сервісів мають виконуватися повністю. Однак існують об'єктивні труднощі у побудові системи управління МСМ та у захисті мережевої та абонентської інформації. Ці проблеми викликані складністю структури МСМ, різноманітністю мережі, необхідністю аналізу великого кількості різних мережових та інформаційних параметрів. Тому оперативне виявлення аномалій мережевого трафіку є однією з ключових завдань управління МСМ і представляє собою актуальну наукову проблему.

До розроблених алгоритмів виявлення аномалій у трафіку МСМ пред'являються такі вимоги: функціонування як реального чи близького до реального часу; підтримка заданої якості сервісу; простота реалізації. Алгоритми належать до класу адаптивних гібридних алгоритмів ідентифікації параметрів трафіку. Вони використовуються як для стаціонарних, так і для нестаціонарних трафіків. Трафіки моделюються у вигляді стохастичних процесів (далі СП). Кожен СП належить до відповідного класу, що визначається законом розподілу СП.

Сутність гібридного методу виявлення аномалій у трафіку МСМ полягає в тому, що, з одного боку, використовуються алгоритми без ідентифікаційної адаптації до параметрів СП, що змінюються. З іншого боку, для налаштування параметрів алгоритмів та прийняття рішень використовується нечіткий логічний висновок.

Застосування такого гібридного підходу спричинене необхідністю оцінки як поточних точкових, так і інтегральних параметрів трафіку. Оцінка інтегральних параметрів трафіку здійснюється у ковзному вікні. Оцінка поточних точкових параметрів виконується від точки до точки одночасно з процедурою інтегральної оцінки. При цьому оцінки, отримані у ковзному вікні, використовуються як початкові значення для без ідентифікаційної процедури. Для проведення цієї процедури використовуються два алгоритми, що відрізняються своїми можливостями щодо апроксимації СП. Комбінація таких підходів дозволяє як оцінювати інтегральні властивості СП, і відстежувати динаміку його поведінки.

Застосування нечіткого логічного висновку дозволяє будувати параметричні оцінки параметрів алгоритму малому числу спостережень. У цьому випадку стає можливим робити нечіткі висновки щодо аномалій трафіку. Нехай СП заданий у дискретних значеннях часу $t_i=i$, $i=1, 2, \dots$. Перший алгоритм є алгоритмом модифікованої стохастичної апроксимації (далі МСА) [28]:

$$S_{i+1} = S_{i-1} \mu_i (S_i - S_{i-1}), \quad (2.1)$$

где S_i — середнє значення інтенсивності трафіку на момент часу i ;
 μ_i — параметр алгоритму на кроці i .

Другий алгоритм використовується у випадку, коли щільність ймовірності значень СП є симетричною. Він ґрунтується на застосуванні псевдоградієнтних процедур (далі ПГП) виду

$$S_{i+1} = S_{i-1} + \mu_i \text{sign}(S_i - S_{i-1}) \quad (2.2.)$$

Такий вибір першого та другого алгоритмів забезпечує оцінку динамічних властивостей СП. Через те, що алгоритми МСА та ПГП належать до класу без ідентифікаційних алгоритмів, час аналізу трафіку та виявлення аномалій суттєво скорочується.

В якості цільової функції пропонується квадратична функція у вигляді:

$$M\{(S_i - S_{i-1})^2\}, \quad (2.3)$$

где $M\{*\}$ — функція обчислення математичного очікування.

Параметр μ_i для МСА и ПГП повинен задовольняти такі умови:

$$0 < \mu_i < 1, \mu_i = \text{const}. \quad (2.4.)$$

Особливістю алгоритмів МСА і ПГП є той факт, що необхідно підлаштовувати значення параметра μ_i для різних СП, що оцінюються, і їх статистичних властивостей. Пропонується процедуру підстроювання цих алгоритмів здійснювати на основі методу нечіткого виведення Мамдані [224,223], згідно з яким ідентифікація параметрів алгоритмів МСА та ПГП здійснюється за допомогою правил, що мають у загальному випадку наступний вид:

$$\begin{aligned} \text{IF } < S_i = A > \text{AND } < \sigma = B > \text{AND} \\ < \rho = D > \text{ THEN } \mu = R, \end{aligned} \quad (2.5.)$$

де A , B и D — нечіткі порогові значення, обумовлені під час навчання системи нечіткого логічного висновку.

Ідентифікація аномалій у трафіку МСМ здійснюється на основі нечіткого логічного висновку наступного виду:

$$\begin{aligned} & \text{IF } \langle S_i = A \rangle \text{ AND} \\ & \langle A \text{ відповідає безпековій політиці} \rangle \\ & \text{THEN } R, \end{aligned} \quad (2.6.)$$

де R — значення лінгвістичної змінної, що оцінюється наявністю аномалій.

Для виконання процедури ідентифікації аномалій необхідно попередньо проводити навчання системи нечіткого логічного висновку експериментальними даними. Експериментальні дані формуються наперед.

При виборі розміру ковзного вікна необхідно знайти розумний компроміс між швидкістю зміни значень СП, розміром вікна та репрезентативністю вибірки значень СП. Цей компроміс необхідний для усунення ефекту зайвого згладжування значень СП.

Резюмуючи про характер поведінки трафіку в МСМ також здійснюється на основі методу Мамдані.

Математичний опис будь-якої системи масового обслуговування починається з опису потоку вимог, що розглядається як потік подій.

Потік подій - послідовність однорідних подій, наступних одне одним через якісь, взагалі кажучи, випадкові інтервали часу. Однорідні події – події, що відрізняються лише моментами появи.

Потік подій вважається заданим, якщо задана послідовність інтервалів часу між послідовними моментами настання подій.

Регулярний потік – потік, в межах якого події слідують одна за одною через певні проміжки часу.

Фізично найпростіший потік (приклад, рух заготовлень по конвеєру). Складний для математичного дослідження.

Найпростіший потік – потік, що відповідає вимогам стаціонарності, ординарності та відсутності післядії.

Потік стаціонарний, якщо ймовірність попадання певної кількості подій на ділянку часу залежить лише від довжини ділянки та не залежить від його розташування на осі тимчасової осі.

Для стаціонарного потоку середня кількість подій, які впливають систему протягом одиниці часу, залишається постійним. Реальні потоки подій є насправді стаціонарними лише обмежених ділянках часу.

Потік ординарний, якщо ймовірність попадання на елементарну ділянку часу двох і більше подій зневажливо мала в порівнянні з ймовірністю попадання однієї події.

Ординарність означає, що події у потоці надходять поодиночці, а чи не групами.

Відсутність післядії - властивість потоку, що складається в тому, що для будь-яких ділянок часу, що не перетинаються, кількість подій, що потрапляють на одну з них, не залежить від того, скільки подій потрапило на інші ділянки часу. Ця властивість означає, що події з'являються незалежно одна від одної.

Нестаціонарний пуассонівський потік - ординарний потік, без післядії, але з стаціонарний.

Потік Ерланга – потік, що утворюється шляхом просіювання найпростішого потоку. Якщо найпростішому потокові зберегти кожну k -ю точку, видаливши решту, то утворюється потік Ерланга.

Більшість простих аналітичних моделей СМО отримано за наявності найпростішого потоку вимог.

СМО з відмовами (або втратами) – системи, в яких вимоги, що надійшли в момент, коли всі канали обслуговування зайняті, одержують відмову, залишають систему і надалі обслуговування не беруть участь.

У СМО надходить пуассонівський (не обов'язково найпростіший) потік вимог із параметром λ – математичним очікуванням кількості вимог за одиницю часу.

Дослідження процесу використання ресурсу передачі інформації ланок мультисервісної мережі йде на рівні надходження заявок на передачу трафіку сервісів реального часу.

На сьогодні протокол SNMP отримав найбільшу популярність як основу для систем мережевого управління та RMON як базу даних зберігання

параметрів об'єктів управління. RMON надає набір статистичних даних та функцій для обміну даними.

У сучасних системах мережного управління використовуються дві версії RMON [36, 37]. Відмінність RMONv2 від RMONv1 полягає в тому, що RMONv2 дозволяє збирати інформацію про верхні рівні OSI (з мережевого до прикладного).

Зокрема, до складу бази RMONv2 входять такі параметри як Network layer matrix, Application layer host, Application layer matrix, User history. Аналіз даних параметрів дозволяє отримувати як інформацію про стан мережеских інтерфейсів, а й збирати статистику роботи протоколів прикладного рівня. Отже, RMONv2 можна застосовувати для моніторингу та керування сервісами у мультисервісних мережах, що використовують технологію SOA. На рис. 1 наведено структурну схему системи управління сервісами в мультисервісній мережі.

Основою даної системи є rontend і проху сервери, що виконують обробку вхідних запитів та їх розподіл за серверами-примірниками сервісів.

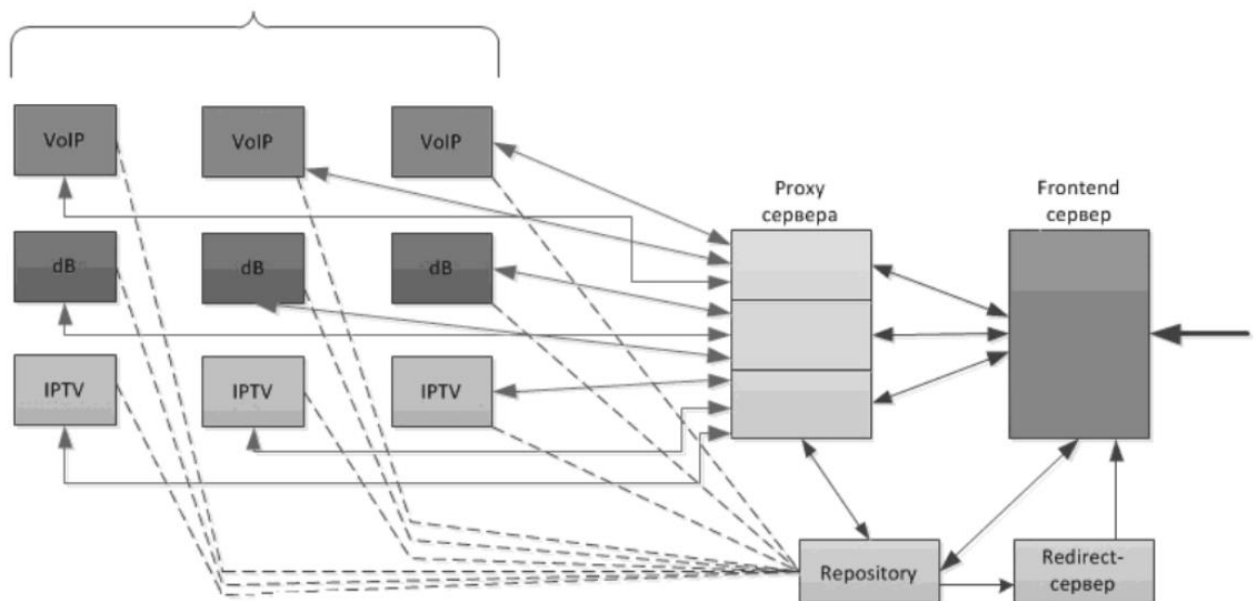


Рис. 2.7. Структурна схема системи керування

Ефективність роботи (час реакції, час відгуку) даної системи багато в чому залежить від алгоритмів вибору екземпляра сервісу обслуговування заявки. У найпростіших випадках як такі алгоритми можуть виступати

випадковий вибір або кільцевий алгоритм завантаження. Однак ці алгоритми не враховують стану сервісу, а отже можуть призводити до перевантаження одних вузлів і недостатнього завантаження інших вузлів системи.

Для усунення цього недоліку пропонується *алгоритм розподілу заявок користувачів* з урахуванням аналізу стану (завантаженості) вузлів системи управління сервісами.

Реалізація запропонованого алгоритму передбачає включення до складу системи управління сервісами агентів моніторингу стану серверів та менеджера, що управляє, що працюють на основі протоколу SNMP. Завданням агентів моніторингу є збір інформації про стан вузлів з бази RMONv2, а завданням менеджера є обробка інформації про стан вузлів та прийняття рішення про розподіл потоку заявок на вузли (примірники сервісів). З вирішуваних завдань, агенти моніторингу є програмні модулі, реалізовані за вузлів, а менеджер – частина системи управління сервісами.

Одним із важливих моментів при організації такої системи моніторингу та управління є вибір інтервалів опитування агентів (T_0). Важливість даного параметра обумовлена тим, що некоректний його вибір може породити значну кількість службового трафіку з системою на шкоду основному критично чутливому до затримок.

Зазвичай обсяг службового трафіку не повинен перевищувати 10% від загальної пропускної спроможності каналу зв'язку [227]. Отже, знаючи розмір пакета SNMP (200 байтів) та кількість агентів моніторингу (N), можна обчислити обсяг службового трафіку:

$$V = \frac{200N}{T_0} \quad (2.7.)$$

Одним із найефективніших методів налаштування порогових значень є метод послідовної оптимізації. Суть методу у тому, що у першому етапі поріг спрацьовування сигналу Alarm за заданим параметром встановлюється низьким, і послідовно підвищується, доки його значення стане прийнятним для системи. Необхідно зауважити, що значення порога залежить від специфіки роботи вузла (типу сервісу, що реалізується), на якому виконується моніторинг.

Для аналізу чутливості сервісів різноманітних до значень порогів оповіщення розроблено імітаційну модель системи управління сервісами (рис. 2.8.). На вхід системи подавався нарощуваний потік заявок і аналізувався відсоток відкинутих заявок залежно від значення порога (параметр etherStatsDropEvents групи Statistics) для серверів, що надають послуги доступу до баз даних (БД) і VoIP. При однаковій динаміці залежності втрат заявок для мультимедійних сервісів (VoIP) та послуг передачі даних (БД) значення втрат для мультимедійних сервісів вище, що обумовлюється особливостями організації транспортного рівня даних сервісів. Отже, цей факт необхідно враховувати при налаштуваннях агентів моніторингу на різних сервісах.

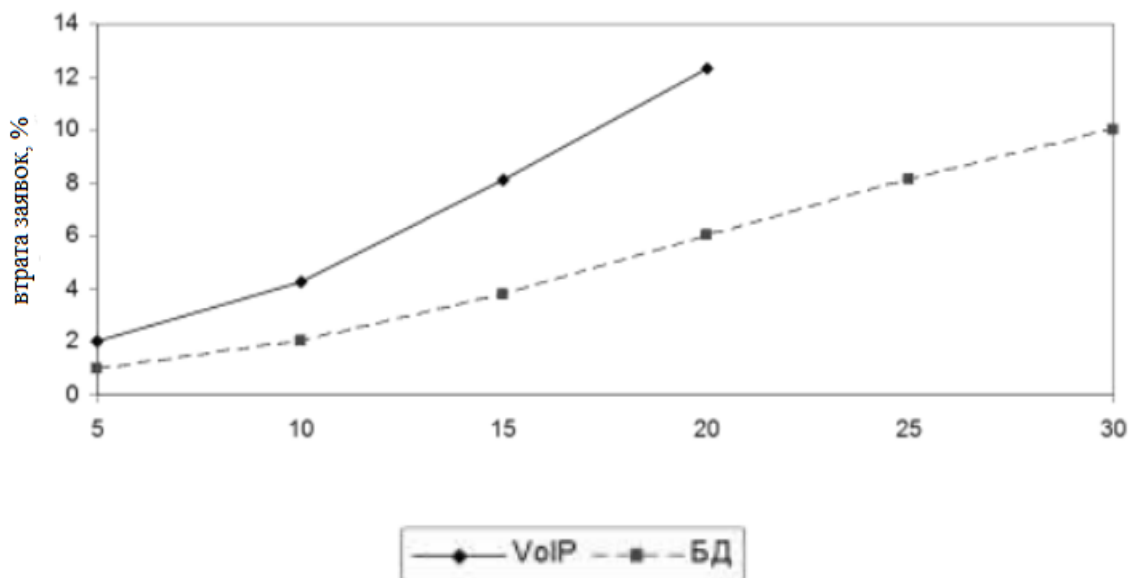


Рис. 2.8. Значення порогу

Виявлення логічних збоїв у роботі сервісу можна виконувати на основі аналізу параметрів alHost, alMatrix, usrHistory. Зазначені параметри дають змогу відстежувати кількість збоїв на прикладному рівні для зазначеного протоколу. Отже, перевищення порога по одному з цих параметрів призводить до появи сигналу Alarm та вироблення менеджером рішення про необхідність зупинки сервісу та його відновлення.

Підвищення доступності сервісів досягається збільшенням кількості його копій у сегментах мережі, де генерується найбільше запитів до сервісу. Параметри RMONv2 nlHost та nlMatrix дозволяють збирати статистику щодо

кількості звернень до вузла з інших вузлів та підмереж. Отже, менеджер системи управління сервісами може визначити, що у якийсь час до сервісу зріс потік заявок з іншої підмережі. Якщо у віддаленій підмережі доступні ресурси для системи мережевого управління, вона виконує реплікацію сервісу. Виконання реплікації дозволить як підвищити доступність сервісу, а й знизити обсяги трафіку між підмережами.

Загальна архітектура запропонованої системи керування сервісами на рис.2.9.

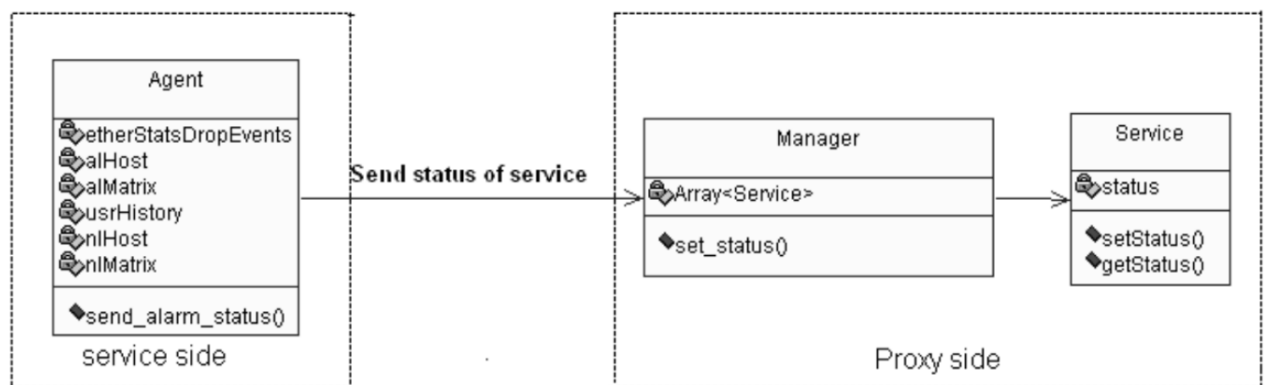


Рис.2.9. Загальна архітектура системи керування сервісами

Система управління сервісами відповідно до ідеології протоколу SNMP складається з двох основних класів – «Агент моніторингу» та «Менеджер агентів».

Об'єкт класу "Агент моніторингу" відстежує стан об'єктів бази RMON та при перевищенні порогових значень надсилає Менеджеру повідомлення про зміну стану екземпляра сервісу.

Об'єкт класу «Менеджер агентів» як один з атрибутів містить масив, що описує стан екземплярів сервісів. Оновлення вмісту масиву відбувається при отриманні повідомлень від агентів моніторингу. Діаграма послідовностей оновлення інформації про статус екземпляра сервісу наведено на рис. 2.10.

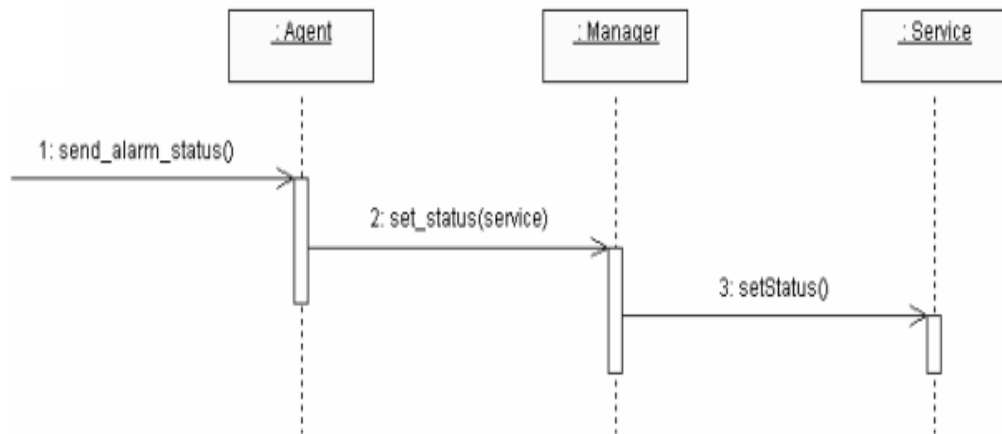


Рис. 2.10. Діаграма послідовностей оновлення інформації про статус екземпляру сервісу

При отриманні запиту на надання сервісу проксі-сервер аналізує стан екземплярів сервісів і виконує перенаправлення запиту за екземпляр з найкращими характеристиками. Діаграма послідовностей вибору екземпляра сервісу для обробки запиту наведено на рис. 2.11.

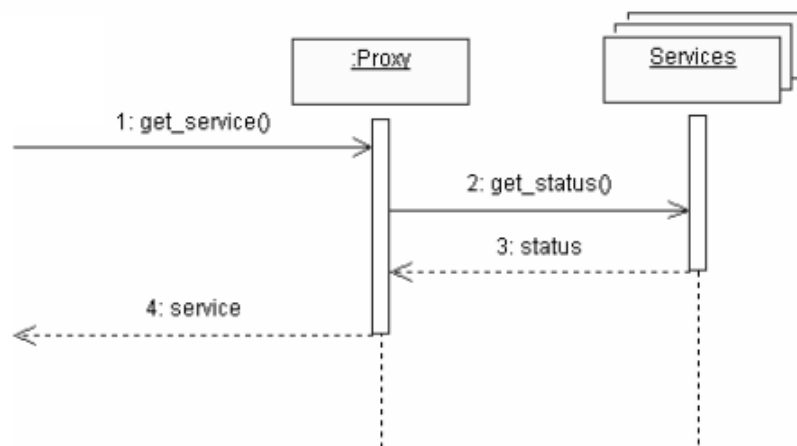


Рис. 2.11. Діаграма послідовностей вибору екземпляра сервісу для обробки запиту

Резюмуючи запропоновано архітектуру системи управління сервісами, яка на відміну від відомих не тільки виконує моніторинг стану на нижніх рівнях OSI, але й дозволяє розподіляти запити на обслуговування заявок відповідно до поточного стану екземплярів сервісів. Стан екземпляра сервісу перевіряється агентом моніторингу, що реалізується за екземпляра сервісу. Агент моніторингу відстежує значення параметрів etherStatsDropEvents, alHost,

alMatrix, usrHistory, nlHost, nlMatrix бази RMON і при перевищенні будь-якого з параметрів порогового значення надсилає відповідне повідомлення управляючому менеджеру. Цей підхід дозволяє підвищити ефективність роботи проксі-сервера розподільчої заявки на обслуговування, не підвищуючи значного обсягу службового трафіку нашого підприємства.

2.2. Аналіз експериментальних даних

Для експериментальної перевірки запропонованого методу та алгоритму використали інструментальний стенд. Стенд складається із сервера та двох робочих станцій, об'єднаних у мережу за допомогою маршрутизатора. Стенд представлений на рис 2.12.

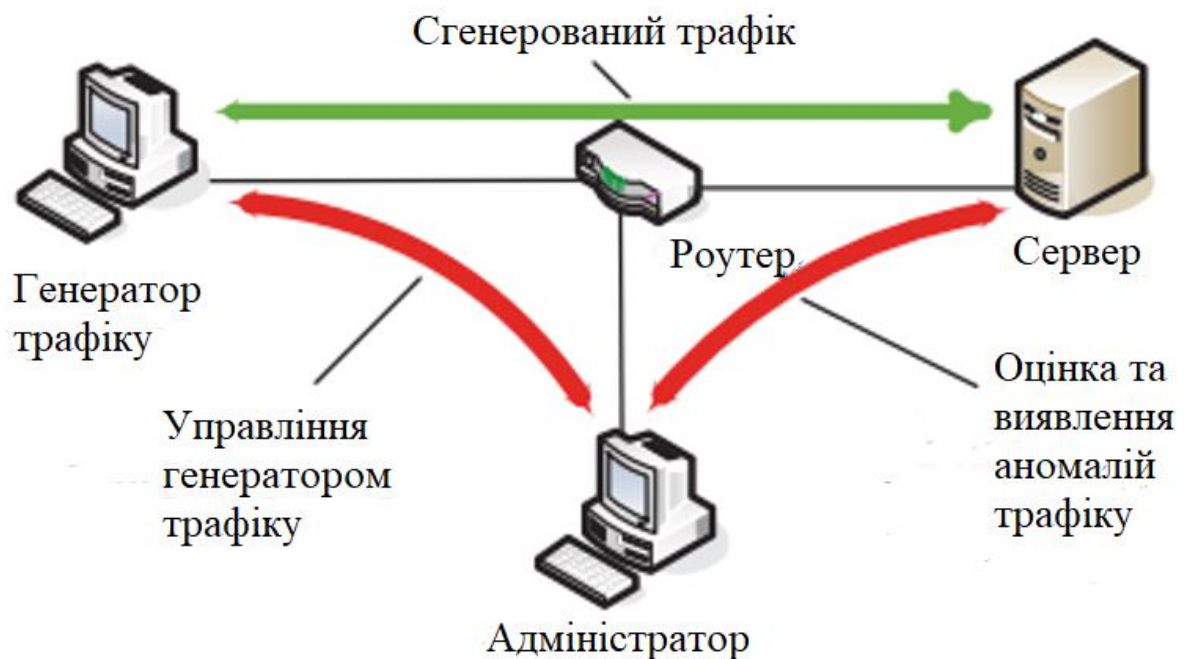


Рис.2.12. Структура інструментального стенду

Одна робоча станція була генератором трафіку. На другій станції працював адміністратор мережі. Адміністратор мережі керував генератором. Генератор формував трафік із заданим законом розподілу. При цьому аномалії впроваджувалися у трафік випадково відповідно до обраного типу комп'ютерної атаки. Трафік проходив через маршрутизатор на сервер. Завдання адміністратора полягала в оцінці та визначенні аномалій трафіку.

Генератор формував стаціонарні та нестаціонарні трафіки з розподілами Пуассона та Парето. Ці розподіли є найбільш характерними для МСМ. Для генерації аномалій використовувалися атаки типу DoS, що призводять до навантаження каналу зв'язку. Нестационарні процеси моделювалися як мультиплікатні СП з детермінованими та випадковими модулюючими функціями. Випадкові модулюючі функції були випадковими процесами авторегресії першого порядку з різними коефіцієнтами кореляції. Адаптація до параметрів Пуассонівського СП здійснювалася за допомогою алгоритму МСА. Для СП із законом Парето застосовувався алгоритм ПГП.

Налаштування параметрів алгоритмів адаптації здійснювалося за допомогою правил, що мають вигляд [29]. Нечіткі константи A , B і D цих правил визначалися попередньо за результатами навчання. Для цієї мети використовувалися експериментальні результати, представлені на рис. 2.13 на яких показані залежності середньоквадратичного значення помилки оцінювання інтенсивності трафіку нестаціонарного СП від значення коефіцієнта кроку алгоритму МСА при різних значеннях коефіцієнта кореляції, що модулює СП для пуассонівських трафіків. Випадковий процес мав середнє значення $a_0=100$ і середньоквадратичне відхилення $\sigma=10$. Коефіцієнт кореляції тренду ρ для різних залежностей змінювався в діапазоні від 0,6 до 0,9999. Видно, що при малих значеннях похибки μ оцінки трафіку сильно відрізняються один від одного залежно від значення ρ .

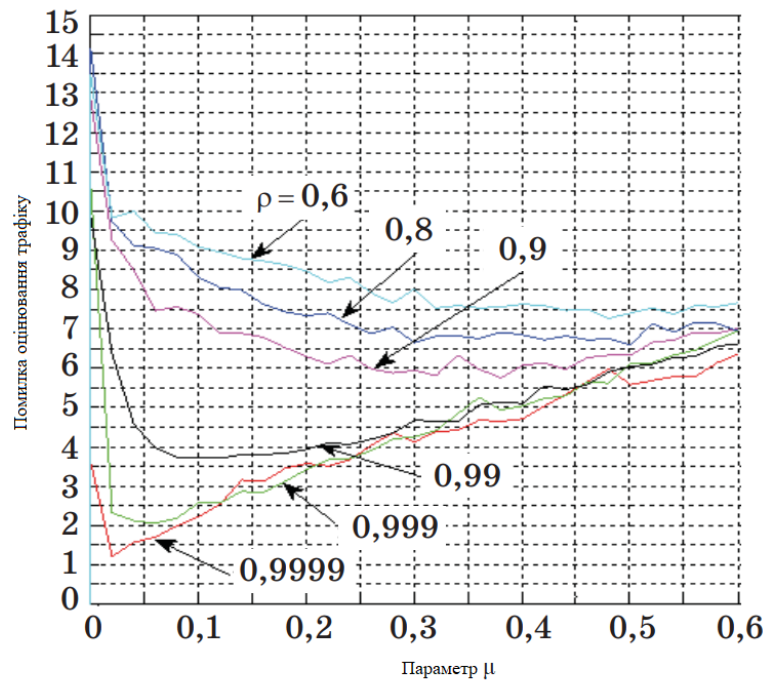


Рис. 2.13 Залежність помилки оцінювання трафіку від величини параметра

По вертикалі представлена помилка оцінювання трафіку, по горизонталі параметр μ .

При великих значеннях μ ці похибки набувають приблизно рівних значень.

За даними, які представлені на рис. 2.13, формуються правила налаштування параметрів модифікованої стохастичної апроксимації. Наприклад, при $S_i = 100$, $\sigma=10$ та $\rho=0,9999$ параметр стохастичного алгоритму приблизно дорівнює 0,025. Для $\rho=0,99$ параметр μ матиме значення приблизно 0,12. Параметри σ та ρ оцінюються у ковзному вікні.

Приклад чисельного моделювання нестационарного пуассонівського СП проаналізували у своїх роботах вчені Агєєв С.О., Саєнко І.Б., Котенко І.В. Даний приклад представлений на рис. 2.14.

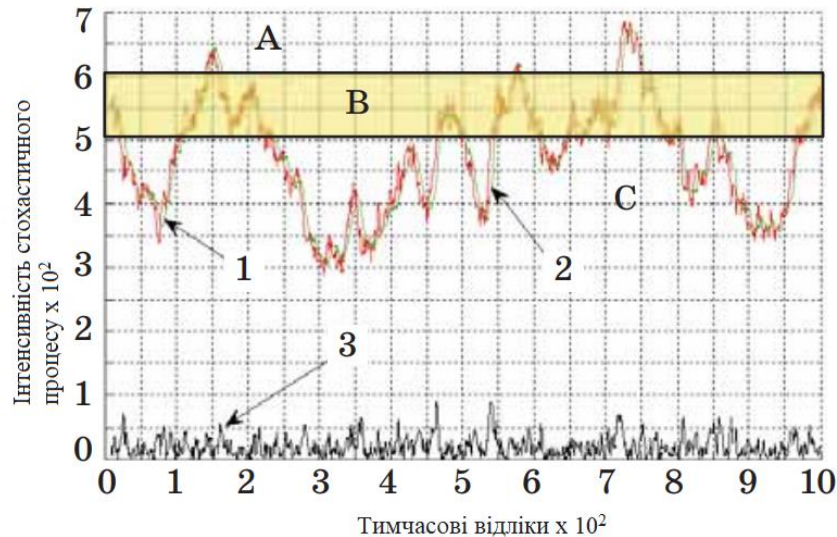


Рис.2.14. Оцінка нестационарного тренду з розподілом Пуассона:
 1 - справжнє значення тренду; 2 - оцінка тренду;
 3 - помилка оцінювання тренду

По горизонталі показано тимчасові відліки $\times 10^2$, по вертикалі пропонується інтенсивність стохастичного процесу $\times 10^2$.

Коефіцієнт кореляції процесу змінювався експериментах від 0,9 до 0,99999. СП мав такі параметри: початкове значення середнього значення тренду m_0 500, коефіцієнт кореляції тренду $\rho = 0,99$, розмір ковзного вікна $r=10$, параметр $\mu=0,05$, середньоквадратичне відхилення тренду $\sigma=100$. Запропонований алгоритм працює практично без затримок і має високу точність оцінювання.

З визначенням аномалій пов'язані три зони: Зона А визначає, що ризик наявності аномалій є, і рівень ризику є неприйнятним. Зона В показує, що ризик наявності аномалій є, і рівень ризику є прийнятним. У трафіку, розташованому у зоні С, аномалій немає. Кордони зон А, В та С визначаються на етапі попереднього налаштування бази знань машини нечіткого виведення відповідно до прийнятих правил політики безпеки. Значення оцінок тренду на межах зон А, В та С використовуються для побудови правил Мамдані за формулою (2.6.). Наприклад, правило для висновку про відсутність аномалій має такий вигляд:

IF $\langle S_i \in \text{Зона C} \rangle$ **THEN**

Аномалій трафіку немає.

Результати оцінки параметрів (табл. 1) самоподібних трафіків з розподілом Парето представлені на рис. 2.15 та 2.16

Таблиця 2.1.

Параметри стаціонарного та нестаціонарного процесу

Параметр	Стаціонарний процес	Нестаціонарний процес
Параметр Херста Н	0,85	0,75
Середнє значення СП	32,5	250
Параметр розподілу СП	1,3	-
Параметр алгоритму МСМ μ	0,004	0,13
Відносна похибка оцінювання, %	$\leq 6,2$	$\leq 9,1$

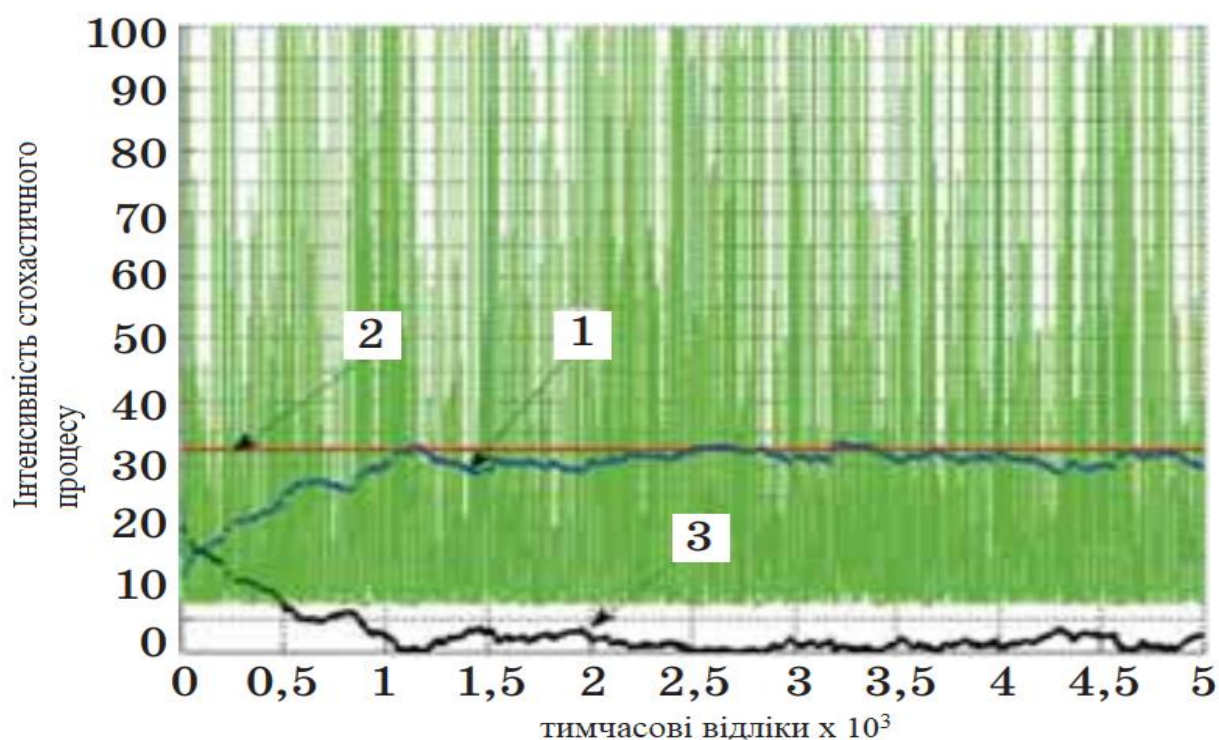


Рис.2.15. Оцінка стаціонарного тренду самоподібного трафіку з розподілом

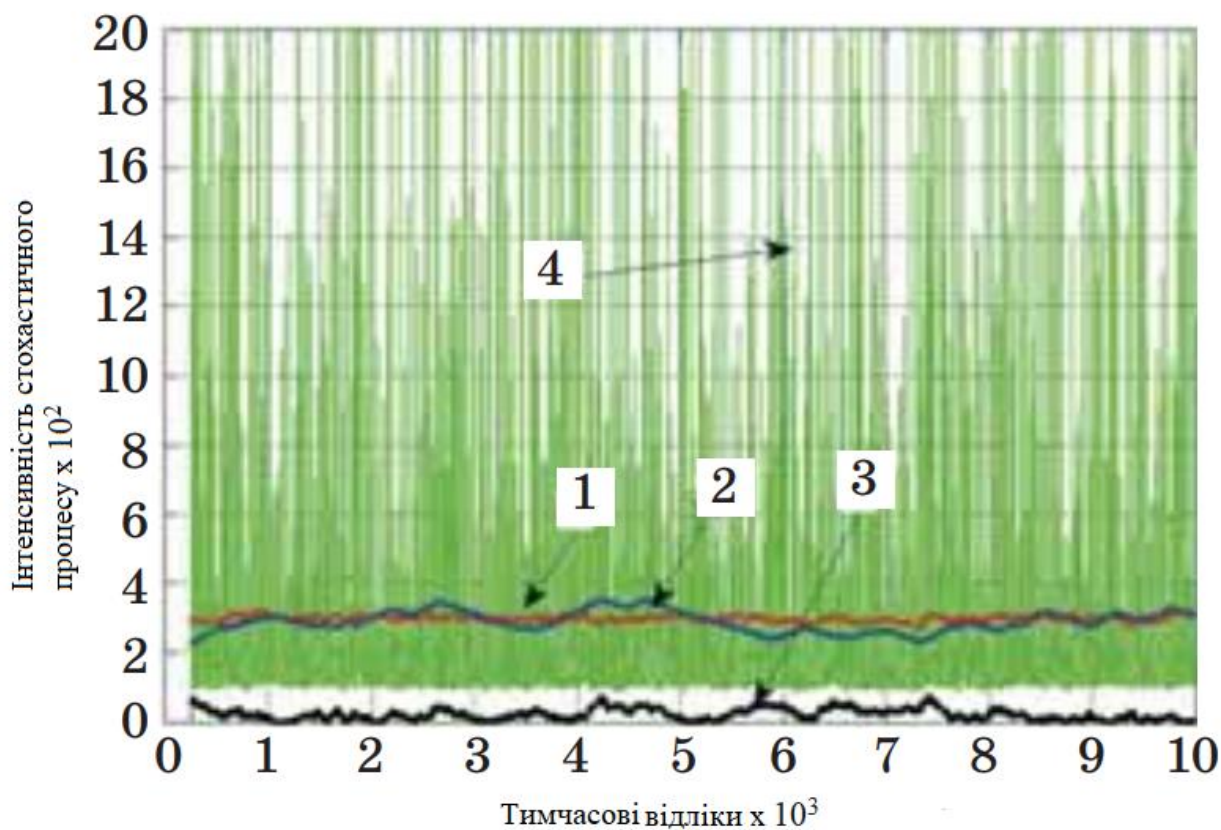


Рис. 2.16. Оцінка нестационарного тренду самоподібного трафіку з розподілом

Підсумкові результати оцінки розроблених алгоритмів визначення аномалій у трафіку МСМ для розглянутих вище розподілів наведено у табл. 2.2.

Таблиця 2.2.

Експериментальні результати оцінки алгоритму

Розподіл	Коефіцієнт кореляції, ρ	Середня відносна похибка оцінки, %	Час виявлення, тимчасові відліки
Парето (H 0,75)	0,99	12,0	80
	0,999	10,0	65
	0,9999	8,0	50
Пуассона		8,6	27

	0,99		
	0,999	7,6	20
	0,9999	5,3	15

З цієї таблиці видно, що величина відносної похибки алгоритмів вбирається у 12 % від справжнього значення тренду. Цей результат слід вважати у межах норми, враховуючи, що алгоритми працюють у реальному часі, оскільки отримані для часу виявлення значення лежать у діапазоні від 15 до 80 часових відліків. Таким чином, розроблені алгоритми виявлення аномалій у трафіку МСМ повністю задовольняють вимогам оперативності та точності.

Аналізуючи вище викладене, зазначимо, що запропоновано гібридний метод виявлення аномалій у трафіку МСМ, що використовує алгоритми без ідентифікаційної адаптації та нечіткого виведення Мамдані.

Особливістю мультисервісного трафіку як об'єкту оцінювання існування аномалій є наявність у ньому стохастичних процесів, підпорядкованих різним законам розподілу. Для експериментальної оцінки запропонованих методу та алгоритмів було обрано закони розподілу Пуассона та Парето, що визначають граничні випадки регулярності трафіку.

Експериментальна оцінка запропонованих методу та алгоритмів показала, що вони дозволяють оцінювати тренди зазначених стохастичних процесів у реальному часі, з високою точністю та зі збереженням якості обслуговування.

РОЗДІЛ 3. УСУНЕННЯ НЕСПРАВНОСТЕЙ В МУЛЬТИСЕРВІСНИХ МЕРЕЖАХ

На підприємстві Національний телеком-оператор Vega Telecom протягом певного часу виникали різного типу несправності. Вони обумовлені перш за все значними втратами операторів від простою чи неефективного використання ресурсів мережі. По-друге, функціонування мережі суттєво залежить від алгоритмів роботи прикладного програмного забезпечення, що експлуатується в ній. Під терміном "мережа" тут мається на увазі весь комплекс апаратних та програмних засобів; а під терміном "діагностика мережі" – процес визначення причин незадовільної роботи прикладного програмного забезпечення (далі ПЗ) у цій мережі. Саме якість роботи прикладного ПЗ у мережі виявляється визначальним з погляду користувачів [9]. Інші критерії, такі як число помилок передачі даних, ступінь завантаженості мережних ресурсів, продуктивність обладнання тощо, є вторинними.

Основних причин незадовільної роботи прикладного ПЗ в мережі може бути декілька:

- пошкодження кабельної системи;
- дефекти активного обладнання;
- перевантаженість мережних ресурсів (каналу зв'язку та сервера);
- помилки самого прикладного програмного забезпечення.

Часто одні дефекти мережі маскують інші.

Таким чином, щоб достовірно визначити, у чому причина незадовільної роботи прикладного ПЗ.

Найчастіше мережа аналізується лише у періоди її незадовільної роботи. У таких випадках локалізувати й виправити наявні дефекти мережі потрібно швидко. У цій роботі основну увагу приділено діагностиці канального рівня мережі – оскільки це є першочерговим завданням при діагностиці мережі передачі.

Алгоритм пошуку та усунення несправності у загальному вигляді складається з восьми кроків, представлено на рис. 3.1.:

1. Визначення проблеми;
2. Збір необхідної інформації;
3. Оцінка можливих сценаріїв розв'язання проблеми та визначення найбільш ймовірних причин несправності;
4. Розробка плану розв'язання проблеми;
5. Здійснення дій відповідно до складеного плану;
6. Оцінка результатів;
7. Повторення послідовності кроків, якщо несправність не була усунена;
8. Документування змін після успішного усунення несправності.



Рис.3.1. Послідовність усунення несправностей у мережі

Метод дозволяє забезпечити контроль та управління несправностями в мультисервісній мережі з метою визначення причин їх виникнення. Застосування розробленого методу управління усуненням несправностями в мультисервісній мережі допомагає підвищити якість обслуговування шляхом своєчасного виявлення проблем, зменшення часу їх усунення та скорочення часу простоїв, що, в свою чергу, впливає на підвищення показників надійності послуг.

У мережах Ethernet найпоширенішими є такі типи помилок.

- Короткий кадр - кадр довжиною менше ніж 64 байт (після 8-байтної преамбули) з правильною контрольною послідовністю. Найімовірніша причина поява коротких кадрів - несправна мережева плата або неправильно налаштований або зіпсований мережевий драйвер;
- Помилки контрольної послідовності (CRC error) – правильно оформлений кадр, але з неправильною контрольною послідовністю (помилка у полі CRC);
- Помилка вирівнювання (alignment error) – кадр, що містить число біт, не кратне числу байт.

- Відблиски (ghosts) – послідовність сигналів, відмінних за форматом від кадрів Ethernet, не містить роздільника (SFD) і довжиною понад 72 байт.

Вперше цей термін був введений компанією Fluke з метою диференціації відмінностей між віддаленими колізіями та шумами в каналі зв'язку. Відблиски є найбільш підступною помилкою, оскільки вони не розпізнаються програмними аналізаторами протоколів з тієї ж причини, що й колізії на етапі передачі преамбули. Виявити відблиски можна спеціальними приладами або за допомогою методу стресового тестування мережі. Слід зазначити, що рівень впливу помилок канального рівня мережі на час реакції прикладного ПЗ сильно перебільшена. Відповідно до загальноприйнятого стандарту де-факто число помилок канального рівня не повинно перевищувати 1% від загальної кількості переданих мережею кадрів. Як показує досвід, ця величина перекривається лише за наявності явних дефектів кабельної системи мережі. Перш ніж аналізувати помилки у мережі, слід з'ясувати, які типи помилок можуть бути

визначені мережевою платою та драйвером плати на комп'ютері, де працює програмний аналізатор протоколів.

Робота будь-якого аналізатора протоколів полягає в тому, що мережна плата та драйвер перетворюються на режим прийому всіх кадрів мережі (promiscuous mode). У цьому режимі мережева плата приймає всі кадри, що проходять по мережі, а не тільки широкомовні та адресовані безпосередньо до неї, як у звичайному режимі. Аналізатор протоколів усю інформацію про події в мережі отримує саме від драйвера мережної плати, що працює в режим прийому всіх кадрів. Не всі мережеві плати та мережні драйвери надають аналізатору протоколів ідентичну та повну інформацію про помилки в мережі. Мережеві плати 3Com взагалі не видають жодної інформації про помилки. Якщо встановити аналізатор протоколів на таку плату, то значення на всіх лічильниках помилок будуть нульовими. EtherExpress Pro компанії Intel повідомляють лише про помилки CRC та вирівнювання. Мережеві плати компанії SMC надають інформацію лише про короткі кадри. NE2000 видають майже повну інформацію, виявляючи помилки CRC, короткі кадри, помилки вирівнювання, колізії. Мережеві карти D-Link та Kingstone повідомляють повну, а за наявності спеціального драйвера - навіть розширену, інформацію про помилки та колізії в мережі. Ряд розробників аналізаторів протоколів пропонують свої драйвери для найбільш популярних мережевих плат. Для виявлення помилок на каналному рівні мережі вимірювання необхідно проводити на фон генерації аналізатором протоколів власного трафіку. Генерація трафіку дозволяє загострити наявні проблеми та створює умови для їх прояву. Трафік повинен мати невисоку інтенсивність (не більше 100 кадрів/с) та сприяти утворенню колізій у мережі, тобто містити короткі (<100 байт) кадри. При виборі аналізатора протоколів чи іншого діагностичного засобу слід звернути, насамперед, те що, щоб обраний інструмент мав вбудовану функцію генерації трафіку інтенсивності, що задається. При першому проведенні діагностики та наявності в ній проблем не слід очікувати, що дефектний лише один компонент. Відсутність помилок на каналному рівні ще не гарантує того, що інформація мережі не спотворюється. Наслідком помилок нижнього рівня є

повторна передача кадрів. Завдяки високій швидкості мережі Fast Ethernet та високої продуктивності сучасних комп'ютерів, помилки нижнього рівня не істотно впливає на час реакції прикладного ПЗ. Таким чином, основне завдання діагностики каналного рівня мережі – виявити наявність підвищеного числа колізій та помилок у мережі та знайти взаємозв'язок між числом помилок та ступенем завантаженості каналу зв'язку. Усі виміри слід проводити на фоні генерації аналізатором протоколів власного трафіку.

Методика попереджувальної діагностики ось у чому. Адміністратор мережі повинен безперервно або протягом тривалого часу спостерігати за роботою мережі. Такі спостереження бажано проводити з моменту її встановлення. На підставі цих спостережень адміністратор повинен визначити, по-перше, як значення параметрів, що спостерігаються впливають на роботу користувачів мережі й, по-друге, як вони змінюються протягом тривалого проміжку часу: робочого дня, тижня, місяця, кварталу, року тощо.

Параметрами є:

- параметри роботи каналу зв'язку мережі - утилізація каналу зв'язку, кількість прийнятих та переданих кожною станцією мережі кадрів, число помилок у мережі, число ширококомовних та багатоадресних кадрів тощо;
- параметри роботи сервера – утилізація процесора сервера, кількість відкладених запитів до диска, загальна кількість кеш-буферів, кількість "брудних" кеш-буферів і так далі.

Знаючи залежність між часом реакції прикладного ПЗ та значеннями спостережуваних параметрів, адміністратор мережі повинен визначити максимальні значення параметрів, допустимі для цієї мережі. Ці значення вводяться як порогів (thresholds) у діагностичний засіб. Якщо в процесі експлуатації мережі значення спостерігаються параметрів перевищують порогові, діагностичний засіб проінформує про це подію адміністратора мережі. Така ситуація свідчить про наявність у мережі проблеми. Спостерігаючи досить довго за роботою каналу зв'язку та сервера, можна встановити тенденцію зміни значень різних параметрів роботи мережі (утилізації ресурсів, числа помилок

тощо). На підставі таких спостережень адміністратор може зробити висновки про необхідність заміни активного обладнання чи зміни архітектури мережі.

Аналізуючи ситуації при усуненні неполадок, прийшли до висновку, що основні функціональні завдання полягають у керуванні такими елементами:

- 1) конфігурацією (плануванням, формуванням та розвитком системи, встановленням та введенням в експлуатацію нового обладнання, встановленням та зміною з'єднань між елементами системи, наданням ресурсів користувачам тощо);
- 2) усунення несправностей (виявленням, локалізацією, реєстрацією та усуненням несправностей тощо);
- 3) якістю передачі інформації (збором, обробкою, реєстрацією, зберіганням та відображенням статистичних даних про функціонування мережі та її елементів, аналізом якісних показників тощо);
- 4) захистом інформації (забезпеченням конфіденційності та цілісності інформації, що передається, видачею сигналів тривоги при несанкціонованому доступі до інформації, блокуванням скомпрометованого елемента мережі тощо);
- 5) використанням ресурсу (збором, обробкою, реєстрацією, зберіганням та відображенням даних про виділений на користь користувачів ресурсі, що надаються послугами зв'язку).

ВИСНОВКИ

Сучасний рівень розвитку інформаційного суспільства та інтелектуальних сфер діяльності людини базується на використанні цифрових та телекомунікаційних технологій. Постійне зростання обсягу інформації, збільшення швидкості передачі інформаційних потоків у цифрових мережах зв'язку, як і раніше, залишається актуальним завданням оцінки якості обслуговування потоків трафіку. У цих умовах розробка нових методів аналізу трафіку мультисервісних мереж, що забезпечують простоту розрахунків та їхню прийнятну точність, стає особливо актуальною.

У першому розділі проаналізовано та систематизовано інформацію відносно технології обслуговування та аналізу трафіку мультисервісних мереж, її розвитку, принципів роботи та переваги. Аналіз мультимедійного трафіку в сучасних телекомунікаційних мережах є складним та важким завданням. Основними причинами цих труднощів є:

- широкий діапазон швидкостей передачі - від кількох Кбіт/с, як у разі передачі телефонного трафіку, до сотень Мбіт/с, під час передачі відеопотоків;
- різноманітні статистичні властивості мультимедійних інформаційних потоків, що передаються (трафік реального часу накладає жорсткі вимоги до ресурсів мережі);
- велика різноманітність мережевих конфігурацій, безліч технологій та протоколів передачі (Gigabit Ethernet, ATM, MPLS та ін.);
- багаторівнева обробка повідомлень, що передаються, внаслідок чого якість обслуговування виявляється залежним від декількох рівнів обробки.

У другому розділі кваліфікаційної роботи досліджено трафік та параметри якості обслуговування на підприємстві за допомогою методу та аналізу розподілу кількості заявок; здійснено перевірку запропонованого

методу та алгоритму; пройдено процес удосконалення трафіку мультисервісних мереж на підприємстві.

Підводячи підсумки по третьому розділу, зазначимо, що запропоновано метод управління усунення несправностей в мультисервісних мережах. Метод дозволяє забезпечити не тільки контроль на підприємстві, а й якісне управління, з метою визначення причини несправностей. Саме застосування даного методу допоможе в роботі підприємства Національний телеком оператор Vega Telecom підвищити якість обслуговування, а тим самим зростуть показники надійності послуг для користувачів.

Резюмуючи можна сказати, проведені дослідження та практичне спрямування роботи було корисним, доречним для бази дослідження. На підставі вище сказаного вважаємо, що мета кваліфікаційної роботи досягнута.

- 11) Нопін С. В., Шахов В. Г. Аналіз захищеності абонентських систем IP-телефонії від несанкціонованого доступу : Інформаційні технології, 2019. №11. 87 с.
- 12) Оліфер В.Г., Оліфер Н.А. Комп'ютерні мережі. Принципи, технології, протоколи (4 видання, 2018) : Київ. 1008 с.
- 13) Основи IP-телефонії, базові принципи, терміни та протоколи. Ази IP-телефонії від Cisco або знайомство з Cisco CallManager Express URL: <https://redcomrade.ru/uk/windows-8/osnovy-ip-telefonii-bazovye-principyterminy-i-protokoly-azy-ip-telefonii/> (дата звернення: 18.10.2022).
- 14) Послуги оптових продажів для телеком операторів URL: https://vega.ua/ukr/for_operators (дата звернення: 28.10.2022).
- 15) Послуги передачі даних Національний телеком-оператор Vega надає послуги URL: https://vega.ua/ukr/for_operators/data_services (дата звернення: 29.10.2022).
- 16) Перспективи використання IP-телефонії. URL: <http://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/17536/2880.pdf?sequence=3> (дата звернення: 11.10.2022).
- 17) Послуги Vega для вашого дому URL: https://vega.ua/ukr/for_home/addservices# (дата звернення: 11.10.2022).
- 18) Росляков А.В., Самсонов М.Ю., Шибаєва І.В. : IP-телефонія, друге видання. 2017. Київ. 316 с.
- 19) Сервер Supermicro URL: <https://supermicro.net.ua/servery-supermicro.html> (дата звернення: 24.10.2022).
- 20) Сторчак К.П., Ткаленко О.М., Маркіна О.А. Технологія VoIP. Навч. посібник, підготовлено для студентів вищих навчальних закладів : Київ: ДУТ, 2018. 120с.
- 21) Cisco Unified Communications Manager Version 11.5 URL: <https://www.cisco.com/c/en/us/support/unifiedcommunications/unifiedcommunications-manager-version-11-5/model.html> (дата звернення: 29.10.2022).

- 22) Cisco Unified Communications Manager Version 11.5 URL: <https://www.cisco.com/c/en/us/products/unified-communications/unifiedcommunications-manager-version-11-5/index.html> (дата звернення: 15.10.2022).
- 23) Cisco URL: https://www.cisco.com/c/uk_ua/index.html (дата звернення: 02.11.2022).
- 24) Gorodetski V., Kotenko I., Karsaev O. Multi-agent Technologies for Computer Network Security: Attack Simulation, Intrusion Detection and Intrusion Detection Learning. International Journal of Computer Systems Science & Engineering, 2019, no. 4, pp. 191–200.
- 25) IP-телефонія URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/IP-%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D1%84%D0%BE%D0%BD%D1%96%D1%8F> (дата звернення: 23.10.2022).
- 26) IP-телефон Cisco 7821 URL: <https://www.cisco.com/c/en/us/support/collaboration-endpoints/unified-ipphone-7821/model.html> (дата звернення: 10.10.2022).
- 27) Kanáliková A. Services in NGN Next Generation Networks Journal of Information, Control and Management Systems. 2020. Vol. 3. N 2. P. 97.
- 28) Takagi T., Sugeno M. Fuzzy Identification of Systems and its Applications to Modeling and Control. IEEE Trans. on System, Man and Cybernetics, 2020, vol. 15, no. 1, pp. 11
- 29) Paxson V. A System for Detecting Network Intruders in Real-Time Proc. of the 7th USENIX Security Symp. 2021. P. 2435–2463
- 30) Studying the Architecture and Signaling Flow of SIP. URL: <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/496236/Studying%20SIP.pdf?sequence=2&isAllowed=y> (дата звернення: 28.10.2022).
- 31) The Heart of Cisco Collaboration Services URL: <https://www.globalknowledge.com/usen/training/coursecatalog/brands/cisco/collaboration-voice-video-and-contact-center/unifiedcommunications-manager-cucm/#gref> (дата звернення: 06.11.2022).

- 32) Traffic Analysis for Voice over IP Cisco Systems Inc, 2005. Режим доступу: http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/cisintwk/intsolns/voipsol/ta_isd.html(дата звернення: 15.10.2022) .
- 33) Unified Management for Containers and VMs URL: <https://www.vmware.com/products/vsphere.html> (дата звернення: 15.10.2022).
- 34) Vega Telecommunications Group URL: https://vega.ua/ukr/about_company# (дата звернення: 23.10.2022).
- 35) Vega - надійний партнер для вашого бізнесу URL: https://vega.ua/ukr/for_office (дата звернення: 19.10.2022).
- 36) Waldbusser S. Remote Network Monitoring Management Information Base. RFC 2819, 2021.
- 37) Waldbusser S. Remote Network Monitoring Management Information Base Version 2 using SMIv2. RFC 2021
- 38) Waldbusser S. Remote Network Monitoring Management Information Base Version 2 using SMIv2. RFC 2021.
- 39) What is Cisco Unified Communications Manager URL: <https://www.krgroup.com/what-is-cisco-unified-communications-manager/> (дата звернення: 29.10.2022).
- 40) Zhu K., Duan Z., Wang J. Quality of service in web services discovery IEEE Symposium on Advanced Management of Information for Globalized Enterprises, 2018. P. 1 the information society.