

УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Факультет «Інформаційно-керуючі системи та технології»

Кафедра «Транспортний зв'язок»

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**

до дипломної роботи магістра

на тему:

**ПРОЄКТУВАННЯ ІНФОКОМУНІКАЦІЙНОЇ МЕРЕЖІ НА ОСНОВІ ПРОТОКОЛУ  
GRE**

МРА 02.24.214.02.ПЗ

Виконав:

студент групи 214-КМТ-Д23


спеціальності 273 «Залізничний транспорт»

Освітньої програми «Комп'ютерні

мережеві технології» (роботу

виконано самостійно відповідно до

принципів академічної доброчесності)

 Олексій КОБИЛЬОХА

Керівник:

доцент кафедри, канд. техн. наук

 Сергій ІНДИК

Рецензент:

доцент кафедри АТ, канд. техн. наук, доцент

Сергій ЗМІЙ

Харків – 2025 р.

## АНОТАЦІЯ

Актуальність роботи. Сучасні інфокомунікаційні мережі вимагають високої гнучкості, надійності та масштабованості. Використання технологій тунелювання, зокрема протоколу GRE, дозволяє забезпечити безпечну передачу даних через публічні та приватні мережі, мінімізуючи затрати на інфраструктуру. Проєктування мереж із застосуванням GRE є актуальним у контексті зростання потреб у створенні віртуальних приватних мереж, оптимізації трафіку та інтеграції різних систем передачі даних.

Ключові слова: ІНФОКОМУНІКАЦІЙНІ МЕРЕЖІ, ПРОТОКОЛ GRE, ТУНЕЛЮВАННЯ, ІНКАПСУЛЯЦІЯ, СТРУКТУРА ПАКЕТА, МОДЕЛЮВАННЯ МЕРЕЖІ, НАЛАШТУВАННЯ МЕРЕЖЕВОГО ОБЛАДНАННЯ, ПРОДУКТИВНІСТЬ МЕРЕЖІ, ВІРТУАЛЬНІ ПРИВАТНІ МЕРЕЖІ, ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ.

Об'єктом дослідження є інфокомунікаційна мережа як комплекс апаратних і програмних засобів для передачі даних із застосуванням технології тунелювання GRE.

Мета роботи: проєктування інфокомунікаційної мережі з використанням протоколу GRE для забезпечення надійного тунелювання та оптимізації передачі даних між різними сегментами мережі.

Структура та обсяг роботи: роботу викладено на 56 сторінках друкованого тексту, містить 24 рисунки, 2 таблиці, 22 літературних джерела. Робота складається з вступу, трьох розділів, висновків та списку використаних джерел.

У першому розділі розглянуто теоретичні основи побудови інфокомунікаційних мереж, де розглянуто сучасні підходи до проєктування, принципи роботи мереж і технологій тунелювання.

Другий розділ присвячено застосуванню протоколу GRE при побудові інфокомунікаційних мереж, де аналізуються характеристики GRE, структура пакета, механізми інкапсуляції та порівняння з іншими технологіями тунелювання.

*код*

У третьому розділі відображено проектування інфокомунікаційної мережі з використанням протоколу GRE, де виконано моделювання, налаштування мережевого обладнання, аналіз продуктивності мережі та її порівняння з іншими мережами.

Методи дослідження: у роботі проведено теоретичний аналіз літератури з інфокомунікаційних мереж і протоколів передачі даних, моделювання інфокомунікаційної мережі із застосуванням протоколу GRE та експериментальні дослідження продуктивності мережі на основі GRE.

Рекомендації щодо використання та результати впровадження. Результати роботи можуть бути використані для проектування корпоративних мереж із забезпеченням тунелювання трафіку через публічні мережі. Ефективність запропонованих рішень підтверджена моделюванням мережі та аналізом її продуктивності, що дозволяє рекомендувати використання протоколу GRE для інтеграції сучасних інфокомунікаційних систем.

## ABSTRACT

Relevance of the work. Modern infocommunication networks require high flexibility, reliability, and scalability. The use of tunneling technologies, particularly the GRE protocol, ensures secure data transmission through public and private networks while minimizing infrastructure costs. Designing networks with GRE is highly relevant in the context of growing demand for creating virtual private networks, optimizing traffic, and integrating various data transmission systems.

Keywords: INFOCOMMUNICATION NETWORKS, GRE PROTOCOL, TUNNELING, ENCAPSULATION, PACKET STRUCTURE, NETWORK MODELING, NETWORK EQUIPMENT CONFIGURATION, NETWORK PERFORMANCE, VIRTUAL PRIVATE NETWORKS, DATA TRANSMISSION TECHNOLOGIES.

Object of the study: the infocommunication network as a complex of hardware and software tools for data transmission using GRE tunneling technology.

The purpose of the research: to design an infocommunication network using the GRE protocol to ensure reliable tunneling and optimize data transmission between different network segments.

Structure and scope of the work: the thesis is presented on 56 pages of printed text, it contains of 24 figures, 2 tables, 22 literature sources. It consists of an introduction, three chapters, conclusions, and a list of references.

The first chapter examines the theoretical foundations of infocommunication network construction, including modern approaches to design, principles of network operation, and tunneling technologies.

The second chapter focuses on the application of the GRE protocol in building infocommunication networks, analyzing its characteristics, packet structure, encapsulation mechanisms, and comparisons with other tunneling technologies.

The third chapter presents the design of an infocommunication network using the GRE protocol, including network modeling, equipment configuration, performance analysis, and comparison with other networks.

Handwritten signature or mark.

Research methods: the study involves a theoretical analysis of literature on infocommunication networks and data transmission protocols, modeling an infocommunication network with the GRE protocol, and experimental research on network performance based on GRE.

Recommendations for use and implementation results. The results of the study can be used for designing corporate networks with tunneling traffic through public networks. The effectiveness of the proposed solutions has been confirmed by network modeling and performance analysis, making the GRE protocol highly recommended for integrating modern infocommunication systems.

## ЗМІСТ

Перелік умовних позначень	9
Вступ	10
1 Теоретичні основи побудови інфокомунікаційних мереж	11
1.1 Сучасні підходи до проектування інфокомунікаційних мереж	11
1.2 Принципи роботи інфокомунікаційних мереж і протоколів передачі даних	17
1.3 Огляд технологій тунелювання та їх роль в інфокомунікаційних мережах	21
2 Застосування протоколу GRE при побудові інфокомунікаційних мереж	33
2.1 Основні характеристики та принципи роботи протоколу GRE	33
2.2 Механізм тунелювання GRE: структура пакета та методи інкапсуляції	34
2.3 Порівняння протоколу GRE з іншими технологіями тунелювання	38
3 Проектування інфокомунікаційної мережі з використанням протоколу GRE	40
3.1 Розробка моделі мережі та налаштування мережевого обладнання для підтримки тунелювання GRE	40
3.2 Аналіз результатів моделювання мережі на основі протоколу GRE	44
Висновки	54
Список використаних джерел	55

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Kurose, James F., and Keith W. Ross. Computer Networking: A Top-Down Approach. 8th ed., Boston: Pearson, 2020.
- 2 Stallings, William. Foundations of Modern Networking: SDN, NFV, QoE, IoT, and Cloud. Boston: Pearson, 2016.
3. Tanenbaum, Andrew S., and David J. Wetherall. Computer Networks. 5th ed., Upper Saddle River: Pearson Prentice Hall, 2011.
4. Ramaswami, Rajiv, and Kumar N. Sivarajan. Optical Networks: A Practical Perspective. 3rd ed., Burlington: Morgan Kaufmann, 2010.
5. Clemm, Alexander. Network Management Fundamentals. Indianapolis: Cisco Press, 2007.
6. Cisco Systems. IP Multiservice Networking. Indianapolis: Cisco Press, 2002.
7. Subramanian, Manohar. Network Management: Principles and Practice. Boston: Addison-Wesley, 2000.
8. Minoli, Daniel. Telecommunications Technology Handbook. 2nd ed., Boston: Artech House, 2003.
9. David D. Coleman, David A. Westcott. CWNA Certified Wireless Network Administrator Study Guide Exam CWNA 107 5th Edition. SYBEX. 2018. – 1024 p.
10. Shawn M. Jackman, Matt Swartz, Marcus Burton, Thomas W. Head. CWDP Certified Wireless Design Professional Official Study Guide: Exam PW0-250. SYBEX. 2011. – 864 p.
11. Адресації в IP-мережах: Теоретичні основи та приклади розв'язання задач [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» / Д. І. Могилевич, І. В. Кононова; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 55 с.
12. Довгий С.О. Сучасні телекомунікації: мережі, технології, безпека, економіка, регулювання.[Текст] / С.О. Довгий, П.П. Воробієнко, К.Д. Гуляєв, – К.: Азимут-Україна. – 2013. – 608.

13. Інформаційна та кібербезпека: соціотехнічний аспект: підручник / [В. Л. Бурячок, В. Б. Толубко, В. О. Хорошко, С. В. Толюпа]; за заг. ред. д-ра техн. наук, професора В. Б. Толубка.— К.: ДУТ, 2015.— 288 с.
14. Телекомунікаційні системи та мережі: навчальний посібник. [Текст] / А.Г. Микитишин, М.М. Митник, П.Д. Стухляк. – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2017 – 384 с.
15. Bernet, D., & Vasilenko, A. Understanding and Configuring VPNs with IPsec. O'Reilly Media, 2017. – 384 p.
16. Gil, P., & Duro, R. Cryptographic Protocols in Networking: The Security of IPsec. Wiley, 2019. – 432 p.
17. Kaufman, C., & Dierks, T. IPsec: The Next Generation Internet Protocol Security. Addison-Wesley, 2002. – 528 p.
18. Raddatz, J., & Bozdag, D. An Introduction to Network Security: For Corporate Systems and Data. Springer, 2016. – 550 p.
19. Perrin, E., & Henson, R. IPsec: The Internet Protocol Security Handbook. Elsevier, 2019. – 400 p.
20. Stallings, W. Network Security Essentials: Applications and Standards. Pearson, 2017. – 288 p.
21. Easttom, C. Network Defense and Countermeasures: Principles and Practices. Pearson Education, 2020. – 640 p.
22. Rescorla, E. SSL and TLS: Designing and Building Secure Systems. Addison-Wesley Professional, 2001. – 624 p.