

Державна служба України з надзвичайних ситуацій
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності
Навчально-науковий інститут цивільного захисту
Кафедра інформаційних технологій та систем електронних комунікацій

«Допущено до захисту»
Начальник кафедри ІТтаСЕК
підполковник служби цивільного
захисту
_____ Олександр ПРИДАТКО
“ ____ ” _____ 20__ року

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

на тему «Розроблення алгоритмів та інструментарію для оптимізації
пропускнуої спроможності комп'ютерної мережі»

Виконав:
здобувач VI курсу, групи КН-61мз
спеціальності (освітньої програми)
122 «Комп'ютерні науки» (Комп'ютерні науки)
(шифр і назва спеціальності (освітньої програми))
Богдан ІВАНЧУК
Керівник _____ Назарій БУРАК
(ім'я та прізвище)
Рецензент _____
(ім'я та прізвище)

Львів – 2024 року

Державна служба України з надзвичайних ситуацій
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності
Навчально-науковий інститут цивільного захисту
Кафедра інформаційних технологій та систем електронних комунікацій
Освітній ступінь магістр
Спеціальність 122 “Комп’ютерні науки”
Освітня програма Комп’ютерні науки

ЗАТВЕРДЖУЮ
Начальник кафедри ІТтаСЕК
підполковник служби цивільного
захисту
Олександр ПРИДАТКО
“ ” 20 року

ЗАВДАННЯ на Кваліфікаційну роботу магістра

Здобувачу Богдану ІВАНЧУКУ
(ім’я, прізвище)

1. Тема «Розроблення алгоритмів та інструментарію для оптимізації пропускну
спроможності комп’ютерної мережі»

керівник роботи Назарій Бурак, к.т.н., доцент
(ім’я, прізвище, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ЛДУ БЖД від “ ” 20 року №

2. Термін подання здобувачем роботи 5 люте 2024 року

3. Початкові дані до роботи

1. "Computer Networking: Principles, Protocols and Practice" by Olivier Bonaventure - Ця книга пропонує обширний огляд комп’ютерних мереж і включає в себе розділи про оптимізацію та управління пропускнуою спроможністю.
2. Grigorik, Ilya. "High-Performance Browser Networking."
3. "Optimizing Network Performance for Online Services" - Microsoft документ, який надає практичні поради для оптимізації мережевої продуктивності в онлайн-сервісах.
4. Network Performance Optimization on Google Cloud - Документація Google Cloud із практичними порадами з оптимізації мережі в хмарному середовищі.
5. Abdul Rashid, Nazre & Othman, Md & Johan, Rasyidi & Sidek, Salman. (2019). Cisco Packet Tracer Simulation as Effective Pedagogy in Computer Networkin Course. International Journal of Interactive Mobile Technologies (iJIM). Vol. 13, No. 10, 2019. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://doi.org/10.3991/ijim.v13i10.11283>

4. Зміст кваліфікаційної роботи магістра /проекту (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ

Розділ 1. Аналіз існуючих проблем та викликів у сфері оптимізації пропускну́ї спроможності мереж

Розділ 2. Теоретичні основи оптимізації пропускну́ї спроможності комп'ютерних мереж

Розділ 3. Розробка алгоритмів та інструментарію для оптимізації комп'ютерної мережі

Висновки

Список використаних джерел

Додатки

5. Консультанти розділів роботи

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

6. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи магістра /проекту	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз існуючих проблем та викликів у сфері оптимізації пропускну́ї спроможності мереж		
2	Теоретичні основи оптимізації пропускну́ї спроможності комп'ютерних мереж		
3	Розробка алгоритмів та інструментарію для оптимізації комп'ютерної мережі		

Здобувач

_____ (підпис)

— Богдан ІВАНЧУК —
(ім'я та прізвище)

Керівник роботи

(підпис)

_____ (ім'я та прізвище)

— Назарій БУРАК —

АНОТАЦІЯ

Богдан ІВАНЧУК. «Розроблення алгоритмів та інструментарію для оптимізації пропускної спроможності комп'ютерної мережі». Кваліфікаційна робота магістра за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки » складається з текстової частини, що містить 3 розділи, 95 с., 38 рис., 8 табл., 25 джерел, 2 додатки.

Об'єкт дослідження – комп'ютерні мережі з різними топологіями та рівнями навантаження, аналіз їх проблем пов'язаних із недостатньою пропускною спроможністю цих комп'ютерних мереж.

Мета роботи – розробка ефективних алгоритмів та інструментарію, спрямованих на оптимізацію пропускної спроможності комп'ютерної мережі.

Дослідження зосереджується на визначенні ключових факторів, які впливають на пропуску спроможність комп'ютерної мережі та розробку оптимальних стратегій для підвищення ефективності передачі даних.

Проведено аналіз існуючих проблем та викликів у сфері оптимізації пропускної спроможності, розглянуті теоретичні основи роботи комп'ютерних мереж, розроблені та впроваджені алгоритми, спрямовані на підвищення продуктивності мережевих систем.

Розроблено алгоритм побудови локальної комп'ютерної мережі з оптимальною пропускною здатністю за допомогою ряду інструментів та технологій, які використовуються сучасними мережами.

З метою тестування та визначення ефективності роботи запропонованих алгоритмів та інструментарію виконано проєктування локальної мережі на фізичному та логічному засобами віртуального симулятора CISCO Packet Tracer.

КОМП'ЮТЕРНІ МЕРЖІ, АЛГОРИТМИ, АНАЛІЗ, CISCO PACKET TRACER, ОПТИМІЗАЦІЯ, ПРОПУСКНА СПРОМОЖНІСТЬ.

ABSTRACT

Bogdan IVANCHUK. Development of algorithms and toolkit for optimization of computer network bandwidth". Master's qualification work in the specialty 122 "Computer Science" consists of a text part containing 3 chapters, 95 pages, 38 figures, 8 tables, 25 sources, and 2 appendices.

The object of the research is computer networks with different topologies and levels of load, analyzing their problems associated with insufficient bandwidth capacity.

The purpose of the work is the development of efficient algorithms and toolkit aimed at optimizing the bandwidth capacity of computer networks.

The research focuses on identifying the key factors that affect the bandwidth of a computer network and developing optimal strategies to improve the efficiency of data transmission.

The analysis of existing problems and challenges in the field of bandwidth optimization was carried out, the theoretical foundations of computer networks were considered, algorithms aimed at increasing the performance of network systems were developed and implemented.

An algorithm for building a local computer network with optimal bandwidth has been developed using a number of tools and technologies used by modern networks.

In order to test and determine the effectiveness of the proposed algorithms and tools, the design of the local network was performed using the physical and logical means of the CISCO Packet Tracer virtual simulator.

COMPUTER NETWORKS, ALGORITHMS, ANALYSIS, CISCO PACKET TRACER, OPTIMIZATION, BANDWIDTH CAPACITY.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	8
ВСТУП	9
РОЗДІЛ 1. Аналіз існуючих проблем та викликів у сфері оптимізації пропускної спроможності мереж.....	11
1.1. Загальний огляд проблем у сфері оптимізації пропускної спроможності мереж.....	11
1.2. Фізичні та логічні обмеження та їх вплив на пропускну спроможність мереж	16
1.3. Сучасні підходи та методи рішення проблем оптимізації пропускної спроможності мереж	19
Висновок до розділу	32
РОЗДІЛ 2. Теоретичні основи оптимізації пропускної спроможності комп'ютерних мереж	33
2.1. Огляд принципів роботи комп'ютерних мереж.....	33
2.2. Аналіз протоколів та стандартів та їх вплив на пропускну спроможність.....	46
2.3. Основні аспекти проектування інфраструктури мережі та методи орієнтовані на оптимізацію пропускної спроможності.	56
Висновок до розділу	60
РОЗДІЛ 3. Розробка алгоритмів та інструментарію для оптимізації комп'ютерної мережі	61
3.1. Аналіз існуючих алгоритмів та інструментів для оптимізації пропускної спроможності комп'ютерної мережі	61

3.2. Розробка та реалізація алгоритму побудови локальної комп'ютерної мережі з оптимальною пропускнуою здатністю за допомогою ряду інструментів та технологій.....	65
3.3. Тестування та оцінка результатів.....	81
Висновок до розділу	86
ВИСНОВКИ.....	88
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	89
ДОДАТКИ.....	92
Додаток А.....	93
Додаток Б	95

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

QoS- Quality of service- Якість обслуговування

CPT- Cisco Packet Tracer

LAN- Local Area Network-Локальна комп'ютерна мережа

WAN- Wide Area Network-Глобальна мережа

MAN- Metropolitan Area Network-Міська мережа

SDN-Software-Defined Networking

ВСТУП

У сучасному світі, де інформаційні технології є невід'ємною частиною практично всіх сфер життя, комп'ютерні мережі відіграють ключову роль у забезпеченні ефективного обміну даними. Зростання об'ємів інформації та збільшення кількості підключених пристроїв призводять до постійного зростання навантаження на комп'ютерні мережі. Оптимізація пропускної спроможності стає важливим завданням для забезпечення ефективності та стійкості мережевого зв'язку.

Актуальність теми. Зростаючі вимоги до швидкості передачі даних, низька латентність і висока якість обслуговування створюють потребу в розробці нових алгоритмів та інструментарію для оптимізації мережевих ресурсів.

Зокрема, з урахуванням активного використання мережі здобувачами та працівниками університетів та підприємств, де навчання та робота стає все більше віртуальною, важливо вдосконалювати методи та засоби управління пропускною спроможністю для забезпечення стабільної та продуктивної роботи мереж.

Крім того, розростання IoT пристроїв та розширення мереж наукових досліджень, медичних установ, та інших областей також підсилює потребу в розробці ефективних методів оптимізації пропускної спроможності.

Діяльність у сфері оптимізації пропускної спроможності комп'ютерних мереж є важливою для забезпечення ефективного та надійного функціонування інформаційного суспільства. Розвиток нових алгоритмів та інструментів є ключовим завданням для вирішення цих сучасних викликів у галузі мережевих технологій.

Об'єкт дослідження - комп'ютерні мережі з різними топологіями та рівнями навантаження, аналіз їх проблем пов'язаних із недостатньою пропускною спроможністю цих комп'ютерних мереж.

Метою магістерської кваліфікаційної роботи є розроблення алгоритмів та інструментарію, які дозволять оптимізувати пропускну спроможність комп'ютерних мереж. Зосереджуючись на вивченні проблем та викликів,

пов'язаних із недостатньою пропускнуою спроможністю, ми маємо на меті розробити ефективні стратегії та рішення, спроможні підвищити продуктивність передачі даних.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:

- провести аналіз існуючих проблем та викликів у сфері оптимізації пропускнуої спроможності мереж та методів їх вирішення;
- розглянути основні принципи роботи комп'ютерних мереж, зокрема, протоколи передачі даних, комутаційні техніки та архітектурні рішення;
- розробити алгоритм побудови локальної комп'ютерної мережі з оптимальною пропускнуою здатністю за допомогою ряду інструментів та технологій.
- реалізація алгоритму в експериментальному середовищі моделювання комп'ютерних мереж CISCO Packet Tracer.

Практичний результат виконання магістерської кваліфікаційної роботи розширить знання у галузі оптимізації пропускнуої спроможності мереж та може слугувати основою для подальших досліджень у сфері вдосконалення мережевих технологій , адже розвиток нових алгоритмів та інструментів є ключовим завданням для вирішення цих сучасних викликів у галузі комп'ютерних мереж.

ВИСНОВКИ

Висновок з цієї кваліфікаційної роботи магістра вказує на важливість оптимізації пропускної спроможності комп'ютерних мереж для забезпечення ефективною та безперебійною передачею даних на великих корпоративних підприємствах. Аналіз існуючих проблем та викликів в цій сфері виявив широкий спектр труднощів, таких як застаріле обладнання, неоптимальне використання ресурсів та затримки в передачі даних, неправильна побудована архітектура мережі і т.д.

Досліджено різні типи фізичних та логічних обмежень, їх вплив на мережу та пропускну здатність. Огляд сучасних методів рішення проблем оптимізації пропускної спроможності вказав на різноманітні підходи, такі як використання алгоритмів маршрутизації, заміна мережевого обладнання, управління трафіком.

В подальших етапах дослідження була проведена розробка та реалізація удосконалених алгоритмів eSDN та dSDN на основі традиційної SDN. Також була реалізована віртуальна мережа на основі Cisco Packet Tracer, для того щоб можна було зрозуміти повну картину розподілу ресурсів мережі та передачу трафіку з використанням тих чи інших протоколів маршрутизації. Тестування отриманих рішень підтвердило ефективність використаних підходів та технологій для досягнення оптимальної пропускної здатності.

Загальний висновок вказує на актуальність проблем оптимізації пропускної спроможності мереж та необхідність виважених стратегій та рішень для подолання цих труднощів. Ефективна оптимізація вимагає глибокого розуміння принципів роботи мереж, врахування фізичних та логічних обмежень, а також використання сучасних технологій та методів. Результати дослідження підтверджують успішність обраних стратегій та підходів у вирішенні завдань оптимізації пропускної спроможності комп'ютерних мереж.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. "Принципи роботи мереж і систем комутації." В. Бібіков, В. Коляда. (Україна).
2. "Комп'ютерні мережі. Принципи, технології, протоколи." А. Таненбаум, Д. Уезеролл. (Україна).
3. "Мережеві технології Інтернет." В. Осіпов, В. Скирточ. (Україна).
4. "Комп'ютерні мережі: техніка, протоколи, архітектура." А. Зинов'єв, М. Дмитрієв. (Україна).
5. "Мережеві технології." А. Коваленко, О. Мазур, М. Сергієнко. (Україна).
6. "Computer Networking: Principles, Protocols, and Practice." Olivier Bonaventure. (США).
7. "Routing TCP/IP, Volume 1." Jeff Doyle, Jennifer DeHaven Carroll. (США).
8. "Computer Networks: A Systems Approach." Larry L. Peterson, Bruce S. Davie. (США).
9. Kaur, Prabhjot & Misra, Neeti. (2019). A Methodical Review on Network traffic monitoring and Analysis tools. JAC: A Journal of Composition Theory. 12. 1964.
10. Brohée, Sylvain & Faust, Karoline & van Helden, Jacques. (2009). Network Analysis Tools (NeAT) Tutorial.
11. Soepeno, Ryufath. (2023). Wireshark: An Effective Tool for Network Analysis. 10.13140/RG.2.2.34444.69769.
12. Pir Mohammadiani, Rojjar. (2019). Computational Methods for Differential Equations Using AHP to complex network analysis tools selection. 7. 635-645.
13. Cisco Press: <https://www.ciscopress.com/>. Іванчук Б.І. Дослідження особливостей використання протоколу IPv6 / Б.І. Іванчук, Н.Є. Бурак // Захист інформації в інформаційно-комунікаційних системах : збірник тез доповідей IV

Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених, курсантів та студентів 27 листопада 2020 року. – Львів, ЛДУ БЖД, 2020. – С.124-126.

14. Антонов А.О. Особливості впровадження систем електронного документообігу в підрозділах ДСНС України / А.О. Антонов, Н.Є. Бурак // Проблеми та перспективи забезпечення цивільного захисту: матеріали міжнар. наук.-практ. конф. молодих учених. – Харків: НУЦЗ України, 2018. – С. 12.

15. Abdul Rashid, Nazre & Othman, Md & Johan, Rasyidi & Sidek, Salman. (2019). Cisco Packet Tracer Simulation as Effective Pedagogy in Computer Networking Course. International Journal of Interactive Mobile Technologies (iJIM). Vol. 13, No. 10, 2019. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://doi.org/10.3991/ijim.v13i10.11283>.

16. Patel, Brijesh & Bhatt, Priyang. (2013). Wireless Networks Simulation with Assessment in PT Software. International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication ISSN: 2321-8169. Volume: 1. 870-875.

17. Smotr, O., Burak, N., Borzov, Yu., Ljaskovska, S.: Implementation of Information Technologies in the organization of Forest Fire Suppression Process. In: Proceedings of the 2018 IEEE Second International Conference on Data Stream Mining & Processing (DSMP), pp. 157-161. Lviv, Ukraine, August 21-25, 2018

18. Особливості використання засобів Cisco Packet Tracer при вивченні комп'ютерних мереж / Б.І. Іванчук, Н.Є. Бурак // Проблеми та перспективи розвитку системи безпеки життєдіяльності: Зб. наук. праць XV Міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених, курсантів та студентів. – Львів: ЛДУ БЖД, 2020. – С. 201-203.

19. Комп'ютерні мережі: [навчальний посібник] / А. Г. Микитишин, М. М. Митник, П. Д. Стухляк, В. В. Пасічник. – Львів: «Магнолія 2006», 2013. – 256 с.

20. Киричик Б.М. Аналіз методів підвищення продуктивності комп'ютерної мережі / Б.М. Киричик, Н.Є. Бурак // Захист інформації в інформаційно-комунікаційних системах: Зб. тез доповідей III Всеукр. наук.-практ. конф. молодих вчених, курсантів та студентів. – Львів: ЛДУ БЖД, 2019. – С. 223-225.

21. Інтерактивні технології навчання Cisco Activity Wizard / Б.І. Іванчук, Н.Є. Бурак // Сучасні інформаційні технології – 2020" "Modern Information Technology – 2020" : Матеріали X Міжнар. наук. конф. студентів та молодих вчених. – МОН України; Одес. Нац. політех. ун-т ; Ін-т комп'ют. систем. – Одеса : Наука і техніка, 2020. – С. 80-81.
22. Casado, M., Pettit, J., Koronen, T., Amidon, K., Shenker, S., & McKeown, N. (2007). Rethinking enterprise network control. *ACM SIGCOMM Computer Communication Review*, 37(4), 43-54.
23. Kreutz, D., Ramos, F. M. V., Verissimo, P. E., Rothenberg, C. E., Azodolmolky, S., & Uhlig, S. (2015). Software-defined networking: A comprehensive survey. *Proceedings of the IEEE*, 103(1), 14-76.
24. McKeown, N., Anderson, T., Balakrishnan, H., Parulkar, G., Peterson, L., Rexford, J., ... & Turner, J. (2008). OpenFlow: Enabling innovation in campus networks. *ACM SIGCOMM Computer Communication Review*, 38(2), 69-74.
25. Duan, Q., Zhu, Y., Wang, H., & Chen, G. (2016). A survey on data center networking for cloud computing. *IEEE Access*, 4, 7641-7654.
26. Jain, S., Kumar, A., Mandal, S., Ong, J., Poutievski, L., Singh, A., ... & Vahdat, A. (2013). B4: Experience with a globally-deployed software defined WAN. *ACM SIGCOMM Computer Communication Review*, 43(4), 3-14.
27. Герговський О., Бурак Н.Є. Аналіз функціональних особливостей комутаторів Layer 2 та Layer 3. Інформаційна безпека та інформаційні технології ІБІТ-2022: збірник тез доповідей IV Міжнародної науково-практичної конференції, 30 листопада 2022 року. – Львів, ЛДУ БЖД, 2022. – С.199-201
28. Khlevnoi, O., Burak, N., Borzov, Y., Raita, D. (2023). Neural Network Analysis of Evacuation Flows According to Video Surveillance Cameras. In: Babichev, S., Lytvynenko, V. (eds) *Lecture Notes in Data Engineering, Computational Intelligence, and Decision Making. ISDMCI 2022. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, vol 149. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-16203-9_35

