

УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Факультет «Інформаційно-керуючі системи та технології»

Кафедра «Транспортний зв'язок»

Пояснювальна записка

до дипломної роботи бакалавра

на тему:

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИНЦИПІВ ЦИКЛІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ЧЕРГ В КОМУТАТОРАХ ETHERNET

БРА 02.25.134.04.ПЗ

Виконав:

студент 4 курсу, групи 107-ТКРТ-Д21

спеціальності

172 «Електронні комунікації та

радіотехніка»

освітньої програми «Телекомунікації та

радіотехніка» (роботу виконано самостійно,

відповідно до принципів академічної

добросовісності)

(підпис)

Олексій ЛЕЛЮК

Керівник:

професор кафедри, доктор техн. наук,

професор

Сергій ПАНЧЕНКО

Рецензент:

доцент кафедри, канд. техн. наук, доцент

Олександр СЕВЕРІНОВ

Харків – 2025 р.

УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Факультет «Інформаційно-керуючі системи та технології»

Кафедра «Транспортний зв'язок»

Освітній ступінь: бакалавр

Спеціальність 172 «Електронні комунікації та радіотехніка»

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри

_____ Сергій ІНДИК
(підпис)

« _____ » _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Лелюку Олексію Сергійовичу

1. Тема роботи:

«Дослідження принципів циклічного обслуговування черг в комутаторах Ethernet»,
керівник роботи: Панченко Сергій Володимирович, доктор техн. наук, професор,
затверджені розпорядженням декана факультету інформаційно-керуючих систем
та технологій від 24.02.2025 р. № 11.

2. Строк подання студентом роботи: 06.06.2025 р.

3. Вихідні дані до роботи:

– розміри черг;

– довжини та кількість кадрів у чергах.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): аналіз якості обслуговування у мережах на базі стандарту IEEE 802.3; дослідження процедур циклічного обслуговування черг за принципами WRR, DWRR; практичні рекомендації щодо вибору обсягу черг комутаторів Ethernet; рекомендації з розрахунку максимальної затримки в черзі.

5. Демонстраційні матеріали:

презентація обсягом не менше 5 слайдів.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис консультанта, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання: 07.04.2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів	Строк виконання етапів	Примітка
1	Підготовка матеріалів до оглядово-аналітичної частини дипломної роботи	02.06.2025 р.	вик.
2	Розробка розділу оглядово-аналітичного характеру	17.06.2025 р.	вик.
3	Розробка розділів спеціальної частини	20.06.2025 р.	вик.
4	Підготовка демонстраційного матеріалу, доповіді, подання роботи на рецензію та затвердження	23.06.2025 р.	вик.

Студент

(підпис)

Олексій ЛЕЛЮК

Керівник роботи

професор кафедри,
доктор техн. наук, професор

(підпис)

Сергій ПАНЧЕНКО

Відповідальний за нормоконтроль

доцент кафедри,
канд. техн. наук, доцент

(підпис)

Ірина КОВТУН

ЗМІСТ

Вступ.....	6
1. Аналіз якості обслуговування у мережах на базі стандарту IEEE 802.3.....	7
2. Забезпечення якості обслуговування шляхом керування чергами	9
3. Дослідження процедури циклічного обслуговування черг за принципом WRR	12
4. Дослідження процедури циклічного обслуговування черг за принципом DWRR	33
5. Дослідження процедури циклічного обслуговування черг за принципом SRR.....	58
6. Практичні рекомендації щодо вибору обсягу черг комутаторів Ethernet	65
7. Практичні рекомендації з розрахунку максимальної затримки в черзі комутатора Ethernet.....	68
Висновки	72
Список використаних джерел	73

АНОТАЦІЯ

Проведено аналіз якості обслуговування у мережах на базі стандарту IEEE 802.3. Проведено дослідження процедур циклічного обслуговування черг за принципами WRR, DWRR. Сформульовані практичні рекомендації щодо вибору обсягу черг комутаторів Ethernet. Надані рекомендації з розрахунку максимальної затримки в черзі.

Відомості про роботу: 74 сторінки, 28 рисунків, 11 літературних джерел.

Ключові слова: кадр, комутатор, пропускна здатність, черга, байт, керування чергами, Ethernet.

ABSTRACT

An analysis of Quality of Service (QoS) in networks based on the IEEE 802.3 standard has been conducted. The study examined queue servicing procedures following the principles of Weighted Round Robin (WRR) and Deficit Weighted Round Robin (DWRR). Practical recommendations have been formulated regarding the selection of Ethernet switch queue sizes. Additionally, guidelines for calculating maximum queue delay have been provided.

Work details: 74 pages, 28 figures, 11 references.

Keywords: frame, switch, bandwidth, queue, byte, queue management, Ethernet.

ВСТУП

У сучасних інформаційних мережах, які забезпечують високопродуктивну передачу даних та гарантовану якість обслуговування (Quality of Service, QoS), комутатори Ethernet займають ключову позицію як основний елемент інфраструктури. Зі зростанням обсягів мережевого трафіку та зростанням вимог до оперативності обробки пакетів важливим завданням стає забезпечення ефективного керування чергами. Це дозволяє мінімізувати затримки, зменшити втрати пакетів та забезпечити справедливий розподіл мережевих ресурсів між різними типами трафіку.

Актуальність дослідження принципів обслуговування черг у комутаторах Ethernet обумовлена необхідністю оптимізації роботи мережевої інфраструктури, зокрема у корпоративних та дата-центрових середовищах, де критично важливим є забезпечення стабільної роботи додатків реального часу, таких як VoIP, відеоконференції та інші мультимедійні сервіси. Правильне налаштування алгоритмів управління чергами, зокрема таких, як First-In-First-Out (FIFO), SPQ (Strict Priority Queuing), Weighted Round Robin (WRR) є основою для досягнення високих показників продуктивності та якості мережевого з'єднання.

У ході підготовки та виконання роботи автором була використана інформація, у тому числі текст, формули, рисунки, схеми, алгоритми, методики проведення аналізу, досліджень, визначення певних характеристик, параметрів та вихідних даних, розрахунків тощо, що міститься у джерелах [1 – 11], наведених у списку використаних джерел, а також інформація, отримана в результаті консультування з керівником роботи, науковими, науково-педагогічними працівниками та іншими особами, яка є неопублікованими авторськими напрацюваннями, дозволеними для використання автору цієї роботи виключно при виконанні тільки цієї роботи.

ВИСНОВКИ

1. Проведено аналіз якості обслуговування у мережах на базі стандарту IEEE 802.3.
- 3 Проведено дослідження процедур циклічного обслуговування черг за принципами WRR, DWRR.
4. Сформульовані практичні рекомендації щодо вибору обсягу черг комутаторів Ethernet.
5. Надані рекомендації з розрахунку максимальної затримки в черзі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Cisco Systems, Inc. Cisco Catalyst 2960 Series Switches Configuration Guide [Electronic resource]. – Available at: <https://www.cisco.com/c/en/us/support/switches/catalyst-2960-series-switches/tsd-products-support-series-home.html>.
2. IEEE. IEEE 802.3-2018 Standard for Ethernet [Electronic resource]. – Available at: https://standards.ieee.org/standard/802_3-2018.html.
3. RR – Round-Robin. URL: <https://linkmeup.gitbook.io/sdsm/15.-qos/6.-upravlenie-peregruzkami-congestion-management/3-rr-round-robin>
4. RSTUT. QoS Questions 2 / RSTUT. – Режим доступу: <https://www.rstut.com/ccie-written/qos-questions-2>.
5. CISCO SYSTEMS, INC. Quality of Service Configuration Guide for Cisco Catalyst Switches, Release 15.2. Cisco Systems, Inc., 2018. URL: <https://www.cisco.com/c/en/us/support/switches/catalyst-2960-series-switches/products-installation-and-configuration-guides-list.html>.
6. LAMMLE, T. Understanding Cisco Quality of Service. John Wiley & Sons, 2019.
7. ODOM, W. CCNA 200-301 Official Cert Guide, Volume 1. Cisco Press, 2020.
8. Calculating Latency on a Switched Ethernet Network. URL: https://lrss.fri.uni-lj.si/sl/teaching/mro/lectures/5_latency_on_a_switched_ethernet_network.pdf.
9. Queuing delay. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Queuing_delay.
10. Телекомунікаційні та інформаційні мережі. Типові завдання: методичні вказівки до практичних занять і самостійної роботи з дисциплін «Телекомунікаційні та інформаційні мережі на залізничному транспорті»,

«Комп'ютерні мережі». Частина 1 / укладачі : С. В. Індик, О. С. Жученко, В. П. Лисечко ; кафедра транспортного зв'язку. - Харків : УкрДУЗТ, 2022. - 44 с.

11. Телекомунікаційні та інформаційні мережі. Типові завдання: методичні вказівки для практичних занять і самостійної роботи з дисципліни «Телекомунікаційні та інформаційні мережі на залізничному транспорті» Частина 2 / укладачі : М. А. Штомпель, О. С. Жученко, С. В. Індик ; кафедра транспортного зв'язку. - Харків: УкрДУЗТ, 2024. - 42 с.