

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  
кандидат технічних наук  
доцент

\_\_\_\_\_ Олександр ПРИДАТКО  
“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

## **КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА**

**на тему «Розроблення моделі функціонування локальної мережі  
населеного пункту в умовах надзвичайної ситуації»**

Виконав:

здобувач IV курсу, групи КН-41  
спеціальності 122 «Комп'ютерні науки»

(шифр і назва спеціальності)

\_\_\_\_\_ **Денис ЖУКОВ**

(прізвище та ініціали)

Керівник \_\_\_\_\_ **Назарій БУРАК**

(прізвище та ініціали)

Рецензент \_\_\_\_\_

(прізвище та ініціали)

Львів – 2023 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 бакалавр

Спеціальність 122 “Комп’ютерні науки”

Освітня програма Комп’ютерні науки

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Начальник кафедри ІТтаСЕК

підполковник служби

цивільного захисту

                     Олександр ПРИДАТКО

“        ”                      20    року

**ЗАВДАННЯ**

на дипломну роботу

Здобувачу                      Денису ЖУКОВУ

(прізвище, ім’я, по батькові)

1. Тема «Розроблення моделі функціонування локальної мережі населеного пункту в умовах надзвичайної ситуації»

керівник роботи                      Назарій БУРАК, к.т.н., доцент

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

затверджені наказом ЛДУ БЖД від від “     ”                      202   року №    

2. Термін подання здобувачем роботи                      2023 року

3. Початкові дані до роботи:

1. Kurose, James F., ROSS, Keith W.. (2017). Computer Networking: a top-down approach, 7th edition (7th Edition). USA: Pearson.
2. Meyers, M. (2018). CompTIA network+ certification all-in-one exam guide, seventh edition (exam N10-007) (7th ed.). McGraw-Hill Education.
3. K. R. Fall, W. R. Stevens, “TCP/IP illustrated, volume 1: the protocols,” Addison-Wesley, 2011.

4. S. Lowe, J. Edelman, M. Oswalt, "Network Programmability and Automation, Skills for the Next-Generation Network Engineer", O'Reilly Media, December 2015

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

Вступ

Розділ 1. Аналіз предметної області.

Розділ 2. Вибір елементної бази для реалізації проектного рішення.

Розділ 3. Проектування мережевої топології, її адресація й реалізація.

Розділ 4. Проектування та прокладання резервних маршрутів мережевої топології.

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 дипломної роботи/проекту	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	<u>Аналіз предметної області.</u>		
2.	<u>Вибір елементної бази для реалізації проектного рішення.</u>		
3.	<u>Проектування мережевої топології, її адресація й реалізація.</u>		
4.	<u>Проектування та прокладання резервних маршрутів мережевої топології.</u>		

Здобувач \_\_\_\_\_ Денис ЖУКОВ  
( підпис ) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи \_\_\_\_\_ Назарій БУРАК  
( підпис ) (прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

Денис ЖУКОВ «Розроблення моделі функціонування локальної мережі населеного пункту в умовах надзвичайної ситуації». Дипломна робота за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки» складається з основної частини, що містить 4 розділи, 78 с., 71 рис., 5 табл., 27 джерел.

**Об'єкт роботи** – архітектура, топологія та методи маршрутизації комп'ютерної мережі закладів критичної інфраструктури населеного пункту.

**Предмет роботи** - алгоритми формування таблиць маршрутизації на основі розробленої структури резервних маршрутів комп'ютерної мережі для забезпечення її функціонування в умовах надзвичайних ситуацій.

**Мета роботи:** розроблення моделі, яка дозволить оптимізувати функціонування локальної мережі у населеному пункті під час надзвичайних ситуацій і забезпечити надійний зв'язок.

У рамках розробки моделі враховано різні фактори, такі як можливі втрати зв'язку, перешкоди, обмеження пропускну здатності і енергетичні резерви. Модель також буде включати аналіз та визначення оптимальних методів для забезпечення надійного зв'язку, зокрема шляхом використання резервних маршрутів.

Результати цієї роботи можуть використовуватися для покращення інфраструктури зв'язку та розробки стратегій ефективного реагування на надзвичайні ситуації, забезпечуючи жителям населеного пункту надійний зв'язок навіть у складних умовах.

**НАДІЙНІСТЬ ЗВ'ЯЗКУ, НЕПЕРЕДБАЧУВАНІ ОБСТАВИНИ, НАДЗВИЧАЙНІ СИТУАЦІЇ, РЕЗЕРВНІ МАРШРУТИ, ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕРЕБІЙНОГО ЗВ'ЯЗКУ.**

## ANNOTATION

Denys ZHUKOV "Development of a Model for the Functioning of a Local Network of a Settlement in Emergency Situations" is a diploma thesis in the field of Computer Science (specialty 122). The thesis consists of a main part, which includes 4 sections, 78 pages, 71 figures, 5 tables, and 27 references.

**The object of the study is:** the architecture, topology, and routing methods of the computer network in critical infrastructure facilities of the settlement.

**The subject of the study is:** the algorithms for generating routing tables based on the developed structure of backup routes in the computer network to ensure its functioning during emergencies.

**The objective of the research is:** to develop a model that will optimize the functioning of the local network in the settlement during emergencies and provide reliable communication.

Within the framework of the model development, various factors are taken into account, such as possible communication losses, obstacles, bandwidth constraints, and power reserves. The model will also include an analysis and determination of optimal methods to ensure reliable communication, including the use of backup routes.

The results of this work can be used to improve communication infrastructure and develop strategies for effective response to emergencies, ensuring reliable communication for the residents of the settlement even in challenging conditions.

COMMUNICATION RELIABILITY, UNFORESEEN CIRCUMSTANCES,  
EMERGENCY SITUATIONS, BACKUP ROUTES, UNINTERRUPTED  
COMMUNICATION.

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ. ....	8
ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ.....	Ошибка! Закладка не определена.
1.1. Огляд та аналіз сучасного стану розвитку галузі комп'ютерних мереж.....	Ошибка! Закладка не определена.
1.2 Призначення та область застосування	Ошибка! Закладка не определена.
1.3. Розробка проекту та вимоги до умов експлуатації	Ошибка! Закладка не определена.
Висновки до розділу 1.....	Ошибка! Закладка не определена.
РОЗДІЛ 2. ВИБІР ЕЛЕМЕНТНОЇ БАЗИ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЕКТНОГО РІШЕННЯ.....	Ошибка! Закладка не определена.
Висновки до розділу 2.....	Ошибка! Закладка не определена.
РОЗДІЛ 3. ПРОЕКТУВАННЯ МЕРЕЖЕВОЇ ТОПОЛОГІЇ, ЇЇ АДРЕСАЦІЯ Й РЕАЛІЗАЦІЯ. ....	Ошибка! Закладка не определена.
3.1 Повний опис усіх можливих налаштувань у комплектуючих першої підмережі та усіх її сегментів.....	Ошибка! Закладка не определена.
3.2 Моделювання потоків трафіку у першій підмережі та її сегментах	Ошибка! Закладка не определена.
3.3 Повний опис усіх можливих налаштувань у комплектуючих першої підмережі та усіх її сегментів. ....	Ошибка! Закладка не определена.
3.4 Моделювання потоків трафіку у другій підмережі та її сегментах	Ошибка! Закладка не определена.

**3.5 Повний опис усіх можливих налаштувань у комплектуючих третьої підмережі та усіх її сегментів. .... Ошибка! Закладка не определена.**

**3.6 Моделивання потоків трафіку у другій підмережі та її сегментах  
Ошибка! Закладка не определена.**

**Висновки до розділу 3..... Ошибка! Закладка не определена.**

## **РОЗДІЛ 4. ПРОЕКТУВАННЯ ТА ПРОКЛАДАННЯ РЕЗЕРВНИХ МАРШРУТІВ МЕРЕЖЕВОЇ ТОПОЛОГІЇ. Ошибка! Закладка не определена.**

**4.1 Встановлення та налаштування маршрутизаторів з кожної підмережі для створення взаємодії між підмережами в одній локальній мережі.  
Ошибка! Закладка не определена.**

**4.2 Прокладання та налаштування основного маршруту для взаємодії між підмережами в одній локальній мережі та резервних маршрутів. Ошибка!  
Закладка не определена.**

**Висновки до розділу 4..... Ошибка! Закладка не определена.**

**ВИСНОВКИ ..... 12**

**ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ..... 14**

**ДОДАТКИ..... Ошибка! Закладка не определена.**

**Додаток А. Сегментація мережі №1 ..... Ошибка! Закладка не определена.**

**Додаток Б. Сегментація мережі №2..... Ошибка! Закладка не определена.**

**Додаток В. Сегментація мережі №3..... Ошибка! Закладка не определена.**

**Додаток Г. Загальна топологія проєктного рішення Ошибка! Закладка не определена.**

**Додаток Г. СКМ та система основних й резервних маршрутів мережі:  
Ошибка! Закладка не определена.**

**Додаток Д..... Ошибка! Закладка не определена.**

## **ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ.**

LAN – Local Area Network

VLAN – Virtual Local Area Network

ЛМ – Локальні мережі

ПК – Персональний комп'ютер

СКМ – Система кабельних мереж.



## ВСТУП

У сучасному світі зв'язок і доступ до інформації є життєво важливими елементами для нашого суспільства. Однак, надзвичайні ситуації, такі як природні катаклізми, техногенні аварії або терористичні акти, можуть спричинити значні перешкоди для нормального функціонування мереж зв'язку. У таких умовах надзвичайно важливо мати розроблену модель функціонування локальної мережі населеного пункту, що дозволить забезпечити надійний зв'язок у небезпечних ситуаціях.

Події останніх років, такі як природні лиха, епідемії та кібератаки, підкреслили важливість розробки моделей функціонування локальних мереж населених пунктів в умовах надзвичайних ситуацій. У таких ситуаціях можливість забезпечити надійний зв'язок має критичне значення для організації допомоги, координації дій рятувальних служб та забезпечення безпеки громади. Розробка моделі, яка враховує особливості локальної мережі та може прогнозувати оптимальні методи забезпечення надійного зв'язку, стає все більш актуальною в наш час.

Швидкий розвиток технологій та зростання залежності суспільства від інформаційних систем ставлять під загрозу стабільність зв'язку в умовах надзвичайних ситуацій. Наприклад, природні лиха, які збільшуються внаслідок зміни клімату, можуть пошкодити комунікаційну інфраструктуру та обмежити доступ до зв'язку. Розробка моделі функціонування локальної мережі населеного пункту в умовах надзвичайних ситуацій дозволить прогнозувати та планувати заходи для забезпечення надійного зв'язку в таких обставинах, зменшуючи наслідки кризових ситуацій і покращуючи реагування на них.

**Актуальність розроблення.** На сьогоднішній день актуальність розроблення моделі функціонування локальної мережі населеного пункту в умовах надзвичайної ситуації залишається високою. У надзвичайних ситуаціях, таких як природні катастрофи, техногенні аварії або терористичні загрози, ефективна комунікація і

координація між рятувальними службами, медичними установами, правоохоронними органами і громадою є життєво важливими.

Розроблення моделі функціонування локальної мережі населеного пункту в умовах надзвичайної ситуації передбачає створення інфраструктури, яка дозволяє забезпечити зв'язок і передачу даних навіть у разі пошкодження централізованих мереж та відсутність доступу до зовнішнього Інтернету.

Це дозволяє забезпечити оперативний обмін інформацією між відповідальними службами, що координують дії під час надзвичайних ситуацій, і забезпечити ефективну реакцію та оголосити відповідні дії на них для населення.

Розроблення такої моделі передбачає встановлення локальних мереж, які працюють на основі місцевих інфраструктурних ресурсів. Ці мережі можуть функціонувати незалежно від глобальних комунікаційних мереж і забезпечувати якісний безперебійний зв'язок між структурами на місцевому рівні, що є важливо.

Важливість розроблення моделі функціонування локальної мережі населеного пункту в умовах надзвичайної ситуації полягає у забезпеченні безперебійного обміну інформацією та координації зусиль рятувальних служб і владних структур.

Отже, розроблення моделі функціонування локальної мережі населеного пункту в умовах надзвичайної ситуації є актуальним завданням, що сприяє покращенню системи надзвичайного реагування та забезпечує безпеку та добробут громади у непередбачуваних ситуаціях.

**Об'єкт роботи** – архітектура, топологія та методи маршрутизації комп'ютерної мережі закладів критичної інфраструктури населеного пункту.

**Предмет роботи** - алгоритми формування таблиць маршрутизації на основі розробленої структури резервних маршрутів комп'ютерної мережі для забезпечення її функціонування в умовах надзвичайних ситуацій.

**Метою** роботи є розробка моделі, яка описуватиме, як локальна мережа населеного пункту працює і функціонує в умовах надзвичайних ситуацій.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:

- Аналіз потенційних надзвичайних ситуацій.
- Визначення вимог щодо функціонування: розробка критеріїв та вимог, які мають бути виконані для забезпечення продуктивності, надійності та доступності мережі під час надзвичайних ситуацій.
- Розроблення архітектури мережі: проектування структури мережі, включаючи розміщення мережевих пристроїв, сегменти мережі, засоби зв'язку, що забезпечать оптимальне функціонування мережі навіть в умовах надзвичайних ситуацій.
- Визначення резервних механізмів: розробка стратегій резервного забезпечення, таких як дублювання мережевих пристроїв, резервування засобів зв'язку, тощо, для забезпечення продовження роботи мережі під час надзвичайних ситуацій.
- Валідація та тестування моделі: перевірка ефективності моделі шляхом симуляції надзвичайних ситуацій та перевірка виконання вимог до функціонування мережі.

**Практичне значення отриманих результатів.** За результатами роботи була розроблена модель мережі, яка забезпечує надійне функціонування у надзвичайних ситуаціях та гарантує безперебійний зв'язок у випадку відмови основного маршруту. Основна увага приділена створенню безперебійного передавання даних між підмережами та їх сегментами.

## ВИСНОВКИ

Розвиток комп'ютерних мереж є невід'ємною складовою сучасного світу, де вони використовуються в різних сферах життя, включаючи комунікацію, розваги, освіту, бізнес і багато іншого. Завдяки швидкому розвитку технологій мережевого зв'язку, зокрема швидкісного Інтернету, ми спостерігаємо зростання обсягу передаваних даних та потребу в ефективних рішеннях для їх передачі та обробки.

Одним з важливих аспектів роботи комп'ютерних мереж є модель функціонування локальної мережі населеного пункту під час надзвичайних ситуацій. Ця модель спрямована на забезпечення безперебійного обміну даними та комунікацію між сегментами мережі навіть у складних умовах. Вона має широкі застосування в різних сферах, таких як місцеве самоврядування, охорона здоров'я, громадська безпека, поліція та інші, де надійний зв'язок є критично важливим.

Для ефективної експлуатації локальної мережі населеного пункту в умовах надзвичайних ситуацій встановлені ряд вимог, які необхідно враховувати. Серед цих вимог можна виділити наявність резервних маршрутів та надійний зв'язок між вузлами мережі. Забезпечення наявності альтернативних маршрутів допомагає зменшити вплив відмов на мережу, збільшити її надійність і пропускну здатність. Крім того, це дозволяє мінімізувати негативний вплив на користувачів і забезпечити безперебійну роботу мережі в умовах кризи.

Побудова мережевої інфраструктури та проведення моделювання потоків трафіку є важливими кроками для забезпечення ефективної передачі даних та зменшення впливу відмов на мережу. Аналіз та проектування резервних маршрутів допомагають підвищити надійність мережі, зменшити вплив відмов і збільшити пропускну здатність. При цьому важливими аспектами є управління та моніторинг резервних маршрутів, що дозволяють ефективно керувати мережею та бути готовими до використання в разі надзвичайних ситуацій.

Розвиток комп'ютерних мереж та вдосконалення моделі функціонування локальних мереж населених пунктів в надзвичайних ситуаціях відіграють важливу

роль у підтримці і забезпеченні надійного зв'язку та передачі даних між різними сферами суспільства. Це сприяє покращенню комунікації, ефективному управлінню, безпеці громади та забезпеченню необхідних послуг. Постійна робота над вдосконаленням і розширенням мережевої інфраструктури дозволяє суспільству бути більш підготовленим до різних викликів та надавати необхідну допомогу у надзвичайних ситуаціях.

Було розроблено модель локальної мережі, що складається з підмереж та сегментів у симуляторі **Cisco Packet Tracer**. У моделі створено резервні маршрути та лінії, що дозволяють функціонувати мережі та передачі даних безперебійно, що є найважливішою частиною роботи.

## ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. George Haddad - "Emergency Communications Systems 2014".
2. George Haddad & Heidi Hutchinson - "Disaster Communications in a Changing Media World 2018".
3. Yan Zhang - "Wireless Communications and Networking for Unmanned Aerial Vehicles 2017".
4. Kenneth Budka - "Communication Networks for Smart Grids: Making Smart Grids Real 2014".
5. Shafiullah Khan - "Wireless Sensor Networks: Principles, Design and Applications 2013".
6. Leo Wrobel - "Disaster Recovery Planning for Communications and Critical Infrastructure 2016".
7. Michael Erbschloe - "Guide to Disaster Recovery".
8. Andrew S. Tanenbaum & David J. Wetherall - "Computer Networks".
9. Larry L. Peterson & Bruce S. Davie - "Computer Networks: A Systems Approach".
10. Todd Lammle - "CCNA Routing and Switching Complete Study Guide".
11. Radia Perlman - "Interconnections: Bridges, Routers, Switches, and Internetworking Protocols".
12. Richard Stevens - "TCP/IP Illustrated, Volume 1: The Protocols".
13. Gary A. Donahue - "Network Warrior".
14. J. Michael Stewart - "Network Security, Firewalls, and VPNs".
15. Doug Lowe - "Networking All-in-One For Dummies" .
16. Mark A. Dye & Rick McDonald & Antoon W. Ruff - "Network Fundamentals, CCNA Exploration Companion Guide".
17. James F. Kurose & Keith W. Ross - "Computer Networking: A Top-Down Approach".
18. William Stallings - "Wireless Communications and Networks".

19. Jeff Doyle & Jennifer Carroll - "Routing TCP/IP".
20. Бобрікова, І. С., & Барабаш, Т. Н. (2018). Особливості взаємодії декількох протоколів маршрутизації у складній комп'ютерній мережі. *Refrigeration Engineering and Technology*, 53(6). <https://doi.org/10.15673/ret.v53i6.928>
21. Бобрікова, І. С., & Барабаш, Т. Н. (2018). Особливості функціонування і налаштувань маршрутизаторів в різних областях дії протоколу динамічної маршрутизації OSPF. *Refrigeration Engineering and Technology*, 54(1). <https://doi.org/10.15673/ret.v54i1.990>
22. Жовтянський М. С. Моделювання проектного середовища впровадження «хмарних сервісів» у вищі навчальні заклади системи цивільного захисту / М. С. Жовтянський, Н. Є. Бурак // *Управління проектами, програмами, портфелями : Тези доповідей І Міжнар. наук.-практ. конф.: [у 2т.]. – Одеса, 2016. – Том 1. – С. 54–56.*
23. 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 ІІІ Всеукр. наук.-практ. конф. молодих вчених, курсантів та студентів. – Львів: ЛДУ БЖД, 2019. – С. 223-225.*
24. Комп'ютерні мережі : навчальний посібник / [Азаров О. Д., Захарченко С. М., Кадук О. В. та ін.] – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 371 с.
25. Комп'ютерні мережі: [навчальний посібник] / А. Г. Микитишин, М. М. Митник, П. Д. Стухляк, В. В. Пасічник. – Львів: «Магнолія 2006», 2013. – 256 с.
26. Cisco Networking Academy [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.netacad.com/>
27. 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